

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МАРІУПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ЕКОНОМІКО-ПРАВОВИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА РАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА  
ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

До захисту допустити:  
Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ (підпис) \_\_\_\_\_ (ПІБ завідувача кафедри)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**«НЕГАТИВНИЙ ВПЛИВ ТА ШЛЯХИ ЗМЕНШЕННЯ НАВАНТАЖЕННЯ  
НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРУ»**

Кваліфікаційна робота здобувача  
вищої освіти другого (магістерського)  
рівня вищої освіти освітньо-  
професійної програми «Екологія та  
охорона навколишнього середовища»

*Певного Дениса Сергійовича*

Науковий керівник:

*Іванова В.В., доцент, к.е.н.*

Рецензент:

*Данилова С.В., старший фахівець з  
оцінювання(кліматично-екологічний  
підрозділ) Міжнародної гуманітарної  
організації ІМРАСТ*

Кваліфікаційна робота захищена

з оцінкою \_\_\_\_\_

Секретар ЕК \_\_\_\_\_

«\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ р.

Київ-2024

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	4
<b>РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ</b> .....	7
1.1. Енергетичний сектор: його структура та функції .....	7
1.2. Характеристика впливу різних видів енергетичних джерел на навколишнє середовище.....	15
1.3. Роль альтернативних та відновлюваних джерел енергії в забезпеченні сталого розвитку.....	25
Висновки до розділу 1.....	32
<b>РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРА УКРАЇНИ НА ДОВКІЛЛЯ</b> .....	33
2.1. Енергетична система України: сучасні виклики та рішення .....	33
2.2. Аналіз впливу діяльності підприємств енергетичного сектору на елементи екосистеми.....	55
2.3. Оцінка розвитку альтернативної енергетики в Україні.....	68
Висновки до розділу 2.....	85
<b>РОЗДІЛ 3. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕКТОР: ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ</b> .....	86
3.1. Енергоефективність та енергозбереження, як фактор покращення стану довкілля .....	86
3.2. Використання новітніх технологій в розвитку відновлюваних джерел енергії.....	99
Висновки до розділу 3.....	107
<b>ВИСНОВКИ</b> .....	108
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b> .....	113

## ВСТУП

В сучасному світі людство розвивається шаленими темпами тому є необхідністю забезпечення його енергетичних потреб, що невіддільно пов'язано з негативним впливом на природне середовище. Енергетичний сектор, як ключовий рушій сучасної цивілізації, відіграє вирішальну роль у забезпеченні життєвих функцій суспільства. Проте, високий рівень енергопотреб супроводжується значними екологічними проблемами та викликами, що ставлять під загрозу сталість природних екосистем.

Вплив енергетичного сектору на навколишнє середовище є актуальним предметом досліджень, оскільки забезпечення потреб суспільства в енергії часто супроводжується негативними наслідками для екології. Огляд та аналіз впливу енергетичного сектору на природні ресурси, повітря, воду та ґрунт є об'єктом даного дослідження. Основною метою роботи є визначення і оцінка відповідальності енергетичного сектору за забруднення довкілля та розробка рекомендацій щодо зменшення його негативного впливу.

Негативний вплив та шляхи зменшення навантаження на навколишнє середовище досліджували багато науковців Боте В. П., Гернандез-Ескобедо К., Іонеску Л., Лопез-Пуялте Ц., Самерун-Манзано Е., Шолтен Д., Вакульчук Р., Камбур О. Л., Клопов І.О., Кудря С.О., Омельченко В., Панова Т., Рожелюк М. М., Степанчук К., Тюлькін К. О. Стогній Б.С., Кириленко О.В., Праховник А.В., Денисюк С.П., Буцьо З.Ю. Проблематиці становлення і розвитку відновлювальної енергетики України у воєнний та післявоєнний періоди присвячено незначну кількість праць, враховуючи, що повномасштабне вторгнення росії відбулося відносно недавно. Вирішення існуючих проблем в енергетиці є першочерговим завданням, що стоїть перед економікою України.

**Об'єктом** дослідження магістерської роботи є енергетичний сектор в цілому та дослідження впливу використання сонячної, вітрової, гідроенергетики та інших відновлюваних джерел енергії на довкілля.

**Предметом дослідження** є негативний вплив та шляхи зменшення навантаження на навколишнє середовище енергетичного сектору

**Мета роботи** - це визначення впливу енергетичного сектору на навколишнє середовище та розробка стратегій для зменшення негативного впливу. Дослідження спрямоване на вивчення різних аспектів енергетичної діяльності, визначення його конкретних екологічних наслідків та розробку ефективних шляхів зменшення впливу на природу.

Для досягнення мети були поставлені наступні **завдання**:

- розглянути структуру та функції енергетичного сектору;
- охарактеризувати вплив різних видів енергетичних джерел на навколишнє середовище;
- визначити роль альтернативних та відновлюваних джерел енергії в забезпеченні сталого розвитку;
- визначити вплив енергетичного сектору України на довкілля;
- проаналізувати як впливає діяльності підприємств енергетичного сектору на елементи екосистеми;
- оцінити розвиток альтернативної енергетики в Україні;
- енергоефективність та енергозбереження, як фактор покращення стану довкілля;
- дослідити як новітні технології впливають на розвиток відновлюваних джерел енергії.

**Методи дослідження:** аналітичний аналіз статистичних даних використовувався при аналізі сучасного стану енергетичного сектору України, емпіричні спостереження (використовувався при визначенні впливу різних видів енергетичних джерел на навколишнє середовище) та системний аналіз

взаємозв'язків між різними аспектами енергетичної діяльності та її впливом на довкілля.

Отримані результати передбачається використовувати для розробки практичних рекомендацій щодо забезпечення енергетичних потреб. У магістерській роботі проведено дослідження щодо оцінки сучасного стану енергетичної системи України, що вказує на наявність великих викликів та невідкладних завдань у забезпеченні сталого розвитку. Дослідження також розкрило важливі питання, пов'язані з забрудненням повітря від ТЕЦ, АЕС та ГЕС. В роботі представлені дані забруднення води та ґрунту внаслідок діяльності енергетичних підприємств та руйнівні наслідки російської агресії для енергетичного сектору України.

**Апробація результатів.** Результати дослідження та основні положення кваліфікаційної роботи представлені в науковій конференції: X Міжнародна науково-практична конференція «ОСОБЛИВОСТІ ІНТЕГРАЦІЇ КРАЇН У СВІТОВИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ТА ПОЛІТИКО-ПРАВОВИЙ ПРОСТІР», 15 грудня 2023 р. м. Київ: МДУ.

**Структура роботи.** Магістерська робота складається з вступу, трьох розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел та додатків. Загальний обсяг роботи складає 123 сторінок, містить 83 найменувань праць.

## **РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ВПЛИВУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРА НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ**

### **1.1. Енергетичний сектор: його структура та функції**

З точки зору організації та функціонування, енергетичний сектор слід визначити як такий, що відіграє важливу роль у сучасному суспільстві. Сектор, який включає виробництво, передачу та споживання енергії, є невід'ємною частиною функціонування різних секторів, включаючи промисловість, транспорт та домогосподарства. Основними завданнями є задоволення постійного зростання попиту на енергію та мінімізація впливу на навколишнє середовище. Детальне вивчення організаційної структури та функціональних аспектів розкриває складні взаємозв'язки цієї важливої системи.

Система енергозабезпечення є комплексною системою, що забезпечує виробництво, передачу, розподіл та споживання енергії в різних формах. Основною метою цього сектора є задоволення постійно зростаючого попиту на енергію, необхідну для забезпечення роботи різних сфер суспільства, таких як промисловість, транспорт, побутове споживання та інші.

Енергетичний сектор об'єднує широкий спектр джерел енергії, розпочинаючи від традиційних, таких як вугілля, нафта та природний газ, і завершуючи відновлюваними джерелами, такими як сонячна та вітрова енергія. Важливою частиною цього сектору є підвищення ефективності виробництва, трансформації та використання енергії. Крім того, регулювання функціонування енергетичного сектору націлене на досягнення сталого розвитку та мінімізацію негативного впливу на навколишнє середовище. Енергетичний сектор виступає як ключовий стовп сучасної інфраструктури, що визначає рівень розвитку

суспільства та його здатність вирішувати виклики, пов'язані з енергетичною безпекою та сталістю розвитку [1].

Таблиця 1.1

## Структура та функції енергетичного сектору\*

Складові загальної структури енергосектора	Характеристика
Атомні електростанції (АЕС) складають 51%,	вони працюють рівномірним графіком і створюють енергетичну базу протягом всієї доби. АЕС дуже повільно нарощують або зменшують потужність, тому різкі маневри просто небезпечні. Внаслідок цього атомні електростанції не можуть збільшувати виробництво під час вечірніх піків і зменшувати його вночі, коли настає «нічний провал» у споживанні електроенергії.
Теплоелектростанції (ТЕС) – 27%	найчастіше це маневрові потужності з швидким реагуванням на зміни споживання, найчастіше такі станції працюють на спалюванні вугілля, газу або мазуту.
Теплоелектроцентралі (ТЕЦ) – 9%	станції такого типу виробляють не тільки електричну енергію, а й теплову. Найчастіше вона використовується у містах для гарячого водопостачання та опалення.
Гідроелектростанції та гідроакумулюючі електростанції (ГЕС/ГАЕС) – 5%	станції такого типу найчастіше використовуються для покривання пікового споживання в енергосистемі країни. Зазвичай ГАЕС закачують воду вночі, коли споживання мінімальне та є надлишок електроенергії, а скидають в години пікового попиту — в ранкові та вечірні години. Вони також є резервом, який може швидко компенсувати раптовий дефіцит потужності в енергосистемі.
Сонячні електростанції (СЕС) – 5%	екологічно чиста генерація електроенергії, що здійснюється завдяки сонячному світу.
Вітрові електростанції (ВЕС) – 2%	також екологічно чиста генерація, яка використовує енергію вітру для генерації електроенергії.
Біостанції – 1%	для генерації електричної енергії дані станції використовують біологічні відходи з виробництв та біогаз. Особливістю «зеленої» генерації є повна залежність від погодних умов та сезонність її генерування.

\*джерело: складено на основі [2]

Енергія може надходити в різних формах, таких як електроенергія, тепло, та рух, і використовується для задоволення потреб суспільства та підтримання його функціонування.

Значення енергетики для суспільства та економіки визначається його ключовою роллю у забезпеченні життєво важливих функцій і розвитку різних галузей (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

Значення енергетики для суспільства та економіки: ключові аспекти\*

Фактор	Зміст фактору
Сприяння економічному зростанню	Енергетика є основним фактором економічного зростання, забезпечуючи ефективне функціонування виробничих процесів, транспорту та інфраструктури.
Забезпечення якості життя	Енергія є ключовою умовою комфортного та безпечного життя, використовується для освітлення, опалення, побутових електроприладів тощо.
Підтримка інфраструктури	Енергетика відіграє важливу роль у підтримці роботи різних інфраструктурних об'єктів, таких як транспорт, медицина, освіта та інші.
Подолання соціальної нерівності	Забезпечення доступу до енергії для всіх верств населення допомагає зменшенню соціальної нерівності та сприяє розвитку менш розвинених регіонів.

\*джерело: складено на основі [3]

В енергетичному секторі використовуються різноманітні види енергії, кожен з яких має свої унікальні особливості та впливає на сучасну енергетичну систему. Розглянемо основні види енергії у таблиці 1.3.

Ці різні види енергетичних джерел представляють різноманітні джерела, кожне з яких має свої переваги та виклики в контексті сталого розвитку та вирішення енергетичних проблем/

Виробництво електроенергії та тепла є ключовими компонентами енергетичного сектору, які визначають доступ до енергії для різних галузей та населення. Розглянемо основні аспекти цих процесів (табл. 1.4).

Ці методи виробництва електроенергії та тепла представляють різноманітні технології, кожна з яких має свої переваги та виклики в контексті сталого розвитку та ефективного використання ресурсів.



## Класифікація енергетичних ресурсів\*

Вид енергетичних ресурсів	Характеристика	
Відновлювані енергетичні ресурси	Сонячна енергія	Використовуються сонячні панелі для перетворення сонячного випромінювання на електроенергію.
	Вітрова енергія	Використовуються вітрові турбіни для генерації електроенергії.
	Гідроенергія	Заснована на використанні потенціалу води для виробництва електроенергії.
Невідновлювані енергетичні ресурси:	Вугілля	Використовується для виробництва тепла та електроенергії.
	Нафта та природний газ	Використовуються як паливо для виробництва енергії та як сировинний матеріал для хімічної промисловості.
	Ядерне паливо	Використовується для генерації електроенергії у ядерних реакторах
Альтернативні енергетичні ресурси	Біомаса	Використовує органічні матеріали для виробництва енергії.
	Геотермальна енергія	Використовує тепло, яке генерує Земля, для виробництва тепла та електроенергії.
	Енергія водню	Водень використовується як енергетичний носій та може служити як пальне для транспорту чи джерело електроенергії.

\*джерело: складено на основі [3]

Розподіл та транспортування енергії грають важливу роль у забезпеченні ефективного та безперебійного постачання енергії від виробників до кінцевих споживачів. Розглянемо основні аспекти цих процесів у таблиці 1.5.

Промисловість та виробництво відіграють ключову роль у споживанні енергії для забезпечення виробничих процесів та виробництва різних товарів.

Побутове споживання електроенергії є необхідною складовою повсякденного життя, оскільки воно визначається використанням електроенергії в житлових будинках та апартаментах. Цей аспект енергетичного споживання

охоплює різноманітні сфери, від освітлення та побутових приладів до опалення та приготування їжі [6].

Таблиця 1.4

## Характеристика методів виробництва електроенергії та тепла\*

Метод виробництва	Характеристика методу
Теплове виробництво електроенергії	базується на використанні теплових електростанцій, де тепло виробляється за рахунок згорання вугілля, нафти, газу або використання інших теплових джерел. Отримане тепло використовується для перетворення води в пар, який обертає турбіни генераторів електроенергії.
Ядерне виробництво електроенергії	ґрунтується на ядерних реакціях, що відбуваються у ядерних реакторах. Отримана теплова енергія використовується для генерації пари, яка потім приводить турбіни генераторів.
Вітрове виробництво електроенергії	використовують кінетичну енергію вітру для обертання лопатей вентилятора, які знову приводять в рух генератори електроенергії.
Сонячне виробництво електроенергії	використовують сонячні панелі для перетворення сонячного світла на електричну енергію. Фотоелектричні панелі або теплові колектори можуть використовуватися для цієї мети.
Гідроенергетика	використовує потік води для обертання турбін та генерування електроенергії. Водні електростанції можуть бути розташовані на річках або штучних водоймах.

\*джерело: складено на основі [4]

Додатково, системи опалення та кондиціонування важливі для забезпечення комфортних умов у житлових приміщеннях. Взимку енергія використовується для опалення, тоді як влітку системи кондиціонування допомагають зберігати комфортну температуру в приміщеннях.

Усі ці аспекти побутового споживання електроенергії визначають, як люди використовують енергію у своєму повсякденному житті та як це впливає на їхній комфорт та якість життя. [5].

В контексті сучасних викликів стосовно змін клімату та енергетичної безпеки, питання використання енергії стає надзвичайно важливим. Два основні

напрямки - відновлювана та традиційна енергетика - визначають шляхи, якими рухатиметься світ у майбутньому.

Таблиця 1.5

Процеси розподілу та транспортування енергії: від генерації до кінцевого використання\*

Процес	Характеристика
Генерація енергії	Виробництво енергії на виробничих об'єктах, таких як електростанції, які перетворюють різні види енергії в електроенергію та тепло.
Передача та транспортування	Енергія, яка згенерована на виробничих об'єктах, транспортується через енергетичні мережі, які можуть включати електричні лінії, газопроводи, трубопроводи тощо.
Трансформація та конвертація	Перетворення енергії на різних етапах її подорожі: наприклад, конвертація високовольтного електричного струму на підстанціях або трансформація газу для транспортування.
Розподіл	Розподіл енергії з вузлів передачі до різних регіонів та споживачів. Цей етап включає мережі розподілу електроенергії та газопостачання для кінцевого використання.
Кінцеве використання	Використання енергії в різних секторах, включаючи промисловість, транспорт, житлове будівництво та побутове споживання.

\*джерело: складено на основі [6]

Відновлювана енергія визначається використанням природних ресурсів, що постійно поповнюються, таких як сонячна, вітрова, гідроенергія та інші. Сонячні панелі конвертують сонячне випромінювання в електроенергію, вітрові турбіни використовують кінетичну енергію вітру, а гідроенергетика використовує потік води для генерації електроенергії. Ці джерела енергії мають значний потенціал для забезпечення стійкого та екологічно чистого електропостачання [7].

Відновлювальна енергія сприяє зменшенню викидів парникових газів та залежності від обмежених природних ресурсів. Крім того, постійний розвиток технологій у цьому секторі дозволяє підвищувати ефективність та знижувати

вартість відновлюваної енергії, роблячи її більш доступною та конкурентоспроможною.

Збалансований підхід, який об'єднує відновлювану та традиційну енергетику, може виявитися ключовим для сталого розвитку та забезпечення надійного постачання енергії у майбутньому.

В табл. 1.6 представлено основні виклики та переваги відновлюваної енергетики.

Таблиця 1.6

**Виклики та переваги відновлюваної енергетики\***

<b>Виклики</b>
Нестабільність виробництва
Вартість інфраструктури
Системні проблеми
<b>Переваги</b>
Сприяння сталому розвитку, зменшення залежності від вичерпуваних природних ресурсів
Зменшення вартості енергії з часом, зниження викидів парникових газів, нові робочі місця у сферах виробництва та обслуговування
Мінімізація екологічного впливу, збереження природних ресурсів

\*джерело: складено на основі [7]

Ще однією трудностю є великі витрати на будівництво та підтримку інфраструктури відновлюваної енергетики. Необхідно знаходити баланс між ефективністю та витратами, але з часом, з ростом масштабу виробництва, ці витрати можуть значно знизитися.

Створення нових робочих місць у сферах виробництва, монтажу та обслуговування є важливою перевагою відновлюваної енергетики. Це сприяє економічному зростанню та розвитку нових індустрій, які відповідають на сучасні виклики [8].

Відновлювана енергетика вимагає комплексного підходу до розв'язання викликів, що виникають. Однак її переваги у сферах сталого розвитку, екологічної чистоти та забезпечення незалежності від обмежених ресурсів роблять цей напрямок ключовим для майбутнього енергетичного ландшафту.

Один із головних викликів традиційних джерел енергії - це їхній вплив на навколишнє середовище. Викиди парникових газів, забруднення повітря та води, а також інші негативні ефекти є побічними продуктами видобутку та використання вугілля, нафти та природного газу. Це підкреслює необхідність переходу до більш чистих та сталих енергетичних рішень.

Одним з важливим фактором традиційних джерел є їхня обмеженість та вичерпаність. Резерви вугілля та нафти, які є основними джерелами енергії, не є нескінченними, що ставить під сумнів довгострокову стійкість цих джерел. Це важливо враховувати при розробці стратегій енергетичної безпеки та сталого розвитку [9].

З іншого боку, традиційні джерела енергії є відносно доступними та економічно ефективними на даний момент. Їхнє використання дозволяє забезпечити стабільність в постачанні енергії та підтримує економічний розвиток.

Загалом, використання традиційних джерел енергії має як свої переваги, так і виклики. Перехід до більш сталих та екологічно чистих технологій є необхідним кроком для забезпечення енергетичної безпеки та вирішення проблем кліматичних змін.

Сучасний енергетичний сектор представляє собою складну та динамічну систему, що є важливим фундаментом для сталого розвитку суспільства та економіки. Зміни в останні десятиліття відзначаються стрімким розвитком технологій, збільшенням уваги до екологічних аспектів та постійним розширенням джерел енергії.

Однак, не дивлячись на позитивні зміни, сучасний енергетичний сектор також стикається з викликами. Збільшення попиту на енергію, зокрема в умовах індустріалізації та технологічного прогресу, вимагає постійного вдосконалення системи виробництва та транспортування енергії. Оптимізація та ефективне використання ресурсів стає невід'ємною частиною стратегій енергетичних компаній та урядових органів [9].

У підсумку, сучасний енергетичний сектор є адаптивним і переходить до більш сталих та ефективних форм енергопостачання. Подальший розвиток інновацій, підтримка відновлюваних джерел енергії, та постійна оптимізація процесів стануть ключовими факторами для забезпечення енергетичної стійкості та дотримання принципів сталого розвитку в майбутньому.

## **1.2. Характеристика впливу різних видів енергетичних джерел на навколишнє середовище**

Енергетичний сектор, як важливе підґрунтя сучасного суспільства, відіграє ключову роль у забезпеченні економічного розвитку та забезпеченні життєвих потреб. Зростання попиту на енергію, а також підвищення усвідомленості про екологічні проблеми ставлять під сумнів традиційні джерела енергії та стимулюють розвиток відновлюваних джерел. В даному контексті невід'ємною є необхідність розгляду впливу різних видів енергетичних джерел на навколишнє середовище. Цей аспект є ключовим для визначення сталого та екологічно безпечного майбутнього.

Ядерна енергія є видом енергетики, що базується на використанні ядерних реакцій для виробництва електроенергії. Цей процес включає в себе контрольовані ядерні реакції, що відбуваються в реакторах, та генерацію тепла, яке потім перетворюється на електроенергію. Враховуючи потреби високої

потужності та низьких викидах CO<sub>2</sub>, ядерна енергія часто розглядається як альтернатива традиційним джерелам енергії [10].

Однією з найбільших проблем ядерної енергетики є управління ядерними відходами. Під час ядерних реакцій утворюються високорадіоактивні відходи, які можуть залишатися небезпечними на тисячі років. Зберігання та переробка цих відходів вимагає високих стандартів безпеки та ефективних технологій для уникнення викидів та забруднення довкілля.

Важливим фактором є ризик ядерних аварій. Хоча сучасні реактори розроблені з урахуванням високих стандартів безпеки, можливість аварій із серйозними наслідками залишається. Якщо станеться порушення у ядерному реакторі, це може призвести до викидів радіоактивних речовин та негативно позначитися на навколишньому середовищі та здоров'ї людей.

Ядерна енергія, хоча й виробляє енергію без викидів CO<sub>2</sub>, має важливі проблеми, пов'язані із зберіганням відходів та ризиками ядерних аварій, що варто враховувати при обговоренні її екологічного впливу.

Таблиця 1.7

## Характеристика ризиків ядерної енергетики

	Зберігання та переробка відходів	Наслідки ядерної аварії
Ядерні відходи	Зберігання високорадіоактивних відходів та їхнє належне утилізація.	Можливість витоків радіоактивних речовин під час зберігання. Загроза для навколишнього середовища та здоров'я людей.
Ядерні аварії	Попередження та мінімізація ризиків під час транспортування та обробки ядерного палива.	Можливість ядерних аварій через порушення безпекових норм. Руйнування реакторів та викиди радіоактивних речовин. Негайні та віддалені наслідки для природи та населення.

Відновлювані джерела енергії стали важливою складовою енергетичного майбутнього, оскільки вони виробляють електроенергію без великих викидів

газів, що сприяють глобальному потеплінню. Ці джерела використовують природні процеси або енергію від Сонця та вітру для виробництва струму, що є більш екологічно чистим в порівнянні із традиційними джерелами.

Вітрова енергія є однією з популярних форм відновлюваної енергії, яка використовує кінетичну енергію вітру для обертання лопатей вентилятора, що знову приводить в рух генератори електроенергії. Цей процес безвідходний та не викликає шкідливих викидів у атмосферу [11].

Використання вітряної енергії може впливати на пташиний та морський світ через наявність великих вітрогенераторів. Птахи, зокрема хижі та мігруючі види, можуть стикатися з ризиком зіткнення з лопатями турбін, що може призвести до їхньої травми чи загибелі. Морські енергетичні установки також можуть впливати на морських організмів через викиди шуму та зміни в гідродинаміці.

Встановлення систем виявлення птахів та їхнє автоматичне відключення вітрогенераторів у випадку надходження птахів може допомогти уникнути зіткнень.

Зменшення шуму та вібрацій від роботи вітрогенераторів може зменшити стрес для морських організмів та знизити вплив на їхню поведінку.

Обрання місць для вітропарків, що уникають ключових міграційних маршрутів птахів чи місць з високим рівнем біорізноманіття, може зменшити негативний вплив на природу.

Проведення наукових досліджень та систематичний моніторинг дозволяють визначити конкретні впливи та розробляти ефективні стратегії мінімізації.

Розвиток технологічних рішень є ключовим елементом для забезпечення вітряної енергії як сталого та прийняттого для природи джерела енергії.

Сонячна енергія використовує сонячні панелі для перетворення сонячного випромінювання на електричну енергію. Цей метод чистий, стійкий та



ефективний для генерації електроенергії, і включає в себе як фотоелектричні, так і термальні технології.

Хоча сонячна енергія вважається екологічно чистою, впровадження сонячних електростанцій може мати певний вплив на природне середовище, зокрема на пташиний та морський світ.

Однією з ключових переваг використання сонячної енергії є повна відсутність викидів газів, що впливають на клімат або іншим чином шкідливі для довкілля. Сонячна енергія використовує сонячні панелі для перетворення сонячного світла на електричну енергію [11].

Така чистота джерела сонячної енергії робить її важливою в контексті боротьби зі змінами клімату та забезпечення сталого розвитку. Однак важливо враховувати екологічні аспекти виробництва та утилізації сонячних панелей, щоб забезпечити повний цикл життя цього енергетичного джерела як найбільш екологічно чистого.

Сонячні панелі, як перспективна відновлювальна енергетична технологія, несуть із собою як позитивні, так і потенційні негативні впливи. У контексті екології та виробництва, важливо враховувати, що процес виробництва сонячних панелей може залучати токсичні речовини та велику кількість енергії. Це породжує питання екологічної відповідальності щодо виробництва та утилізації цих технологій.

Крім того, деякі матеріали, такі як кремній, основний компонент сонячних панелей, можуть мати потенційно шкідливий вплив на довкілля. Важливо вдосконалювати технології та процеси виробництва для зменшення екологічного відбитку та збереження природних ресурсів.

Гідроенергетика використовує потік води для обертання турбін та генерування електроенергії. Гідроелектростанції можуть бути розташовані на річках або штучних водосховищах, і вони надають надійне та стабільне джерело електроенергії.

Використання гідроенергетики може впливати на різноманіття річкових та водних екосистем. Будівництво гідроелектростанцій та інших водоосередкових структур може призвести до змін в гідродинаміці річок та річкових долин, затоплення прибережних зон, а також має потенційний негативний вплив на міграції риб та інших водних видів [11].

Застосування сучасних технологій та стратегій зменшення впливу на навколишнє середовище дозволяє розвивати гідроенергетику, забезпечуючи при цьому більший захист водних екосистем.

Відновлювані джерела енергії є ключовим елементом стратегії переходу до сталого розвитку, зменшення викидів парникових газів та забезпечення стабільного енергетичного майбутнього.

У світлі сучасних енергетичних викликів, необхідність обрання джерел енергії, які не лише задовольняють потреби суспільства, але й максимально зменшать негативний вплив на навколишнє середовище, стає ключовою. Відновлювані джерела, такі як вітроенергія та сонячна енергія, вирізняються мінімальним екологічним впливом під час експлуатації, забезпечуючи чисті й стабільні джерела енергії.

Переваги відновлюваної енергетики, однак, потребують збалансованого розгляду з іншими формами енергії. Традиційні джерела, як вугілля та нафта, супроводжуються серйозними екологічними наслідками, зокрема викидами CO<sub>2</sub> та іншими забруднюючими речовинами. Ядерна енергія, хоча вона невидима з точки зору викидів, стикається з управлінськими викликами в управлінні радіоактивними відходами та ризиками.

Ключовими аспектами при виборі джерел енергії мають бути збереження природних ресурсів, мінімізація викидів, та збереження біорізноманіття. Важливо також враховувати стабільність постачання та можливості технологічного розвитку.

Зазначаючи переваги та недоліки кожного джерела, суспільство може вибирати оптимальний мікс енергетичних рішень, щоб забезпечити енергетичну безпеку та одночасно зберегти природу для майбутніх поколінь. Крізь цей комплексний підхід, можна створити стале та природоохоронне енергетичне майбутнє.

Основними видами забруднення біосфери в результаті експлуатації АЕС та ТЕС (теплових електростанцій) є наступні: теплове, радіаційне, хімічне (останнє характерно для повного ядерно паливного циклу (ЯПЦ)).

1. Теплове забруднення. За розмірами теплового забруднення різниця між АЕС та ТЕС складає від 30 до 80%. Характер впливу теплових скидів АЕС на довкілля істотно залежить від вибраної схеми охолодження відпрацьованого пару АЕС:

- 1) прямого охолодження за рахунок води з річки;
- 2) охолодження при зворотному водному забезпеченні станції з використанням виварювальних градирень;
- 3) повітряного охолодження теплоносію, який циркулює за замкнутим колом, через конденсацію пару;
- 4) комбінованого охолодження.

Використання градирень забезпечує захист гідросфери від теплового впливу. Це пов'язано з тим, що тепло в основному виділяється в атмосферу, яка менш схильна до теплового впливу, ніж гідросфера. Завдяки ефективній системі рекуперації води градирні можуть забезпечити низький тепловий вплив атомних електростанцій на навколишнє середовище. Це важливо. Це пов'язано з тим, що коли виділяється велика кількість пари і вологи, вплив на навколишнє середовище може проявлятися у вигляді збільшення кількості опадів, більш частих туманів і більш серйозних екстремальних погодних явищ, регіональних і глобальних змін температури і клімату, а також впливу на рівень захворюваності і стан біоценозів.

2. радіаційне забруднення. Коли електроенергія виробляється на атомних електростанціях, радіоактивні матеріали потрапляють у навколишнє середовище. До них відносяться інертні гази (наприклад, криптон, ксенон), які розсіюються в атмосфері, і газові сполуки продуктів поділу урану (наприклад, йод, цезій, стронцій, рутеній), які є шкідливими для здоров'я. Під час нормальної роботи АЕС додаткова доза опромінення не перевищує природних коливань радіаційного фону. Глобальний радіаційний внесок ядерної енергетики, враховуючи всі фази ядерного циклу, наразі становить близько 0,2% від природного фону, що пов'язано з використанням нових будівельних матеріалів, добрив і масовими медичними дослідженнями [12]. Доза опромінення, яку отримує населення від атомних електростанцій загальною потужністю генерації 12 ГВт, становить приблизно  $0,2 \cdot 10^{-6}$  Зв/рік.

У зв'язку з тим, що вугілля містить різні природні радіоактивні елементи у вигляді включень, під час роботи ТЕС у навколишнє середовище потрапляють такі радіоактивні ізотопи, як уран, радій, торій і полоній, що оцінюється в  $3,2 \cdot 10^{-5}$  Зв/рік (для ТЕС потужністю 600 МВт) [12].

3. хімічне забруднення. Експлуатація об'єктів ядерно-паливного циклу пов'язана з утворенням рідких відходів, що містять токсичні речовини. Ці відходи утворюються як під час основних технічних операцій, так і під час різних допоміжних операцій, таких як очищення та промислові операції. На ранніх стадіях експлуатації атомної електростанції забруднена вода утворюється внаслідок просочування ґрунтових і поверхневих дощових вод крізь порожню породу в приямку. Залежно від сфери виробництва, рідкі відходи можуть містити мінерали, кислоти, солі металів та органічні сполуки, багато з яких є токсичними. Джерелами газоподібних ядерних відходів є наступні процеси

- 1) Утворення пилу під час видобутку та переробки руди;
- 2) летючі викиди з різних технологічних розчинів і твердих відходів і матеріалів, що зберігаються; і

3) спалювання органічного палива (газ, мазут, вугілля), що використовується в двигунах та іншому обладнанні на підприємствах ЯПЦ.

З точки зору хімічних речовин і сполук, що викидаються в біосферу, вугільний паливний цикл (ВПЦ) має кілька характеристик, які суттєво відрізняються від ЯПЦ:

- При спалюванні вугілля споживається кисень і утворюється велика кількість газоподібних летких сполук, таких як  $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$  і  $\text{NO}_x$ , які не можуть бути затримані системами очищення димових газів,

- Вугілля містить високий рівень токсичних хімічних домішок, таких як токсичні метали, які після згоряння стають відходами і спричиняють забруднення навколишнього середовища.

Таблиця 1.8

Кількість хімічних речовин, що надходять в атмосферу з відходами підприємств ЯПЦ та при викидах вугільної ТЕС\*

	$\text{SO}_x$	$\text{NO}_x$	$\text{CO}$	$\text{CO}_2$	Аерозолі	Вуглеводи	Фториди	Токсичні метали
Добуток руди			-	-	1,3	0,6	-	-
Переробка руди	0,07		-	-	1,7	2,3	-	-
Конверсія	8,5	4,5	0,2	-	0,14	0,6	0,07	-
Збагачення урану		9,3	-	-	0,6	0,1	0,04	-
Виготовлення палива	-	-	-	-	8,8	-	0,01	-
Усього			0,2	-		3,6	0,12	-
Кількість хімічний речовин	(1-2) $10^5$ ( $\text{SO}_2$ )	(1-10) $10^4$		$9 \cdot 10^6$	(0,2-1,0) $\cdot 10^5$	$(1-10) \cdot 10^2$	$\sim 10^2$	10-20

\*джерело: складено на основі [5]

Наприклад, вугільна електростанція (ТЕС) потужністю 1 ГВт, за різними оцінками, щорічно викидає в атмосферу від 10 000 до 120 000 тонн оксидів сірки, від 20 000 до 20 000 тонн оксидів азоту, від 700 до 1 500 тонн золи і від 3 до 7 мільйонів тонн вуглекислого газу. Вони також виробляють 300 000 тонн золи, що містить близько 400 тонн токсичних металів (миш'як, кадмій, свинець і ртуть)

[12]. Вугільні електростанції сьогодні викидають в атмосферу більше токсичних металів, ніж виробляє кольорова металургія.

Існують докази впливу на навколишнє середовище вуглекислого газу та оксидів сірки [9]. При спалюванні вугілля та нафти утворюється в сотні разів більше  $\text{CO}_2$ , ніж  $\text{SO}_2$ , але молекули  $\text{SO}_2$  охолоджують атмосферу в 500-1000 разів більше, ніж молекули  $\text{CO}_2$  нагрівають атмосферу в результаті парникового ефекту (за рахунок впливу аерозольних частинок на відбивну здатність хмар). Однак тривалість першого становить 3-10 днів, тоді як другого - 7-10 років. Таким чином, ефект охолодження атмосфери наразі є більшим, ніж ефект її нагрівання, але очікується, що поступово він буде змінюватися на протилежний [12].

Іншим важливим глобальним наслідком УЗВ (вугільного паливного циклу) є високе використання кисню при спалюванні органічного палива. За нинішніх темпів розвитку енергетики споживається приблизно 50 мільярдів тонн кисню, що відповідає приблизно 1/5 його річного виробництва в природі. Крім того, сучасні теплові електростанції використовують в середньому 5 мільйонів тонн вугілля на ГВт (електроенергії) на рік. Це означає, що паливні потоки в УКЦ (Український паливний цикл) набагато вищі, ніж в ЯПЦ: приблизно в 40 разів на ранніх стадіях і в 20 000-135 000 разів на інших стадіях циклу [12].

Крім того, при спалюванні вугілля утворюються органічні сполуки, а саме бенз(а)пірен ( $\text{C}_{20}\text{H}_{16}$ ), один з відомих канцерогенів [12]. Ці особливості визначають відмінності між НФУ та ГФУ як з точки зору споживання певних природних ресурсів, так і з точки зору забруднення біосфери хімічними речовинами.

Існують також суттєві відмінності у впливі на довкілля інших джерел електроенергії:

- Викиди від ядерного паливного циклу пов'язані з видобутком урану, збагаченням, виробництвом ядерного палива та захороненням відходів;

- Викиди від ядерного паливного циклу пов'язані з видобутком урану, збагаченням, виробництвом ядерного палива та захороненням відходів. Технічні процеси виробництва сонячних елементів, панелей для сонячних батарей і конструкцій для вітрових двигунів пов'язані з викидами парникових газів;

- На гідроелектростанціях основним джерелом забруднення навколишнього середовища є парниковий газ метан, який утворюється на дні водосховища в результаті розкладання органічних речовин.

Загалом, нова енергетика тісно пов'язана з навколишнім природним середовищем і має різноманітні впливи на нього у вигляді забруднення. З іншого боку, нове покоління енергії також впливає на природне середовище. Це робить актуальним впровадження оптимізаційних рішень як в системі "енергетика без об'єкта", так і в системі "енергетика без об'єкта-природа".

Основним завданням такої оптимізації є підтримання екологічної рівноваги між окремими регіонами Землі та планетою в цілому за рахунок розумного співвідношення екологічних компонентів. Методами такої оптимізації є збалансовані операції, які не призводять до перегріву довкілля, та оптимізація регіону і довкілля. Остання вимагає визначення меж природних змін, які не можна перетинати в процесі функціонування і розвитку (експансії) нувіогеоценозу. Тому основною екологічною вимогою до функціонування енергетичного нусенозу як складової нувіогеоценозу є умова неперевищення меж природних змін довкілля. В межах цього екологічними вимогами до традиційних джерел енергії є наступні:

- зниження викидів  $SO_2$ , CO,  $NO_x$ , золи, радіонуклідів, т. ін. в атмосферу;
- відчищення стічних вод;
- використання безстічних і оборотних систем гідрозолоудаління;
- екологічно безпечне поводження з відходами.

Тому нормування викидів та скидів шкідливих речовин в біосферу є єдиним науково обґрунтованим сьогодні підходом до регламентації забруднення

довкілля шкідливим речовинами, необхідною умовою екологічно безпечного функціонування нообіогеоценозів.

### **1.3. Роль альтернативних та відновлюваних джерел енергії в забезпеченні сталого розвитку**

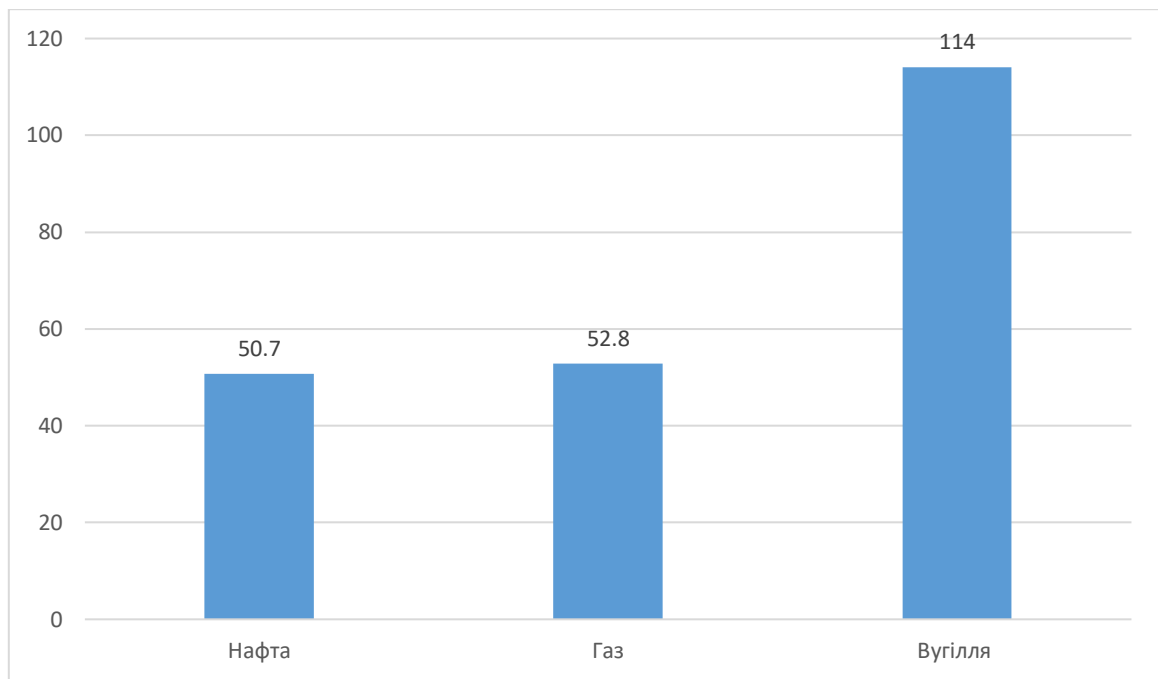
Альтернативні джерела енергії - це різноманітні технології та ресурси, які використовуються для отримання енергії та її конвертації без використання традиційних, часто нестійких або непридатних для використання ресурсів. Вони є альтернативним стандартним (традиційним) джерелам енергії, таким як вугілля, нафта чи газ, і спрямовані на зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Приклади: сонячна енергія, вітряна енергія, геотермальна енергія, енергія припливів та відпливів, біомаса, водневі технології тощо.

Відновлювані джерела енергії - це джерела, які використовують природні процеси для виробництва енергії та є відновлюваними у природних масштабах часу. Це означає, що вони можуть бути використані без збільшення ступеня вичерпання чи впливу на екосистеми.

Роль альтернативних джерел енергії все більше зростає. Причиною тому можна назвати як забруднення атмосфери продуктами згоряння, так і прогнози фахівців про вичерпання традиційних енергетичних ресурсів у вигляді нафти, газу, вугілля. Крім того, використання альтернативних джерел енергії приведе до скорочення викидів вуглекислого газу, що сприятиме вирішенню проблем охорони довкілля та покращенню екологічної ситуації в державі [13].

Однією з найважливіших проблем яка визначає сучасний світ, є концепція сталого розвитку. Ця концепція є своєрідним керівним принципом для сучасного суспільства, що визначає напрями економічного, соціального та екологічного розвитку, спрямовані на задоволення потреб поточних поколінь, не позбавляючи при цьому можливостей майбутніх поколінь.





\*джерело:BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD ENERGY JUNE 2016

Рис 1.1. Запаси викопного палива, в роках

Термін «сталий розвиток» був введений у «Доповіді Брентленд» від ООН у 1987 році, де його визначили як «розвиток, який задовольняє потреби сучасного покоління без позбавлення можливостей майбутніх поколінь задовольняти їхні потреби».

Концепція сталого розвитку включає три взаємопов'язані складові: економічну, соціальну та екологічну. Економічна стійкість полягає в здатності економіки функціонувати довготривало, соціальна справедливість передбачає забезпечення всіх верств суспільства, а екологічна стійкість означає збереження природних ресурсів та мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Важливість концепції сталого розвитку полягає в необхідності збереження природних ресурсів, забезпеченні економічного процвітання та соціальної справедливості для всіх. Це не лише моральна необхідність, але і стратегічний курс для подолання сучасних викликів, таких як зміна клімату, дефіцит ресурсів та соціальні нерівності.

У цьому контексті роль альтернативних та відновлюваних джерел енергії визначається їхнім потенціалом забезпечення стабільності постачання енергії, зменшення залежності від обмежених ресурсів та зниження викидів, сприяючи таким чином сталому розвитку.

Однією з ключових переваг відновлюваних джерел енергії є їхній мінімальний вплив на атмосферні процеси. У порівнянні з традиційними джерелами, такими як вугілля чи нафта, використання відновлюваних джерел, таких як сонячна та вітрова енергія, не викидає значну кількість парникових газів, що призводять до зміни клімату. Це сприяє збереженню якості повітря та здоров'я населення, оскільки зменшується вплив засмічення повітря шкідливими речовинами, такими як  $\text{SO}_2$  та  $\text{NO}_x$ .

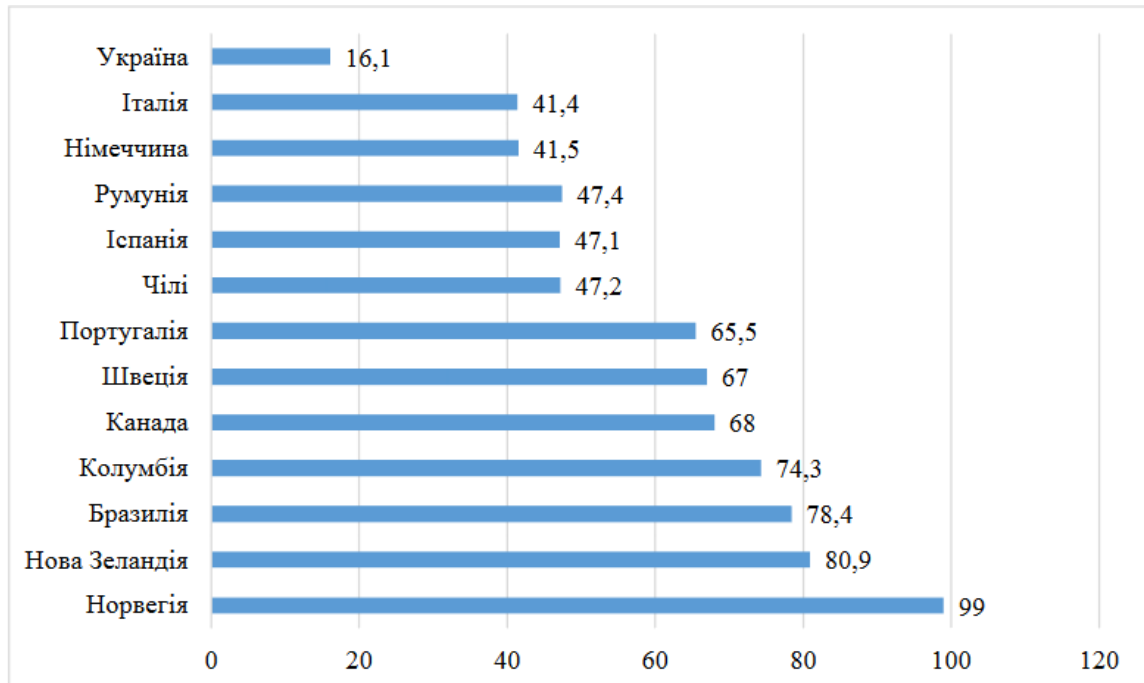
Використання відновлюваних джерел енергії сприяє мінімізації негативного впливу на навколишнє середовище. Велика частина сучасних технологій відновлюваної енергії, таких як сонячні панелі чи вітряні турбіни, не вимагає великих територій чи експлуатації природних ресурсів. Це дозволяє зберігати природний ландшафт, уникати екологічного знищення та забезпечувати біорізноманіття.

Найбільша частка ВЕД у виробництві електроенергії спостерігається в Латинській Америці, далі йде Тихоокеанський регіон, Європа. Є країни, в яких частка відновлювальних джерел енергії більше 90 %.

Розвиток відновлюваних джерел енергії вимагає постійного покращення технологій та інновацій. Це стимулює впровадження нових технологій, які сприяють підвищенню енергетичної ефективності та забезпечують більш сталий енергетичний розвиток. Інновації у галузі відновлюваних джерел енергії можуть також перетворити енергетичний сектор, роблячи його більш гнучким та адаптованим до майбутніх викликів.

Використання відновлюваних джерел енергії допомагає розподілити джерела енергії та зменшити залежність від конкретних країн чи регіонів для

отримання паливних ресурсів. Це забезпечує більшу енергетичну безпеку та стабільність, оскільки країна може розраховувати на внутрішні ресурси та міжнародну співпрацю у розвитку відновлюваних джерел.



\*джерело: складено автором [15]

Рис.1.2. Питома вага частки ВЕД у різних країнах світу, % за 2022 рік

Загальною метою використання відновлюваних джерел енергії є створення стійкої, ефективної та екологічно чистої енергетичної системи, що враховує потреби сучасного покоління без шкоди для можливостей майбутніх поколінь. Перехід до відновлюваних джерел є стратегічним кроком у напрямку сталого розвитку, який враховує екологічні, соціальні та економічні вимоги сучасного світу (табл 1.9).

Збереження природних ресурсів та мінімізація екологічного впливу є ключовими аспектами стратегії переходу до сталої та екологічно чистої енергетики, яка сприяє збалансованому розвитку сучасного суспільства.

Характеристики використання відновлюваних джерел енергії: екологічна сталість, економічні аспекти та вплив на соціальний розвиток

Складова СР	Наслідки та прояви ВДЕ	Характеристика
Екологічна	Збереження природних ресурсів Мінімізація екологічного впливу Стимулювання інновацій та досліджень	Застосування відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Використання сонячної, вітрової та гідроенергетики для ефективного використання природних процесів. Уникнення видобутку та обробки традиційних паливних ресурсів. Можливість встановлення сонячних панелей та вітряних турбін на невикористаних ділянках та покрівлях будівель. Мінімізація земельного впливу завдяки розміщенню технологій на областях, що раніше застосовувались для інших цілей. Зменшення викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин завдяки використанню ВДЕ. Покращення якості повітря та зменшення впливу на здоров'я людей. Зменшення водоспоживання та використання води у відновлювальних процесах. Використання вторинних ресурсів у відновлювальних технологіях. Сприяння дослідженням нових технологій та методів для мінімізації екологічного впливу. Створення умов для виникнення та розвитку нових рішень для проблем стосовно використання енергії та екології. Глобальна співпраця для обміну інноваціями та досвідом у галузі використання відновлювальних джерел енергії. Створення стимулів для розвитку та впровадження нових технологій.
Економічна	Інновації та дослідження Створення робочих місць Незалежність від цін на енергоносії	Збільшення кількості робочих місць у секторі відновлюваної енергії. Незалежність від коливань цін на енергоносії та створення самостійності. Відмінність від традиційних джерел дозволяє уникнути змін цін. Зменшення ризиків від нестабільності цін на традиційні види енергії. Зменшення залежності від імпорту енергоресурсів. Збільшення конкурентоспроможності та економічна стійкість.

Соціальна	Локальний розвиток Професійний розвиток Сільські та віддалені регіони Соціальна інклюзія	Створення нових робочих місць на місцевому рівні. Забезпечення надійного доступу до енергії у віддалених та сільських регіонах. Розвиток кваліфікацій та навичок серед місцевого населення. Покращення життя в сільських та віддалених регіонах через доступ до енергії. Створення можливостей для участі у енергетичних проектах. Підвищення рівня соціальної стабільності та регіональної рівності.
-----------	---	--

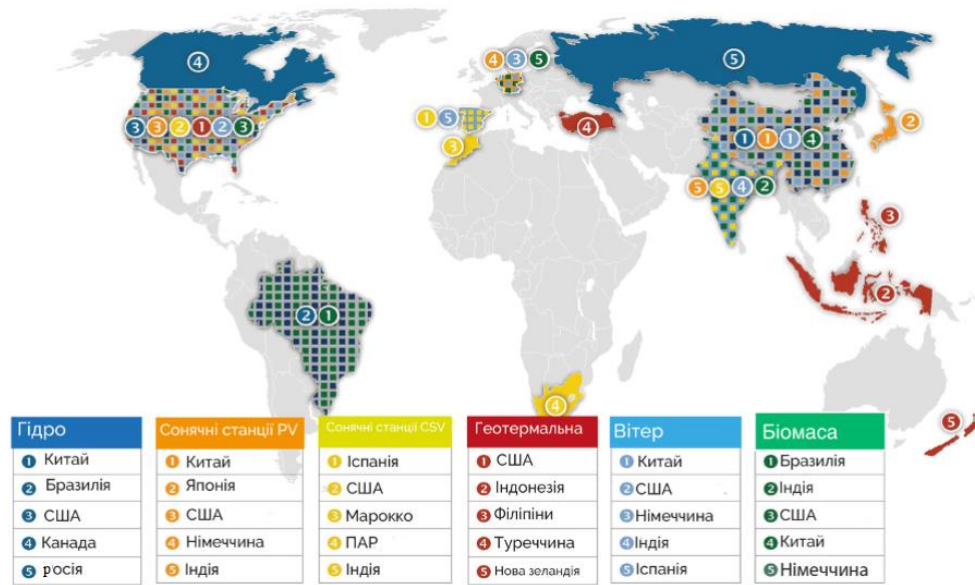
\*Джерело: складено на основі [16]

Використання відновлюваної енергії в електроенергетиці стає все більш актуальним і стратегічно важливим напрямом в розвитку сучасного енергетичного сектору. Зростання свідомості про екологічні проблеми та зменшення запасів традиційних енергетичних ресурсів підштовхує світ до переходу на більш сталі та екологічно чисті джерела енергії.

Економічні аспекти використання відновлюваних джерел енергії не лише сприяють створенню нових можливостей для інвесторів та підприємців, але й сприяють сталому розвитку, зменшенню залежності від традиційних джерел енергії та створенню стійкої та конкурентоспроможної економіки .

Впровадження відновлюваних джерел енергії стикається з рядом технологічних та інфраструктурних викликів, однак існують ефективні шляхи подолання цих труднощів, що включають в себе способи підтримки та розвитку альтернативних технологій.

Вирішення технологічних та інфраструктурних викликів при впровадженні відновлюваних джерел енергії може бути досягнуте шляхом державної підтримки, інвестицій у дослідження та розробку, а також створення умов для конкурентоспроможного ринку відновлюваних технологій.



\* джерело: 2018 Renewable Energy Data Book

Рис. 1.3. Рейтинг країни світу за потужностями відновлювальної енергетики за типами генерації на 2018 рік

Розгляд успішних ініціатив та країн-лідерів у використанні відновлюваних джерел енергії є ключовим для визначення оптимальних стратегій у сфері енергетики та досягнення сталого розвитку.

Для подальшого розвитку та впровадження альтернативних та відновлюваних джерел енергії важливо враховувати наступні аспекти:

- забезпечення постійного технологічного розвитку для підвищення ефективності та доступності альтернативних технологій;
- розширення інфраструктури для підтримки виробництва та постачання енергії з чистих джерел;
- врахування економічних аспектів для забезпечення ефективного впровадження та конкурентоспроможності альтернатив.

Отже, використання альтернативних та відновлюваних джерел енергії є ключовим компонентом сталого розвитку. Спільні зусилля у впровадженні та постійний розвиток технологій дозволять нам забезпечити ефективніше та екологічно безпечне майбутнє для всього суспільства.

## Висновки до розділу 1

На сучасному етапі розвитку людства проблема взаємодії енергетики і довкілля набуває нових ознак, впливаючи на величезні території, більшість річок і озер, на атмосферу й гідросферу Землі. Енергетичний сектор забезпечує енергією всі сфери життя. Він включає в себе такі процеси як виробництво, передача, розподіл та споживання енергії. Функції сектору включають забезпечення стабільності та надійності енергопостачання, розвиток нових технологій та зменшення викидів парникових газів. Розуміння його структури та функцій є ключовим для впровадження сталого та ефективного енергетичного управління.

Різні види енергетичних джерел мають різний вплив на навколишнє середовище. Традиційні джерела, такі як вугілля та нафта, спричиняють значні забруднення та викиди газів, що призводить до змін клімату. Альтернативні та відновлювані джерела, такі як сонячна та вітрова енергія, відзначаються меншим негативним впливом, що робить їх привабливими для сталого розвитку та збереження екосистем.

Альтернативні та відновлювані джерела енергії відіграють ключову роль у забезпеченні сталого розвитку. Заміна традиційних джерел на чисті та ефективні альтернативи допомагає зменшити викиди парникових газів та сприяє створенню екологічно чистого середовища. Розвиток та впровадження цих технологій є стратегічно важливим для сталого майбутнього, де енергетика грає ключову роль у забезпеченні потреб сучасного суспільства.

## РОЗДІЛ 2. ВПЛИВ ЕНЕРГЕТИЧНОГО СЕКТОРА УКРАЇНИ НА ДОВКІЛЛЯ

### 2.1. Енергетична система України: сучасні виклики та рішення

Галузь паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни відіграє важливу роль як в економіці країни, так і в системі державного управління. Це пов'язано не лише з технологічними особливостями електропостачання, такими як необхідність одномоментного (синхронного) балансування рівня генерування та споживання електроенергії. Крім того, це пов'язано з тим, що практично всі фізичні та юридичні особи країни безпосередньо залучені до процесу «виробництва-споживання», що призводить до монопольної залежності від інфраструктури електропостачання. Суспільство прагне мати модель функціонування електроенергетичної галузі, яка гарантує надійність, стабільність і прогнозованість електропостачання, а також мінімізує витрати на ці послуги. Для цього держава має створити необхідні засади через відповідні механізми.

Багато фахівців приділяють велику увагу дослідженню проблем реформування електроенергетичної галузі та аналізу моделей ринку електроенергії. У той же час дослідження того, як теоретичні моделі перетворюються на структурно-організаційну, інституційно-функціональну та фінансово-екологічну «реальність» залишається поза увагою. Для обґрунтування теоретичних і методологічних основ «успішності» впровадження нових моделей функціонування енергетичного сектору в Україні є надзвичайно важливим і необхідним дослідження зазначених аспектів. Це необхідно, оскільки існує багато перешкод у процесі реформування енергетичного сектору. прийняття Закону України «Про засади функціонування ринку електроенергії України» [17],



який є новою спробою створити нову модель роботи галузі після створення «оптового ринку електроенергії» (1995–1998 рр.) та періоду гальмування подальших реформ (2001–2012 рр.).

Україна отримала потужний енергетичний сектор і практику управлінської діяльності, засновану на державному контролі за галуззю та державній відповідальності за ефективність функціонування окремих підприємств. На «офіційному» політичному рівні, який включав депутатів і урядовців, було спільне переконання, що погашення боргу, надання пільгових кредитів підприємствам для підтримки їх роботи та забезпечення постачання енергоносіїв під гарантією уряду. У той час політика уряду була спрямована на надання преференцій, таких як урядові гарантії та несплата спожитих енергоресурсів, особам, які вважалися важливими для уряду [18].

Близько 50% паливних ресурсів (нафта, газ, уран, вугілля) використовуються для виробництва тепла та електроенергії. Електроенергія необхідна у всіх галузях промисловості.

Енергетика безпосередньо впливає на національну економіку. Достатня кількість електроенергії є рушійною силою прогресу підприємств і галузей промисловості. В окремих регіонах України Електроенергетика визначає територіально-виробничий комплекс і вектор регіонального розвитку.

В Україні існують такі типи електростанцій: теплові та теплоелектроцентралі, гідроелектростанції та гідроакумуючі станції, атомні, поновлювані джерела енергії (сонячна, вітрова тощо).

Енергосистема (сукупність електростанцій) виробляє електричну енергію між різними типами споживачів, потім транспортує і розподіляє її.

Розташування енергетичного комплексу залежить від паливно-енергетичних ресурсів і споживчого попиту. Розташування і забудова засновані на наступних принципах: поєднання концентрованого виробництва теплової та електричної енергії з освоєнням природних ресурсів.

Кількісного представлення виробників електроенергії в Україні: 4 атомні електростанції; 15 теплоелектростанцій, 2 з яких залишились на непідконтрольній території; 43 ТЕЦ, 10 з яких знаходяться на непідконтрольній території; основу гідроенергетики України становить каскад з 6 великих ГЕС на Дніпрі, а також Ташлицька ГАЕС на річці Південний Буг. Всього функціонує 8 ГЕС та 3 ГАЕС.

Найбільша українська СЕС встановлена в Нікопольському районі Дніпровської області і вона є другою за потужністю СЕС в Європі, а найбільша українська ВЕС знаходиться в Запорізькій області.

На сьогодні в Україні найдешевша електроенергія – атомна та гідро, найдорожча – «зелена» – з сонця, вітру. В кінці 2008 року в нашій країні для стимулювання розвитку відновлювальної енергетики з боку держави був прийнятий «зелений тариф». Згідно з ним електроенергія, отримана з альтернативних джерел, купується державою за тарифами, на порядок вищими за ринкову вартість. Така програма розрахована до 2030 року з поетапним зниженням вартості 1 кВт, а по її закінченню вартість зеленої електроенергії стане стандартною. Очікується, що у 2030 році частка виробництва електроенергії з відновлюваних джерел (включаючи великі гідроелектростанції) становитиме близько 25-30%.

Співвідношення джерел генерації та збалансованість енергосистеми надзвичайно важливі для енергетичної безпеки держави й мають гарантувати стабільне електропостачання країни за різних природних, техногенних, управлінських, соціально-економічних умов та зовнішньополітичних факторів (рис. 2.1 Принцип роботи Об'єднаної енергетичної системи України (ОЕС-У))

Відновлювані джерела енергії допомагають вирішити проблему кількості паливних ресурсів. Можна виділити наступні види нетрадиційних джерел енергії: сонячна, вітрова, Геотермальна, морська. В Україні використовується енергія сонця і вітру.



Рис. 2.1. Принцип роботи ОЕС-У

У 2017 році було прийнято закон про реформування енергетичного ринку України, який передбачає розділення виробництва, передачі та постачання електроенергії на окремі компанії, що сприятиме підвищенню ефективності та конкурентоспроможності енергетичного ринку.

В нижченаведеній таблиці можна побачити, як війна України та росії вплинула на енергетичний сектор України.

На сьогоднішній день Україна активно розвиває відновлювані джерела енергії, зокрема сонячну та вітрову енергетику, а також робить кроки в напрямку енергоефективності та зменшення використання вугілля та інших некорисних джерел енергії. Також продовжуються роботи над модернізацією та розширенням існуючих енергоблоків та будівництвом нових енергетичних об'єктів.

Одним з основних викликів, з якими зіткнулася енергетика України, є нестача інвестицій в розвиток та модернізацію енергетичної галузі. Україна шукає шляхи для приваблення інвестицій, зокрема за допомогою проведення реформ, створення сприятливих умов для бізнесу та залучення іноземних інвесторів.

Таблиця 2.1

## Вплив на енергетичний сектор України військових дій

Аспекти впливу	Вплив на енергетичний сектор в Україні
Постачання газу	Зменшення постачання газу з росії, пошук альтернативних постачальників, посилення розвитку власної газової інфраструктури
Транзит газу	Зниження транзиту газу через Україну з Росії, пошук альтернативних маршрутів транспортування газу
Постачання електроенергії	Ризик перебоїв у постачанні електроенергії з росії розширення власного виробництва та розвиток альтернативних джерел енергії
Вугільний сектор	Зміна постачання вугілля з росії, диверсифікація джерел постачання, розвиток власного вугільного сектору
Ядерний сектор	Незалежність від російських постачань ядерного палива, розвиток власної ядерної інфраструктури та співпраця з іншими країнами
Регулятивна сфера	Зміни в регуляторному середовищі, перегляд енергетичних політик та стратегій, посилення енергетичної безпеки

На сьогоднішній день, енергетична галузь України стикається з кількома проблемами, які впливають на її сталість, ефективність та розвиток. Основні проблеми, які можна виділити, включають наступне:

- Застаріла інфраструктура: Багато електростанцій та передавальних ліній в Україні є застарілими і потребують значних інвестицій для модернізації та підтримки. Це може впливати на надійність та ефективність енергетичної системи.

- Залежність від імпорту енергоресурсів: Україна має значну залежність від імпорту газу та інших енергетичних ресурсів, що створює ризики для енергетичної безпеки країни. Зменшення цієї залежності та розвиток власних відновлюваних джерел енергії стають важливими завданнями.

- Недостатня енергоефективність: В Україні існують значні можливості для покращення енергоефективності в будівництві, промисловості та громадському секторі. Недостатня увага до цього питання призводить до зайвих витрат енергії та забруднення навколишнього середовища.

- Висока забрудненість: Виробництво електроенергії з використанням вугілля та інших конвенційних джерел сприяє забрудненню довкілля. Необхідно активно працювати над переходом до екологічно чистих джерел енергії та розвитку відновлюваних джерел.

- Втрати енергії: Україна стикається зі значними втратами електроенергії під час транспортування та розподілу через застарілу інфраструктуру та технічні проблеми. Це призводить до економічних втрат та зайвого споживання енергоресурсів.

- Нестабільність енергетичного сектору: Політична та економічна нестабільність впливає на розвиток енергетичного сектору. Відсутність стабільної та прозорої енергетичної політики може створювати невизначеність для інвесторів та гальмувати розвиток галузі.

Усі зусилля в напрямку розвитку енергетики в Україні повинні бути спрямовані на забезпечення стабільного та ефективного функціонування енергетичної системи країни, а також на зниження негативного впливу на навколишнє середовище та підвищення енергоефективності.

Під час російсько-української війни в 2014 році та пізніше, енергетична система України зазнала серйозних труднощів. Окупація Криму та часткова блокада Донбасу призвели до втрати значної частини вугільних шахт та енергоблоків, які забезпечували роботу електростанцій на півдні країни. Крім

того, Україна втратила контроль над деякими енергетичними об'єктами, зокрема гідроакумулюючими електростанціями в Криму.

У цей час, Україна змушена була залежати від імпорту енергоресурсів, зокрема від росії, що ставило питання безпеки енергозабезпечення країни. Уряд України прийняв низку заходів для забезпечення енергетичної безпеки країни, зокрема реформування енергетичного сектору, підвищення енергоефективності, залучення інвестицій у розвиток відновлюваної енергетики та розширення енергетичної співпраці з країнами-партнерами.

Сучасна енергосистема України. На сьогодні Об'єднана енергосистема України (ОЕС-У) є одним з найбільших енергооб'єднань Європи, яке охоплює сім регіональних електроенергетичних систем (РЕЕС): Дніпровську, Західну, Кримську, Південну, Південно-Західну, Північну та Центральну, що взаємопов'язані системоутворюючими та магістральними лініями електропередачі (ЛЕП) 750 кВ і 330-500 кВ.

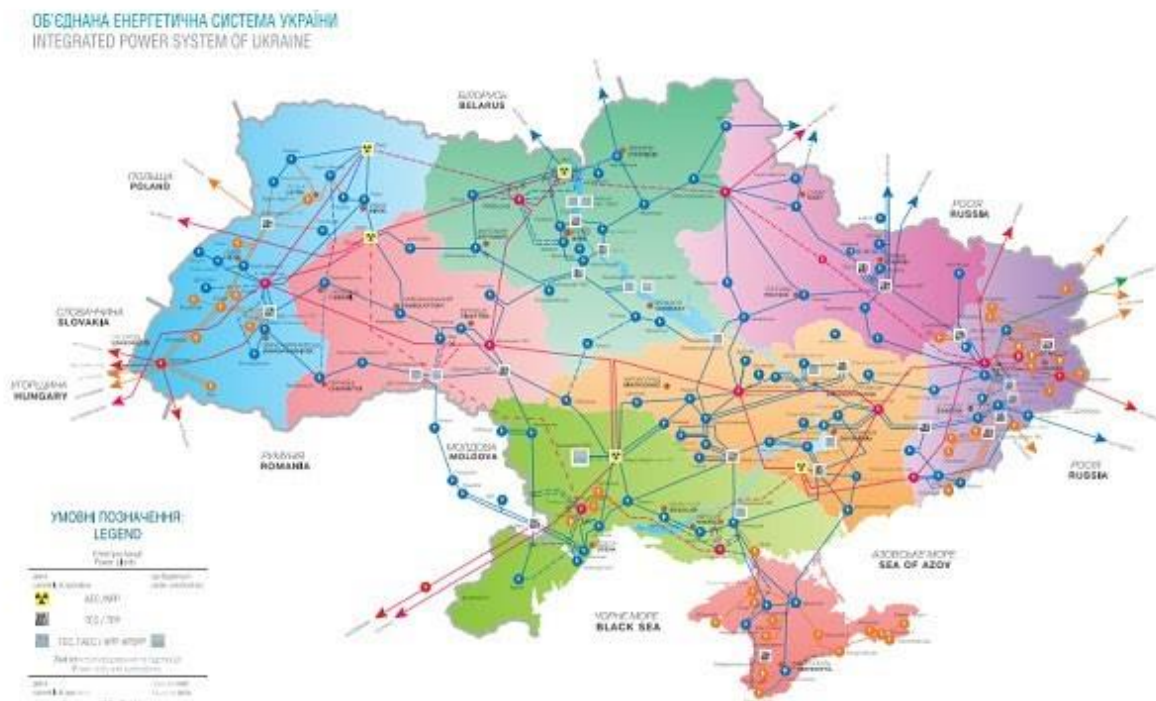


Рис. 2.2. ОЕС-У на мапі

До структури національної енергосистеми належать різні за типом електростанції, магістральні та розподільні мережі, розташовані на значній території та об'єднані загальним режимом виробництва, передачі та розподілу електричної та теплової енергії.

Режим роботи ОЕС України визначається на основі балансу виробництва та споживання електроенергії, ремонту електричних мереж та енергогенеруючого обладнання, а також можливості ліквідації надзвичайних ситуацій у випадку зупинки електроенергетичного обладнання на електростанціях та пошкодження магістральних ЛЕП. У вітчизняній енергосистемі працюють 413 виробників електричної енергії, з яких сім – потужних енергогенеруючих компаній забезпечують близько 90% всього виробництва, 40 підприємств з передачі електроенергії місцевими (локальними) електричними мережами та 147 компаній з постачання електричної енергії.

16 березня 2022 року відбулась історична подія: українська енергосистема було остаточно від'єднано від свого радянського минулого – енергомережі росії та білорусі. На тлі російського військового вторгнення, більш ніж на рік раніше запланованого терміну, енергосистема України була повністю синхронізована з енергомережою континентальної Європи ENTSO-E. Відповідне рішення було ухвалено об'єднанням системних операторів ENTSO-E 11 березня 2022 року. Після синхронізації Об'єднана енергосистема України працює стабільно, частота підтримується на рівні 50 ГЦ.

У 2021 році в Україні встановлено 731 МВт потужностей відновлюваних джерел енергії (ВДЕ), які отримали «зелений» тариф (Feed-in tariff), тоді як у 2020-му цей показник був майже вдвічі вищим – 1337 МВт, впливає з розрахунків Нацкомісії, що здійснює держрегулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП).

За даними регулятора, сукупна встановлена потужність об'єктів відновлюваної енергетики в Україні станом на кінець 2021 досягла 8451 МВт.

При цьому у 2020 році найбільше потужностей додалося у вітроенергетиці: було введено в експлуатацію 359 МВт вітроелектростанцій (ВЕС) - у 2,5 рази вище за показник 2020 року (144 МВт) і в 1,2 рази вище за показник введених в експлуатацію сонячних електростанцій (СЕС), які традиційно лідирують у галузі (286 МВт). Хоча у 2020 році промислових СЕС було запущено у 7,6 рази більше, ніж ВЕС, коли СЕС додали одразу 1102 МВт (вчетверо більше за показник 2021 року).

Таким чином, за результатами 2021 року ВЕС додали 27,3% потужностей, а СЕС – лише 4,8%.

На кінець 2021 року загальна потужність ВЕС становить 1673 МВт, промислових СЕС – 6226,9 МВт.

Водночас найбільший приріст у відсотковому співвідношенні продемонстрували ТЕС на біомасі: за результатами 2021 року вони додали майже 40%, встановивши 43,1 МВт плюс до 109 МВт на кінець 2020 року.

Тим часом потужність біогазових станцій зросла протягом року на 19,2%, до 124,1 МВт, малих ГЕС – на 3,3%, до 120,9 МВт.

За розрахунками Green Deal, виходячи зі статистики НКРЕКП, у 2020 році також найбільший приріст був у ТЕС на біомасі – плюс 42,3%, за ними йшли промСЕС – 22,7%, потім ВЕС та біогазові установки – 12,3% та 11 % відповідно. Малі ГЕС позаминулого року додали менше 3% – 2,45%. [19]

Як впливає з даних енергорегулятора, найбільші встановлені потужності ВЕС станом на кінець 2021 року розміщені в Запорізькій області (596 МВт), де знаходиться, зокрема, найбільша в Україні Ботієвська ВЕС (200 МВт) компанії «ДТЕК» та Херсонської області (583 МВт) із кількома станціями компанії Windkraft. Лідерами за встановленими потужностями сонячних електростанцій у 2021 році є Дніпропетровський (там розташована, зокрема, найбільша в Україні Покровська СЕС на 240 МВт компанії «ДТЕК») та Миколаївський регіони (там



працює найбільша в області СЕС «Прогресування» 148 МВт норвезької компанії Scatec) – 1139 МВт та 909 МВт потужностей відповідно.

Найбільші потужності малих ГЕС у 2021 році в Україні зосереджено у Вінницькій області – 24,7 МВт. Максимальні встановлені потужності електростанцій на біомасі у регіональному розрізі зафіксовані у Миколаївській області (27 МВт), на біогазі – у Хмельницькій (28 МВт).

На 2022-2023 роки, енергетика України продовжує розвиватися та модернізуватися згідно зі стратегією енергетичного сектору до 2035 року. Зокрема, Україна працює над зменшенням використання вугільного палива та збільшенням використання відновлюваних джерел енергії.

Одним з ключових проєктів є будівництво енергетичного мосту між Україною та Європейським Союзом, що дозволить забезпечити інтеграцію української енергетики з європейською системою та підвищити енергетичну безпеку країни. Україна також продовжує розвивати вітрову та сонячну енергетику, зокрема шляхом запуску нових електростанцій та підвищення їхньої потужності.

Крім того, Україна працює над забезпеченням енергоефективності та зменшенням споживання енергії у різних галузях економіки. Національна стратегія з енергоефективності передбачає зменшення використання енергії на 9% до 2025 року та на 25% до 2035 року порівняно з 2015 роком.

Зокрема, було зроблено значні кроки у напрямку розвитку сонячної та вітрової енергетики. Україна також стала більш активною у співпраці з Європейським союзом щодо підключення до європейських енергетичних мереж та диверсифікації джерел постачання газу.

Війна в Україні також має серйозний вплив на енергетичну інфраструктуру країни. Зокрема, були знищені лінії електропередачі та інші енергетичні об'єкти, що призвело до відключення електропостачання в багатьох населених пунктах. Уряд України вживав заходів для відновлення енергетичної інфраструктури на

тимчасово окупованих територіях, а також для забезпечення електропостачання в зоні конфлікту.

Запорізька АЕС в Енергодарі - найбільша атомна електростанція в Європі. З 4 березня 2022 року вона під російською окупацією. Потенційну загрозу ядерного вибуху на Запорізькій АЕС та його ймовірні наслідки часто порівнюють з аварією на Чорнобильській АЕС у 1986 році, найбільшою катастрофою в історії атомної енергетики.

Тоді внаслідок вибуху в реакторі був повністю зруйнований один з енергоблоків станції, а в атмосферу потрапила величезна кількість радіоактивних речовин.

Але порівнювати окуповану Запорізьку АЕС з Чорнобильською не дуже коректно щонайменше через те, що на станціях встановлені різні типи реакторів.

У Чорнобилі (ЧАЕС) був реактор типу РБМК - графітовий. Його активна зона містила значну кількість графіту, який грав роль уповільнювача нейтронів. Внаслідок аварії у графітовій кладці спалахнула пожежа, яка дуже вплинула на поширення радіації. Частина радіоактивного графіту вийшла за межі активної зони, помітно ускладнивши доступ до реактора.

Запорізька АЕС має реактор типу ВВЕР-1000 (водо-водяний). Водяний реактор працює наступним чином.

Ядерна енергія перетворюється на тепло під час ланцюгової реакції поділу урану, яка підтримується в активній зоні. Активна зона постійно охолоджується водою, яка також виконує роль сповільнювача нейтронів. Нагріта до високих температур вода виробляє пару, яка подається на турбіни для вироблення електроенергії.

При цьому насоси повинні постійно підтримувати циркуляцію води в контурі охолодження реактора, включаючи корпус реактора. В іншому випадку температура активної зони реактора може підвищитися до рівня, що призведе до розплавлення паливних елементів (як це сталося під час аварії на АЕС Фукусіма).

На Запорізькій АЕС реактор не займає багато місця і розташований в центрі енергоблоку, решту простору займають кран, паливний басейн і допоміжні системи.

Важливою відмінністю Запорізької АЕС від Чорнобильської АЕС є те, що реактор ЗАЕС має захисну оболонку (також відому як "контейнер"). Це велика закрита бетонна конструкція зі стінами завширшки більше одного метра.

Реактор на Чорнобильській АЕС не був захищений контейнером, тому вся радіоактивність, що вивільнилася внаслідок аварії та подальшого руйнування енергоблоку, потрапила в повітря.

Контейнер ЗАЕС повинен не тільки утримувати радіацію всередині енергоблоку, але й захищати його від зовнішніх впливів, таких як стихійні лиха, авіакатастрофи, терористичні атаки і вибухи.

Зрозуміло, що якщо на всіх енергоблоках ЗАЕС відбудеться відмова захисної оболонки і постраждають реактори, то відбудеться максимальний викид радіації. Постраждати можуть країни Східної Європи, Білорусь, прикордонні російські області Белгородська, Ростовська і Курська, а також анексований Крим.

Загалом, енергетична ситуація в Україні під час війни з росією залишається складною, проте країна продовжує здійснювати реформи та забезпечувати енергетичну безпеку. Незважаючи на труднощі, Україна змогла збільшити виробництво електроенергії за рахунок розвитку вітрової та сонячної енергетики, а також за рахунок запуску нових енергоблоків на теплових та ядерних електростанціях.

Уряд України також активно співпрацює з міжнародними організаціями та державами-партнерами, щоб забезпечити допомогу у покращенні енергетичної інфраструктури та забезпеченні енергетичної безпеки країни.

Крім того, війна на території України продовжує створювати загрозу для енергетичної безпеки країни, зокрема через можливі атаки на енергетичну інфраструктуру та відключення електропостачання в зоні конфлікту.

Під час російсько-української війни постраждала енергетична інфраструктура, саме найбільших збитків енергетика зазнала під час обстрілів 11 вересня, 10-19 жовтня, 22 жовтня, 31 жовтня, 16 листопада, 13 листопада, 23 листопада, 5 грудня, 29 грудня 2022 року та 26 січня 2023 року. Після цих завданих масованих обстрілів на енергетичні об'єкти України, наша держава зіткнулася із значними проблемами із електропостачання та вироблення електроенергії. Тому були задіяні адаптивні віялові графіки із відключення електропостачання в усіх областях України. особливо були жорсткими графіки в областях, в яких інфраструктура найбільше постраждала. Наразі стан енергетики в країні є складним і спостерігається дефіцит електроенергії, який частково покривається імпортом електроенергії із європейської енергосистеми, до якої ми підключилися.

6 червня 2023 року росія здійснила один з наймасштабніших екологічних і гуманітарних злочинів у новітній історії.

Підрив Каховської ГЕС матиме безпрецедентні наслідки не тільки безпосередньо для півдня України, хоча ситуація там дійсно найважча, але й, так чи інакше, для всієї країни.

Більше того, зміна рівня солоності і підвищення забрудненості Чорного моря впливає на екосистему всього Чорноморського регіону, а значить, і на екологічну ситуацію низки інших країн. Тож цей акт екоциду набуває міжнародних масштабів.

Водосховище забезпечувало енергію, питну воду, зрошення та річковий транспорт на півдні України. Руйнування призвело до затоплення населених пунктів, розташованих нижче за течією, та позбавлення громад, розташованих вище за течією, води, що вимагало термінової евакуації та надання гуманітарної допомоги. Різкий викид понад 18 кубічних км води протягом 4 днів спричинив скидання понад 14,7 кубічних км води з греблі, від чого постраждали 80 населених пунктів у чотирьох областях – Херсонській, Миколаївській,

Дніпропетровській та Запорізькій – що безпосередньо торкнулося 100 тис. жителів. Близько мільйона людей втратили доступ до питної води, а 140 тис. були позбавлені електроенергії. Масових збитків довкіллю було завдано у заповідних та лісових районах»

Прорив греблі Каховської ГЕС викликав екологічну катастрофу, внаслідок якої було затоплено 620 км суші, постраждало 333 тис. га природоохоронних територій та 11 294 га лісових територій, змінилася морфологія річки, спричинивши хімічне забруднення та руйнування довкілля. [20]

Енергетична галузь в Україні має значний вплив на економічний розвиток країни в сучасних умовах. Ось кілька ключових аспектів, які слід враховувати:

Енергетична безпека: Надійність постачання енергії є важливою передумовою для сталого економічного розвитку. Україна, як країна з великим споживанням енергії, залежить від своїх внутрішніх енергетичних ресурсів та зовнішніх джерел енергії. Розвиток енергетичної галузі сприяє забезпеченню стійкого постачання енергії, зменшенню ризиків зупинки виробництва та зниженню залежності від імпорту енергоресурсів.

Інфраструктура та промисловість: Розвиток енергетичної галузі вимагає великих інвестицій у будівництво та модернізацію енергетичної інфраструктури. Це стимулює розвиток будівельної та промислової галузей, сприяє створенню нових робочих місць та залученню інвестицій. Збільшення потужностей електростанцій, будівництво мереж передачі та розподілу енергії, розвиток виробництва обладнання та технологій — це всі приводи для росту промисловості та економіки.

Розвиток відновлюваної енергетики: Відновлювана енергетика стає все більш важливою у сучасному світі, де зростає свідомість про екологічні проблеми та потребу в зменшенні залежності від вуглеводневих палив. Україна, яка має значний потенціал відновлюваної енергетики, зосереджує зусилля на розвитку сонячної, вітрової, гідроенергетики та інших джерел. Це сприяє створенню нових

робочих місць, залученню інвестицій та зменшенню викидів шкідливих речовин в атмосферу.

Покращення енергоефективності є одним з пріоритетних напрямків в енергетичній галузі. Застосування сучасних технологій та методів енергозбереження допомагає знижувати споживання енергії в промисловості, будівництві та громадських будівлях. Це призводить до зменшення енергетичних витрат підприємств, підвищення їх конкурентоспроможності та зниження витрат для населення.

Енергетична галузь вимагає постійного розвитку та впровадження нових технологій. Інвестиції в наукові дослідження, розробку нових матеріалів, енергоефективних технологій та систем управління є важливим чинником розвитку енергетичної галузі та стимулює інновації в інших галузях економіки.

Усі ці аспекти в сукупності сприяють створенню стійкої та ефективної енергетичної системи в Україні, яка підтримує економічний розвиток країни. Важливо зазначити, що енергетичний сектор потребує комплексного підходу, включаючи законодавчу підтримку, інвестиції, регулювання та співпрацю з іноземними партнерами для досягнення успіху в цій сфері.

В Україні спостерігається перехід до більш сталої та екологічно чистої енергетичної системи. Дослідження використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та порівняння їх із традиційними джерелами є ключовим аспектом сучасної енергетичної стратегії України.

Виснаження технічних ресурсів, необхідність термінового оновлення енергетичного обладнання теплових електростанцій та атомних електростанцій, відсутність коштів у Державному бюджеті України для вирішення цих проблем. У глобальному сенсі традиційна енергетика, що використовує для виробництва енергії тільки викопне паливо (вугілля, газ) і атомні електростанції, привела до кризових явищ (зміна клімату, забруднення навколишнього середовища).



альтернативна, сильно постраждала. Зрозуміло, що після повномасштабного вторгнення Росії безпека була найважливішою причиною [21].

Українська економіка характеризується надзвичайно низькою енергоефективністю. Це є результатом низки причин, включаючи структуру промислового виробництва, в якій переважають енергоємні металургійна та хімічна галузі, а також виробничо-технологічну базу, яка значною мірою успадкована з радянських часів і орієнтована на тодішні низькі внутрішні ціни на нафту і газ. Донедавна доступ України до дешевих поставок природного газу не сприяв його економічному використанню, але країна втратила цю можливість через великий борг і затримки з його погашенням, що змусило її витратити більше і використовувати більше газу власного видобутку протягом року. Втрати енергії при транспортуванні та розподілі також є значними.

Статистичні вимірювання виробництва, перетворення та споживання енергії базуються на міжнародних стандартах класифікації енергоносіїв, одиниць вимірювання та перерахунку енергетичних величин. Згідно з методологією Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), загальний обсяг енергетичних ресурсів (первинних і вторинних) і загальне енергоспоживання країни визначаються в умовних одиницях, виходячи з теплоти згоряння енергоносіїв і єдиної одиниці виміру - однієї тонни нафтового еквівалента - toe (tons of oil equivalent) [22].

В умовах переходу на світові ціни на енергоносії, енергетичної і екологічної криз найважливішим завданням, що стоїть перед керівником кожного підприємства та фірми, є підвищення енергоефективності використання енергоресурсів. Ситуація в багатьох регіонах України є критичною, як показано в табл. 2.2 по індексам енергоспоживання, і сьогодні потрібно швидкі і рішучі дії із зміни існуючого положення. ОЕСР – (Організація економічного співробітництва та розвитку) СНД (Співдружність Незалежних Держав)



Індекси енергоспоживання у порівнянні із країнами світу\*

Країни	Індекс сумарного енергоспоживання	Індекс споживання електроенергії	Коефіцієнт випередження споживання електроенергії
Увесь світ	1,36	1,88	1,4
США	0,19	1,52	1,3
Канада	1,23	1,52	1,2
Японія	1,48	1,8	1,2
Китай	1,86	3,75	2
ОЕСР	1,25	1,63	1,3
СНД	0,89		

Найбільш дохідливим і загально визнаним в світі узагальнювальним показником ефективності використання енергетичних ресурсів служить їх витрата на одиницю вироблюваного валового внутрішнього продукту (ВВП). Ці розрахунки по країнах проводяться Міжнародним енергетичним агентством (МЕА). Всі первинні енергетичні ресурси (виробництво, сальдо експорту і імпорту, зміна запасів) переводяться в умовний нафтовий еквівалент вказаний у табл. 2.3.

При цьому розраховується, скільки кілограмів палива в цьому еквіваленті витрачається на 1000 дол. ВВП. Причому, що треба відмітити, порівняльні дані переводяться з національних валют в долари США не по офіційному валютному курсу, а по найбільш правильних для міжнародних зіставлень паритетах купівельної спроможності (ППС). Ці паритети враховують реальні співвідношення цін на всі товари і послуги, а не лише по зовнішньоторговельних операціях, на які переважно орієнтовані офіційні валютні курси. У країнах з розвинутою ринковою економікою співвідношення національних валют по ППС і офіційних валютних курсах розрізняються трохи (плюс-мінус 5-10%). А в країнах, що розвиваються, і країнах з перехідною економікою, включаючи

Україну, ВВП в перерахунку по валютному курсу виявляється менше, ніж по ППС, до п'яти разів.

Таблиця 2.3

## Перехід до нафтового еквіваленту\*

Вид палива та енергії	Одиниця виміру	Калорійний еквівалент	Тонна нафтового еквіваленту
Кам'яне вугілля	т	0,726	0,7
Газ природний	куб.м.	1,15	0,932
Нафта, включаючи газоконденсат	т	1,43	1,018
Бензин автомобільний	т	1,49	1,05
Електроенергія ККД=100%	кВт-год	0,325	0,084
Теплова енергія	Гкал	0,172	0,10

\*Джерело: складено на основі [23]

Далі співвідношення показано в перерахунку на валютний курс. Однак саме за офіційним курсом долара Україна має сплачувати за імпортовані газ, нафту та нафтопродукти.

У 2021 році енергоефективність України була у 2,4 рази вищою, ніж у світі загалом, у 2,6 рази вищою, ніж у 26 країнах ОЕСР та у 3,1 рази вищою, ніж у 25 країнах ЄС.

За ефективністю споживання традиційних нафтових видів палива (у 2022 році) Україна відстає від Польщі у 2,4 рази, Словаччини - у 1,95 рази та Угорщини - у 2,9 рази. Розрив з провідними західноєвропейськими країнами ще більший: відставання від Франції - у 3,1 рази, від Італії - у 4,3 рази. Наші показники енергоефективності значно нижчі, ніж у найбільших країн світу, що розвиваються, - Китаю, Індії та Бразилії.

У 2021 році Україна спожила 140,3 млн тонн енергії в перерахунку на нафтовий еквівалент, що значно більше, ніж в інших країнах. Крім того, якби споживання енергії в Україні було середньосвітовим (210 кг нафти на 1000 доларів ВВП порівняно з 500 кг в Україні), то внутрішній попит на енергію

становив би лише 60 млн тонн замість 140 млн тонн. 2022 року середня ціна на нафту очікується на рівні близько 400 доларів США за тонну, вартість традиційної нафти може скоротитися на 32 мільярди доларів США, з 56 мільярдів доларів США до 24 мільярдів доларів США. Ці запаси є вражаючими для макроекономіки. Крім того, між 2018 і 2022 роками споживання енергії в Україні значно зменшиться з 720 км до 500 км на 1000 доларів США ВВП (2020: 640 км; 2021: 580 км; 2022: 570 км), тобто майже на третину.

За оцінками експертів з енергоменеджменту, потенціал енергозбереження України становить 48% від імпорту енергоресурсів. Найбільше енергоспоживання припадає на металургійне, хімічне та нафтохімічне виробництво. Таблиця 2.4 показує споживання первинної енергії в нафтовому еквіваленті.

У металургії найбільш енергоємним процесом є агломераційне доменне виробництво, на яке припадає до 70% енергоспоживання в усьому металургійному циклі.

У 2022 році фізичний ВВП України становив лише 48% від докризового рівня 2020 року, тоді як енергоспоживання в житлово-комунальному секторі (споживання домогосподарствами електроенергії, газу, опалення та гарячої води), на який припадає значна частка попиту на енергію, залишилося практично на рівні 2020 року.

## Витрата первинних енергоресурсів у нафтовому еквіваленті

Регіон, країна	За ПКС, млн. т.			За валютним курсом, млн. дол.
	2019	2020	2021	2022
Світ	240	220	210	320
Україна	720	640	500	3190
ЄС	180	160	160	200
ОЄРС – всі країни	210	200	190	200
ОЄРС-Європа	180	160	160	200
ОЄРС-Північна Америка	260	230	220	230
ОЄРС-Тихий океан	180	180	170	150
Африка	320	300	290	880
Латинська Америка	160	160	160	320
Близький Схід	370	360	370	650
Азія	210	200	190	710
Китай	320	220	230	850

\*Джерело: складено на основі [20]

Станом на травень 2023 року, через масовані атаки РФ Україна втратила 27 гігават (ГВт) встановлених потужностей енергогенерації. [24]

Під час війни не можна публікувати дані, які вказують на доступну робочу потужність електростанцій в енергосистемі. Однак ми можемо показати, як через російську агресію генерація втрачала встановлену потужність. Це показник того, скільки електроенергії максимально можуть виробити електростанції (за технічними документами), якщо в один момент увімкнути їх усі разом. В енергокомпанії зазначають що, наприклад, 1 енергоблок АЕС максимально може виробити 1 ГВт.

Так, у травні 2021 року на тимчасово окупованій території перебувало 4 ГВт встановлених потужностей, зокрема, великі Зуївська та Старобешівська ТЕС. Вони були окуповані ще у 2014 році.

За рік в травні 2022-го через повномасштабне вторгнення росії в окупації було вже 21 ГВт. Зокрема, й Запорізька АЕС, яка забезпечувала близько п'ятої частини виробництва електроенергії. Таким чином, в травні 2023 року після сезону масованих атак на українську енергосистему втрати встановленої потужності зросли до 27 ГВт .

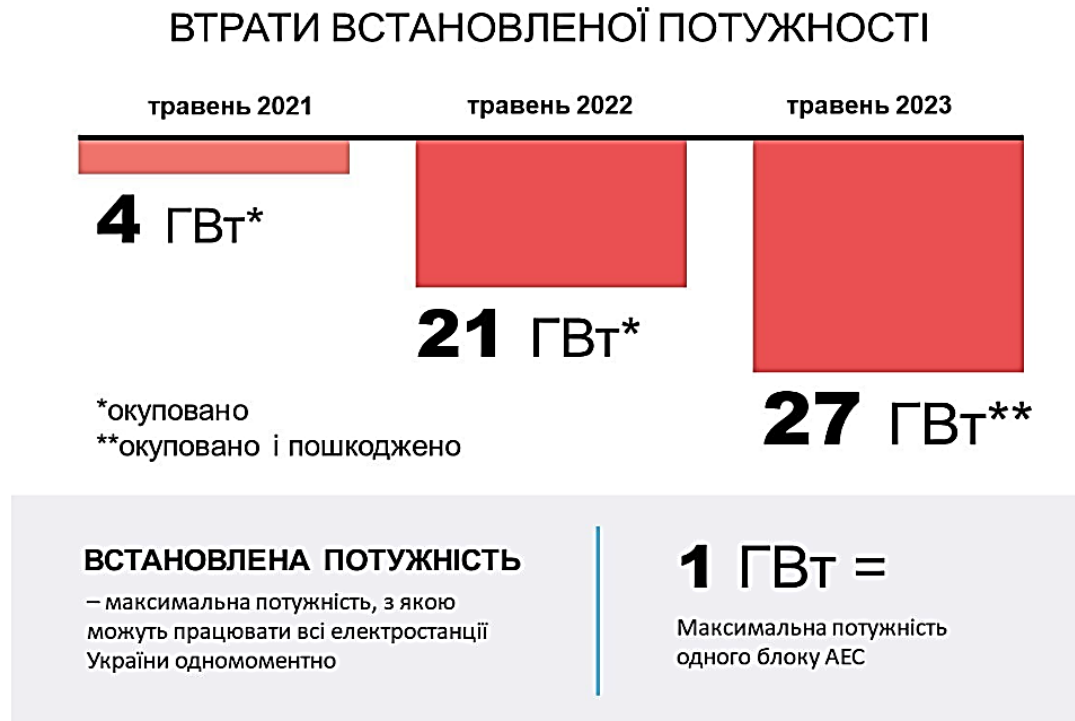


Рис. 2.4. Втрати потужності електроенергії після вторгнення рф

Наголошується, що енергетики відновлюють генерацію, де це можливо, готуючись до опалювального сезону. Ремонтувати можна лише відключені енергоблоки – а через наслідки повномасштабного вторгнення можливості їх компенсувати дуже обмежені. Цьогоріч ремонти на теплових електростанціях можуть тривати довше, оскільки вони зазнали суттєвих пошкоджень. Тож виробництво електроенергії тимчасово зменшується.

Енергетики також потребують допомоги від споживачів – особливо у вечірні години. Щоб забезпечити баланс в енергосистемі, варто перенести використання потужних приладів з 19-22 години на ніч чи день.

Укренерго обіцяє використовувати всі можливі резерви для того, щоб забезпечити енергоживлення в країні. Адже прогнозувати, попереджати та запобігати – невід’ємна частина роботи оператора енергосистеми будь-якої країни.

## **2.2. Аналіз впливу діяльності підприємств енергетичного сектору на елементи екосистеми**

Забруднення навколишнього середовища в Україні є актуальною проблемою, яка вимагає ретельного аналізу та прийняття ефективних заходів для збереження природи та забезпечення здоров'я населення. Цей підрозділ присвячений детальному аналізу забруднення повітря, води та ґрунту в контексті енергетичного сектору та інших промислових галузей.

Забруднення природного середовища – це невід’ємна складова сучасного економічного розвитку, особливо в контексті енергетичного сектору. Аналіз забруднення повітря, води та ґрунту дасть комплексний погляд на наслідки та виклики, пов’язані з виробництвом електроенергії та іншими промисловими процесами.

Забруднення атмосферного повітря визначено однією з ключових екологічних проблем країни у Законі «Про основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року». Основна частка викидів складається з оксидів азоту ( $\text{NO}_x$ ), двоокису вуглецю ( $\text{CO}_2$ ), діоксиду сірки ( $\text{SO}_2$ ) та пилу, проте високі концентрації поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ) та важких металів (хрому, нікелю, кадмію, свинцю та берилію) також регулярно реєструють у повітрі промислових міст.



Рис.2.5. Сумарна забрудненість природного середовища

Згідно зі звітом «Довкілля України» за 2020 рік Державної служби статистики України, на стаціонарні джерела припадає понад 60% викидів. Приблизно 90% зазначених викидів утворюють видобувна (~30%), переробна (~20%) та енергетична (~40%) галузі. Нестаціонарні джерела здебільшого пов'язані з автомобільним транспортом, на який припадає близько 35% від загального обсягу забруднення.

Хоча забруднення повітря є, безумовно, національною проблемою, існують регіони, які зазнають особливо сильного забруднення, зокрема, столиця м. Київ і великі промислові міста, такі як Харків (північний схід), Запоріжжя (на півдні центральної частини), Дніпро та Кривий Ріг (південний схід), а також Маріуполь і Одеса (південь). Донецька та Дніпропетровська області є найбільшими забруднювачами. У 2013 році на ці області припадало 42% від розрахункового обсягу викидів забруднюючих речовин у повітря.

Основна маса забруднювачів повітря утворюється у результаті спалювання органічних енергоносіїв (вугілля, нафти, газу, торфу, сланців, деревини). У містах до 60 % забруднень припадає на автотранспорт. Забруднення повітря стає великою соціальною і економічною проблемою для багатьох розвинутих країн, особливо для великих міст та промислових агломерацій. У промислових районах за добу випадає понад 1 т пилу на 1 км квадратний, у забруднених містах за рік більше як 1 кг на 1 км квадратний пилу і сажі.

Таблиця 2.5

Гранично допустимі концентрації деяких забруднюючих речовин  
атмосферного повітря

Забруднювач	Середній період	Граничне значення
SO <sub>2</sub>	1 год	350 мкг/м <sup>3</sup> , не можна перевищувати більше, ніж 24 рази на календарний рік
	24 год	125 мкг/м <sup>3</sup> , не можна перевищувати більше, ніж 3 рази на календарний рік
NO <sub>2</sub>	1 год	200 мкг/м <sup>3</sup> , не можна перевищувати більше, ніж 18 разів на календарний рік
	1 рік	40 мкг/м <sup>3</sup>
CO	Середнє значення за 8 год	10 мкг/м <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	24 год	50 мкг/м <sup>3</sup> , не можна перевищувати більше, ніж 35 разів на календарний рік
	1 рік	40 мкг/м <sup>3</sup>
PM <sub>2.5</sub>	1 рік	25 мкг/м <sup>3</sup>
O <sub>3</sub>	Середнє значення за 8 год	Не можна перевищувати більше 25 днів у рік, в середньому за 3 рок

Промислове забруднення атмосферного повітря створює велику небезпеку для здоров'я людей. Таке забруднення повітря різко посилюється у зв'язку із спалюванням величезної кількості вугілля, нафти, газу та викидів в атмосферу промислових відходів.



Викиди в атмосферне повітря в основному складаються з оксидів азоту (NO), оксиду вуглецю (CO<sub>2</sub>), діоксиду сірки (SO<sub>2</sub>) та пилю, високих концентрацій поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), важких металів, таких як берилій, кадмій, нікель, хром, свинець, які також постійно фіксуються у повітрі промислово розвинених міст.

Однією з основних причин забруднення повітря в Україні є вугільні електростанції. Енергетичний сектор здебільшого покладається на викопне та ядерне паливо. Понад 70% споживання первинної енергії припадає на різні види викопного палива, і більша його частина використовується на великих спалювальних установках. 34% електроенергії в країні виробляється величезним парком з 20 вугільних електростанцій із загальною кількістю 108 енергоблоків.

Всі вони були побудовані до 1976 року, жодна з них не має обладнання для сіркоочищення, а більшість з них не мають належним чином функціонуючих пилових фільтрів. Оскільки багато з них використовуються також для виробництва тепла, вони, як правило, розташовані в густонаселених районах, разом із супутніми об'єктами, такими як золовідвали.

Таблиця 2.6

## Викиди забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря

	2000	2005	2010	2015	2017	2018	2019	2020	2021**
Викиди забруднюючих речовин всього, тис.т	5908,6	6615,6	6678,0	4521,3	4230,6	4121,2	4108,3	3675,3	3788,8
Викиди забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення, тис.т	3959,4	4464,1	4131,6	2857,4	2584,9	2508,3	2459,5	2238,6	2242,0

\*\* - Попередні дані щодо загальної кількості викидів забруднюючих речовин по країні в цілому та від пересувних джерел забруднення.

\* Джерело складене автором на основі [25]

До стаціонарних джерел забруднення відносяться об'єкти енергетичного сектору економіки. Аналізуючи статистичні дані енергетичного балансу України [13], можна зробити висновок, що 98,89% енергії, виробленої на ТЕС отримано з вугілля. ТЕЦ виробили 66,83% електроенергії за рахунок природного газу, 20,75% – з вугілля та 12,42% – за рахунок інших енергетичних ресурсів (мазуту).

Використовуючи дані таблиці 2.7, було розраховано приведену кількість викидів шкідливих речовин до атмосферного повітря за джерелами енергії, що дозволяє розрахувати розмір еколого-економічних збитків для кожного з видів енергії за видами шкідливих речовин та надати еколого-економічну оцінку окремим джерелам енергії в Україні у 2019 році. Приведена кількість викидів CO<sub>2</sub> від стаціонарних джерел забруднення енергетичного сектору склала 21,29 млн. тонн.

Таблиця 2.7

Врахована кількість викидів CO<sub>2</sub> від енергетичного сектору України, 2019\*

Джерело енергії	Кількість виробленої енергії джерелом, МВт • год	Врахована кількість викидів CO <sub>2</sub> , на одиницю виробленої енергії, кг/МВт• год	Врахована кількість викидів CO <sub>2</sub> , тис. тонн
ТЕС	40 524 934	349,68	14 170,68
ТЕЦ	9 304 574	181,87	1 692,24
ГЕС	9 800 822	10,01	98,08
АЕС	80 503 375	66,0	5 313,22
МГЕС	23 373	9,01	0,21
ВЕС	107 829	7,01	0,76
СЕС	78 934	130,0	10,26
Всього:	-	-	<b>21 285,5</b>

\*розрахунок автора на базі [26].

Оцінка завданих еколого-економічних збитків визначається згідно наказу Міністерства енергетики та захисту довкілля України №639 [14].

ТЕС активно споживають повітря. Продукти згоряння, які утворюються, передають основну частину теплоти робочому тілу енергетичної установки, частина теплоти розсіюється в навколишнє середовище, а частина виноситься з

продуктами згоряння крізь димову трубу в атмосферу, де містяться оксиди нітрогену  $\text{NO}_x$ , Карбону  $\text{CO}_x$ , Сульфур  $\text{SO}_x$ , вуглеводні, пару води та інші речовини у твердому, рідкому та газоподібному стані.

Щороку вона викидає в повітря до 183 тис. тонн забруднюючих речовин: летючу золу, недопалене пилювате вугілля, сірчистий ангідрид, оксиди азоту, сполуки важких металів [27].

Ґрунти та води отримують свою порцію отрути через золошлакові відходи та скиди зворотних вод.

Найпоширеніші забруднювачі ґрунтів, що впливають на фізичні та хімічні процеси, ріст і розвиток рослин, функціонування наземних і водних екосистем, — мінеральні добрива, нафтопродукти, важкі метали, радіонукліди, пестициди.

Деякі з них цілеспрямовано вносить людина для забезпечення родючості ґрунту чи з метою захисту рослин. Без урахування доз, кліматичних умов, типу ґрунту це може спричинити їх накопичення, пригнічення життєдіяльності рослин і ґрунтової фауни, передавання по ланцюгах живлення та несприятливий вплив на здоров'я людини

Важкі метали — умовна назва металів, які мають щільність понад  $6 \text{ г/см}^3$ , відносну атомну масу понад 50 да, більшість з яких токсична джерелами надходження є ТЕЦ.

Навколо великих ТЕС забруднення відбувається в радіусі 10—20 км. Важкі метали вимиваються і з відвалів золи та шлаків ТЕС. Значно забруднені ґрунти поблизу пожвавлених автомагістралей (особливо свинцем, що входить до складу палива).

Аварії на АЕС забруднюють ґрунт радіоактивними ізотопами. Радіонукліди мігрують як поверхнею ґрунту, так і вглиб. Співвідношення між шляхами міграції зумовлене кліматичними умовами, сорбційними властивостями ґрунтів, діяльністю ґрунтових мікроорганізмів, розчинністю радіонуклідів, ступенем засвоєння рослинами [28]

Київська Дарницька ТЕЦ — робить те саме в столиці: повітря стає непридатним для дихання, а із золівдвалу вітер постійно зносить тонни пилу, що розсіюються околицями. І все це відбувається в густонаселеному районі міста, де люди частіше скаржаться на проблеми з диханням і де частіше діагностують онкозахворювання [27].

Серед ТОП-100 найбільших забруднювачів довкілля України чільне місце посідають 14 енергетичних підприємств – теплові електростанції і теплоелектроцентралі. Відокремлений підрозділ «Бурштинська ТЕЦ» ПАТ «ДТЕК Західенерго», Івано-Франківська область, місто Бурштин, ВП «Курахівська ТЕС» ТОВ «ДТЕК Східенерго», Донецька область, місто Курахове. Вуглегірська ТЕС ПАТ «Центренерго», Донецька область, місто Світлодарськ. ВП Запорізька ТЕС ПАТ ДТЕК «Дніпроенерго», Запорізька область, місто Енергодар. Відокремлений підрозділ «Ладижинська ТЕС» ПАТ «ДТЕК Західенерго», Вінницька область, місто Ладижини. Трипільська ТЕС ПАТ «Центренерго», Київська область, місто Українка. Структурна одиниця ПАТ «Донбасенерго» «Слов'янська ТЕС», Донецька область, місто Миколаївки. ВП Добротвірська ТЕС ПАТ «ДТЕК Західенерго», Львівська область, смт. Добротвір. ВП Криворізька ТЕС ПАТ ДТЕК «Дніпроенерго», Дніпропетровська область, місто Зеленодольськ. ДТЕК Придніпровська ТЕС АТ «ДТЕК Дніпроенерго», місто Дніпро. ВП «Луганська ТЕС» ТОВ «ДТЕК Східенерго», Луганська область, місто Щастя. [29]

Своїм рішенням 17 червня 2020 уряд визначив пріоритетне використання вугілля в якості основного палива на ТЕС. Тобто ресурсу, який найбільш шкідливий для екології і від якого поступово відмовляються в розвинутих країнах Євросоюзу. [30]

В Україні за рахунок потужного атомного енергетичного сектору (25% в постачанні первинної енергії та майже 50% у виробництві електроенергії) можна компенсувати зменшення використання вугілля. Проте, сьогодні воно має частку

в 30% від загального постачання первинної енергії. На жаль, судячи з тих рішень, які приймає влада, найближчим часом ця частка не лише не зменшиться, а навіть збільшиться.

Основними факторами впливу ТЕС на літосферу є осадження на її поверхні твердих часток та рідких розчинів продуктів викидів в атмосферу, споживання ресурсів літосфери, в тому числі вирубування лісів, добування палива, вилучення з сільськогосподарського обороту орних земель та луків під будівництво ТЕС та золо відвалів. Наслідком цих перетворень є зміна ландшафту.

Електростанція потужністю 100 МВт, працююча на вугіллі, навіть з можливостями нейтралізації до 80% двоокису сірки, буде мати річні викиди в атмосферу близько 5000 тонн  $SO_2$  та 10000 тонн  $NO_x$ . На поверхні Землі в районі електростанції утворюються близько 400 000 тонн золи, в якій приблизно 80 тонн важких металів, включаючи миш'як, свинець, кадмій, ванадій та ін. Теплова електростанція потужністю 1 000 МВт при спалюванні палива витрачає таку кількість кисню, яку виділяє 101 000 гектарів лісу.

Характерні забруднення ТЕС: золіві поля, теплові та хімічні забруднення водних басейнів, шумовий вплив на найбільші житлові райони (особливо у великих містах), електромагнітне випромінювання та ін.

У Чернігівській області вже зафіксували понад 100 епізодів, які пов'язані із забрудненням води внаслідок руйнацій мостів, ТЕЦ, підприємств і нафтоба [31]

Вплив атомної енергетики на природне середовище відносно невеликий: виробництво енергії на АЕС не супроводжується використанням кисню, забрудненням атмосфери CO,  $SO_2$ , золою, а викиди в атмосферу радіоактивних речовин значно нижчі від встановлених норм, ніж ТЕЦ (теплоелектроцентрально).

Широкомасштабне російське вторгнення в Україну створило численні екологічні ризики. 28 березня російський військовий конвой перетнув сильно забруднену територію «Рудий ліс» та підняв хмари радіоактивного пилу. За місяць російського вторгнення та окупації Зони відчуження там було виявлено

понад 30 осередків великих загорянь площею близько 10 287 га. Остання велика пожежа була площею 176 га.

Після окупації Зони відчуження інформацію про пожежі ми отримуємо зі супутникових знімків NASA та Європейського космічного агентства. І це лише великі пожежі. Ми не виключаємо існування значної кількості менших джерел загоряння. Холодна та волога погода сприяла тому, що ці пожежі, самозгасали. Але із підвищенням температури та відсутністю контролю над пожежною ситуацією найближчим часом очікується зростання пожежної небезпеки. Найбільше занепокоєння викликають дії, які проводили російські війська у сильно забрудненій зоні «Рудого лісу».

Основний фактор забруднення – радіоактивність. Радіоактивність контуру ядерного реактора обумовлена активністю продуктів корозії і проникнення продуктів поділу в теплоносії. Це стосується майже всіх речовин, які взаємодіють з радіоактивним випромінюванням. Прямий вихід радіоактивних відходів попереджається багатоступеневою системою захисту [32]

Найбільшу небезпеку становлять аварії АЕС і безконтрольне розповсюдження радіації. Аварія на ЧАЕС призвела до глобальної катастрофи, наслідки якої відомі всім і детально описані в науковій, технічній та популярній літературі.

ГЕС не забруднюють атмосферу, як теплові електростанції. Тому доцільне використання енергетичного потенціалу річок в структурі енергетичного балансу країни. Але створення водосховищ ГЕС пов'язано з великим впливом на рельєф, клімат, господарську діяльність людини в районах затоплення.

Гідротехнічне будівництво, яке проводиться в усіх державах світу для задоволення зростаючих потреб населення, промисловості, сільського господарства у воді, впливає на водні об'єкти. Воно призводить не тільки до позитивних, але й до негативних наслідків, які завдають непоправної шкоди

водним екосистемам, порушують їх природні умови, погіршують якість води, знижують біопродуктивність.

Таблиця 2.8

Екологічний вплив енергетичних об'єктів: викиди та негативні аспекти.

Об'єкт	Викиди	Вплив на навколишнє середовище
ТЕС	оксид вуглецю оксид азоту канцерогенні речовини діоксид сірки вуглеводи	В результаті обробки та використання води на ТЕС утворюються стічні води, що містять шкідливі речовини. Ці скиди чинять негативний вплив на живу природу, водойми і водотоки. Всі викиди і скиди ТЕС роблять шкідливий вплив на весь комплекс живий природи - біосферу.
АЕС	радіонукліди	Вони можуть викликати мутації, тобто змінювати генетичне будову клітини, порушувати протягом біохімічних процесів та ініціювати ракові захворювання
ГЕС	вуглекислий газ озон	Виснаження озонового шару призводить до підвищення рівня ультрафіолетового випромінювання і, як вже раніше вказувалось, може призвести до таких патологій, як рак шкіри, пригнічення імунної системи та катаракти.
Лінії електропередач та електричні підстанції	електромагнітні поля	Під впливом електромагнітних полів виникають істотні аномальні відхилення при передачі нервових імпульсів, що впливає на зміну вищої нервової діяльності, в тому числі й пам'яті у людей. Особливо високу чутливість до електромагнітних полів виявляє нервова система ембріона.
Теплотраси	парникові гази	Збільшення їх у нижніх шарах атмосфери веде до надмірного парникового ефекту, що є основною причиною глобального потепління та провісником екологічної катастрофи.

Основні фактори, які впливають на водні об'єкти при гідротехнічному будівництві, є водний режим, гідродинамічні та морфометричні характеристики, термічний режим, а також об'єм та вміст різних речовин, що знаходять з водами, які охолоджують теплові та атомні енергооб'єкти. Вони діють на абіотичні параметри та біоту водних екосистем, викликаючи гідрофізичні, гідрохімічні та гідро біотичні зміни, дуже впливаючи на процеси, що визначають якість води та біопродуктивність.

Наслідки впливу гідротехнічного будівництва на екосистеми водних об'єктів можна поділити на такі групи: морфометричні, гідрофізичні, гідрохімічні, токсикоекологічні та радіоекологічні, гідробіологічні та біопродуктивні параметри та параметри якості води.

Зміни гідрофізичних та морфометричних факторів дуже впливають на структурно – функціональні характеристики суспільств гідро біонтів, процеси біологічного самоочищення та забруднення, що призводить до зміни показників якості води, біопродуктивності, а виходячи з цього – і умов господарського використання річок.

В умовах постійного зростання економічних потреб та збільшення виробництва, питання сталості та збереження навколишнього середовища стають вельми актуальними. Одним із ключових аспектів, що визначає новий рівень економічної ефективності, є енергоефективність та зменшення енергоємності валового внутрішнього продукту (ВВП).

Зменшення енергоємності ВВП відображає стратегічний перехід до більш раціонального та відповідального використання енергетичних ресурсів. технологій та практик, спрямованих на оптимізацію енергетичних ресурсів.

За даними дослідницького центру Єврокомісії, у 2019 році Україна продовжувала скорочувати викиди CO<sub>2</sub> вони становили 196 млн т. Для порівняння в 2018 році викиди були на рівні 203млнт, в 1990 році — 783 млн т. В



2020 році викиди на душу населення становили майже 4,5 т на рік, проти 4,6 т роком раніше та понад 15т у 1990 році, тоді як середні світові викиди на душу населення становлять 4,9 т CO<sub>2</sub>.

В Україні практично до 2019 року була відсутня дієва система оподаткування викидів CO<sub>2</sub>. До 2019 року податок на викиди CO<sub>2</sub> був складовою екологічного податку і становив абсолютно символічну величину — лише 0,41 грн. за т викидів CO<sub>2</sub>. За такого розміру податку економічно вигідно було його заплатити, ніж впроваджувати енергоефективні технології. В 2019 році Україна збільшила розмір цього податку майже в 25 раз — до 10 грн (€0,32), а з 2020 року ще в три рази до 30 грн/т CO<sub>2</sub>. З великим запізненням майже через 30 років, лише після підписання угоди з ЄС про адаптацію української нормативної бази до вимог ЄС, в українській енергетичній політиці відбулися зміни та орієнтація на рекомендації ЄС.

Цей податок тепер сплачують підприємства, що мають річні викиди понад 500 тCO<sub>2</sub>. За даними Державної податкової служби в 2020 році його сплатили 7347 підприємств і доходи бюджету від податку за 2019 і 2020 роки становили відповідно 951 та 940 млн грн. Аналіз сплати викидів парникових газів на прикладі чорної металургії свідчать про те, що частка неоподаткованих викидів наближається до 50%, а викиди у транспортному секторі, які складають від 15 до 19%, взагалі залишаються за межами оподаткування. Ставка податку на CO<sub>2</sub> в Україні, навіть після її підняття, значно нижча, ніж у інших країн з зіставним рівнем економічного розвитку.

Неявна система оподаткування викидів CO<sub>2</sub> в Україні (а по суті фактична її відсутність протягом майже 30 років незалежності) реально не працювала.

Показники енергоємності ВВП та частки ВДЕ в енергобалансі України  
Ставка податку, €/т 0,37. Рік введення 2011. Енергоємність ВВП, тне/тис. дол.  
0,38, Частка ВДЕ в енергобалансі, 2019 рік 1, 8 %.

На сьогодні українські підприємства самостійно звітують про свої викиди, а для перевірки правильності звітування податкова служба може залучати фахівців Міндовкілля. Залежно від порушення передбачені штрафи, розміри яких коливаються від 170 грн до 75% суми несплаченого податку. Згідно з даними МВФ, реальна ціна викидів із вугільних станцій України з урахуванням усіх супутніх екологічних витрат становить не 30 грн/т, а майже 1000 грн/т CO<sub>2</sub>

Мета України — знизити викиди парникових газів до рівня 35% від викидів, які були у 1990 році, а до 2060 року — стати вуглецево нейтральною країною: тобто поглинати вуглецю не менше, ніж викидати в атмосферу потребує дієвих комплексних заходів щодо зменшення енергоспоживання та викидів парникових газів.

В Україні спостерігається значне збільшення інвестицій у відновлювану енергетику. В період з 2016 по 2020 рік встановлена потужність ВДЕ в Україні збільшилась майже у 4 рази і становила 7737 МВт станом на початку 01.01. 2021, та 8148 МВт станом на 01.06.2021. Частка сонячних електростанцій домінує в загальному енергетичному балансі ВДЕ і становить 7166 МВт. Вітрові електростанції займають друге місце — 1475 МВт

Станом на 2020 рік Україна досягла понад 11% частки ВДЕ в кінцевому енергоспоживанні, а до 2050 року в Національній економічній стратегії, передбачено досягти 25% електроенергії, виробленої з ВДЕ.[34]

Здійснений аналіз забруднення повітря, води та ґрунту, що виникає внаслідок діяльності підприємств енергетичного сектору, підтверджує наявність серйозних екологічних проблем. Високі рівні викидів та викидів у водойми та ґрунт справляють негативний вплив на природне середовище та здоров'я людей. Для вирішення цих проблем важливо впроваджувати сучасні технології та стратегії, спрямовані на зменшення впливу енергетичних підприємств на екосистему. Лише комплексні заходи можуть забезпечити стале та екологічно

безпечне функціонування даного сектору, зберігаючи природні ресурси для майбутніх поколінь.

### **2.3. Оцінка розвитку альтернативної енергетики в Україні**

Реформування українського енергетичного сектору є і залишатиметься ключовим чинником для зростання, гармонійного розвитку економіки країни. Україна виступає стратегічним гравцем у сфері транзиту енергії, є одним із найбільших виробників вуглеводнів у регіоні. Тому важливим аспектом енергетичної політики України повинно виступати реформування енергетичного сектору шляхом використання передового світового (в тому числі європейського) досвіду шляхом адаптування його до вітчизняних умов. В зв'язку із значним рівнем забруднення традиційної енергетики, великих масштабів руйнування енергетичної інфраструктури (як традиційної так і альтернативної) через війну з росією (енергетичний сектор постраждав чи не найбільше) необхідним є ефективне відновлення енергетики, зокрема її відновлювального сегменту. Зрозуміло, що окрім екологічного чиннику, після повномасштабного вторгнення росії на перше місце виступив безпековий [35].

Альтернативна енергетика є одним із пріоритетних напрямів структурних змін в енергонезалежності, економічного зростання та забезпечення сталого розвитку суспільства, а її становлення та функціонування сприяють досягненню таких ефектів:

– економічного: забезпечення активного використання усіх доступних джерел енергії, ресурсозбереження та зменшення енергоємності виробництва; скорочення залежності від зовнішніх чинників, локалізація ризиків енергопостачання на засадах самозабезпечення енергією, розвиток економічного потенціалу, зниження витрат на енергію в усіх сферах господарювання;

– технологічного – інноватизація виробничо-інфраструктурних процесів у побудові відносин із виробництва-споживання джерел енергії, розроблення й запровадження інноваційних технологічних рішень у сферу теплозабезпечення, оновлення енергогенеруючого обладнання, модернізація електростанцій та електромереж, «озеленення» інфраструктури утворення-розподілу енергії;

– екологічного – зниження антропогенного та техногенного впливу на навколишнє природне середовище, зменшення негативного навантаження на природне довкілля шляхом зниження рівня викидів і скидань шкідливих речовин і зменшення утворення небезпечних відходів, покращення екологічної ситуації;

– соціального – забезпечення доступу широких верств населення до відносно дешевих екологічних джерел енергії біологічного походження, утвердження соціально спрямованої моделі енергоспоживання, що ґрунтується на засадах впровадження критеріїв сталого розвитку територій, створення додаткових робочих місць.

Вищезазначені ефекти можна вважати перевагами відновлюваних джерел енергії – вони більш екологічні, відповідають пріоритетам сталого розвитку, функціонально перебувають у рамках «зеленого» зростання.

Незважаючи на незначну частку відновлювальних джерел в загальному виробництві енергії, в Україні існує великий потенціал в даній сфері, що перевищує рівень споживання енергоресурсів в декілька разів.

Роль відновлюваних джерел енергії у формуванні енергетичної незалежності поширюється і на таку категорію суб'єктів енергетичного ринку, як приватні підприємства, які потребують ефективного енергозабезпечення.

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 [35].

Однак, враховуючи надзвичайно високий потенціал (табл. 2.9), перспективи перед українською відновлювальною енергетикою є значними.

Таблиця 2.9

Динаміка та структура потужностей відновлювальної енергетики України протягом 2010–2021 рр.\*

Види	Значення за роки, МВт								
	2010	2011	2012	2013	2014	2018	2019	2020	2021
СЕС	1	30	334	563	485	1388	4836,5	6075,7	6381,1
СЕСд	0	0	0	0	0,5	157	533	779	1205,1
ВЕС	49	89	258	636	1175	533	1170	1314,1	1672,9
БіоЕС	0	10	18	32	61	98,4	103,2	106,3	120,9
БіогазЕС	0	0	0	5	39	40,9	96,4	103,1	124,1
мГЕС	193	203	172	286	250,6	63,4	87	108,7	151,8

\*джерело: складено на основі [36]

Дані таблиці 2.10 свідчать про суттєве недовикористання потенціалу встановлених потужностей, МВт у 2021 р.

Таблиця 2.10

Оцінювання річних показників технічно-досяжного енергетичного потенціалу основних напрямів освоєння енергії відновлюваних джерел в Україні\*

Види відновлювальної енергії	Потенціал встановлених потужностей, МВт	Обсяги генерування енергії у 2021 р., МВт	Частка використаного потенціалу у 2021 р., %
Сонячна енергія	82768	7586,25	9,16
Вітрова енергія	688000	1672,9	0,24
Енергія малих річок	376	151,8	40,37
Енергія біомаси	92078	245	0,27

\*джерело: складено на основі [36]

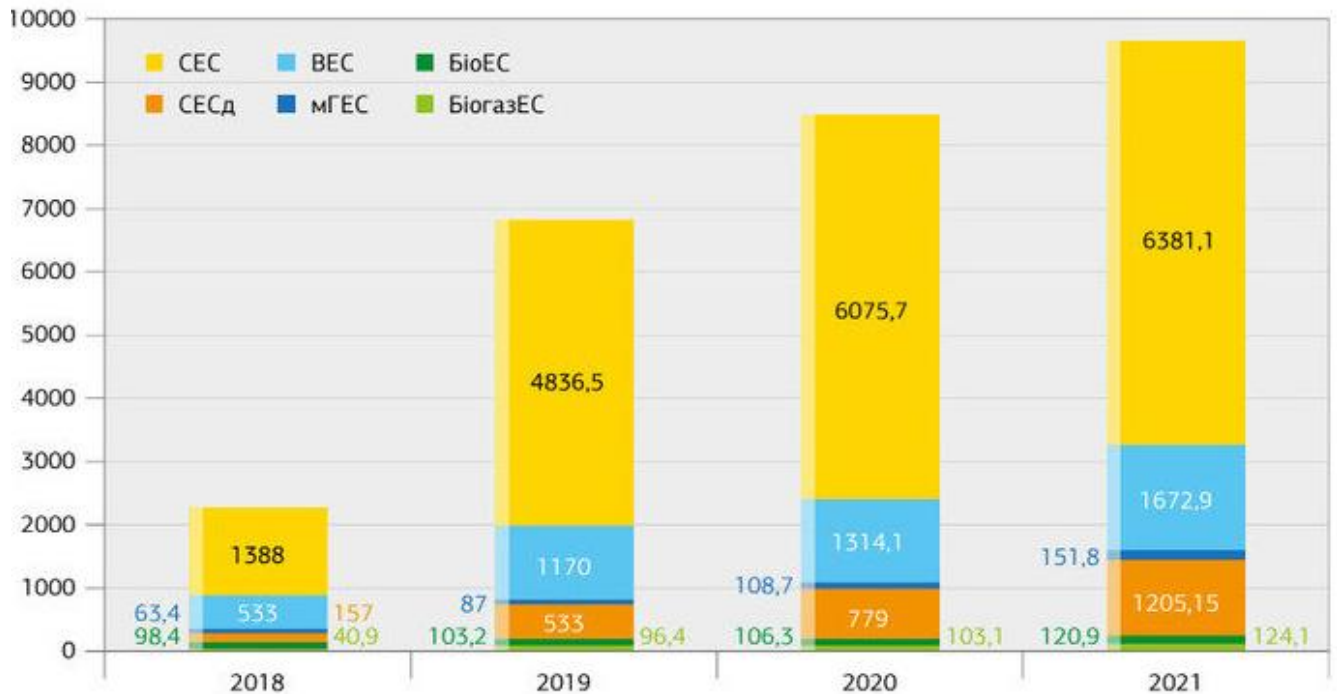
За даними НКРЕКП, станом на 31 грудня 2021 року, встановлена потужність сектору відновлюваної енергетики України досягла 9 655,9 МВт,

включно з сонячними установками для приватних домогосподарств (дСЕС), або 8 450,8 МВт - без дСЕС.

У 2019 р. Україна увійшла у ТОП-10 країн світу за темпами розвитку відновлюваної енергетики, а у 2020 р. - у ТОП-5 європейських країн за темпами розвитку сонячної енергетики. У тому ж 2019 р., у рейтингу Climatescope від Bloomberg New Energy Finance (Bloomberg NEF), Україна посіла почесне 8 місце (піднявшись з 63- го) серед 104 країн світу за інвестиційною привабливістю країни саме у питанні розвитку низьковуглецевих джерел енергії і будівництва «зеленої» економіки [8]. У 2021 р., Україна була на 48 місці за загального інвестиційного потенціалу держави серед 136 країн світу в рейтингу BloombergNEF [37]

Проте, треба зазначити, що, як і в минулі роки, активний темп розвитку у 2021 році спостерігався лише у одному сегменті — домашні СЕС, потужність яких в 2021 році зросла на 426,1 МВт, що становить 36,4% від нових потужностей ВДЕ, введених в експлуатацію минулого року. Таким чином, загальна встановлена потужність усіх сонячних систем домогосподарств наприкінці року досягла 1 205,1 МВт. На відміну від сектору СЕСд, промислова сонячна енергетика навпаки продемонструвала не найкращі показники розвитку, а скоріше їх скорочення.

У 2021 році потужності промислової сонячної генерації збільшились лише на 305,5 МВт (26,1% від нових потужностей ВДЕ, введених в 2021 році), що на 818,1 МВт або 3,6 разів менше показника 2020 року — 1 123,6 МВт. На кінець року сумарна встановлена потужність сектору сонячної енергетики країни склала 7 586,3 МВт (включно з СЕСд).[38]



\*джерело: ГС «УВЕА», НКРЕКП, 2021

Рис.2.6. Динаміка росту встановленої потужності об'єктів ВДЕ, які працюють за «зеленим» тарифом, МВт 2018-2021 рр.

Вітроенергетика залишалася другою, після сонячної енергетики, в національному секторі ВДЕ, за загальною встановленою потужністю. Проте необхідно зазначити, що саме вітроенергетичний сектор України додав найбільшу кількість нових потужностей до «зеленого» енергетичного міксу країни в минулому році. Частка вітроенергетичних потужностей, що були введені в експлуатацію у 2021 році, склала 30,6% або 358,8 МВт, що у 2,5 рази більше обсягу нових вітроенергетичних потужностей, введених у 2020 році (144,2 МВт). Таким чином, загальна встановлена потужність вітроенергетичного сектору на кінець 2021 року становила 1 672,9 МВт. До початку широкомасштабної війни, в Україні «зелену» електроенергію генерували 34 вітроелектростанції (ВЕС) або 699 вітрових турбін, середня одинична потужність яких становить 3,5 МВт.[38]



\*Джерело: ГС «УВЕА», 2021 [39]

Рис.2.7. Вітрові станції України станом на кінець 2021 року

Газова криза кінця 2021 та початку 2022 року підтвердила значні перспективи розвитку сектору біоенергетики України (біоЕС). На фоні рекордно високих цін на природний газ, саме біоенергетика здатна закрити частину дефіциту природного газу у питанні виробництва теплової та електричної енергій. Загалом, у 2021 році було введено в експлуатацію 21 МВт (або 1,79%) біогазових установок, що вдвічі більше показників 2020 року, і 43,1 МВт (або



3,68%) станцій на біомасі, що вдвічі більше приросту біоенергетичних потужностей 2020 року.[39]

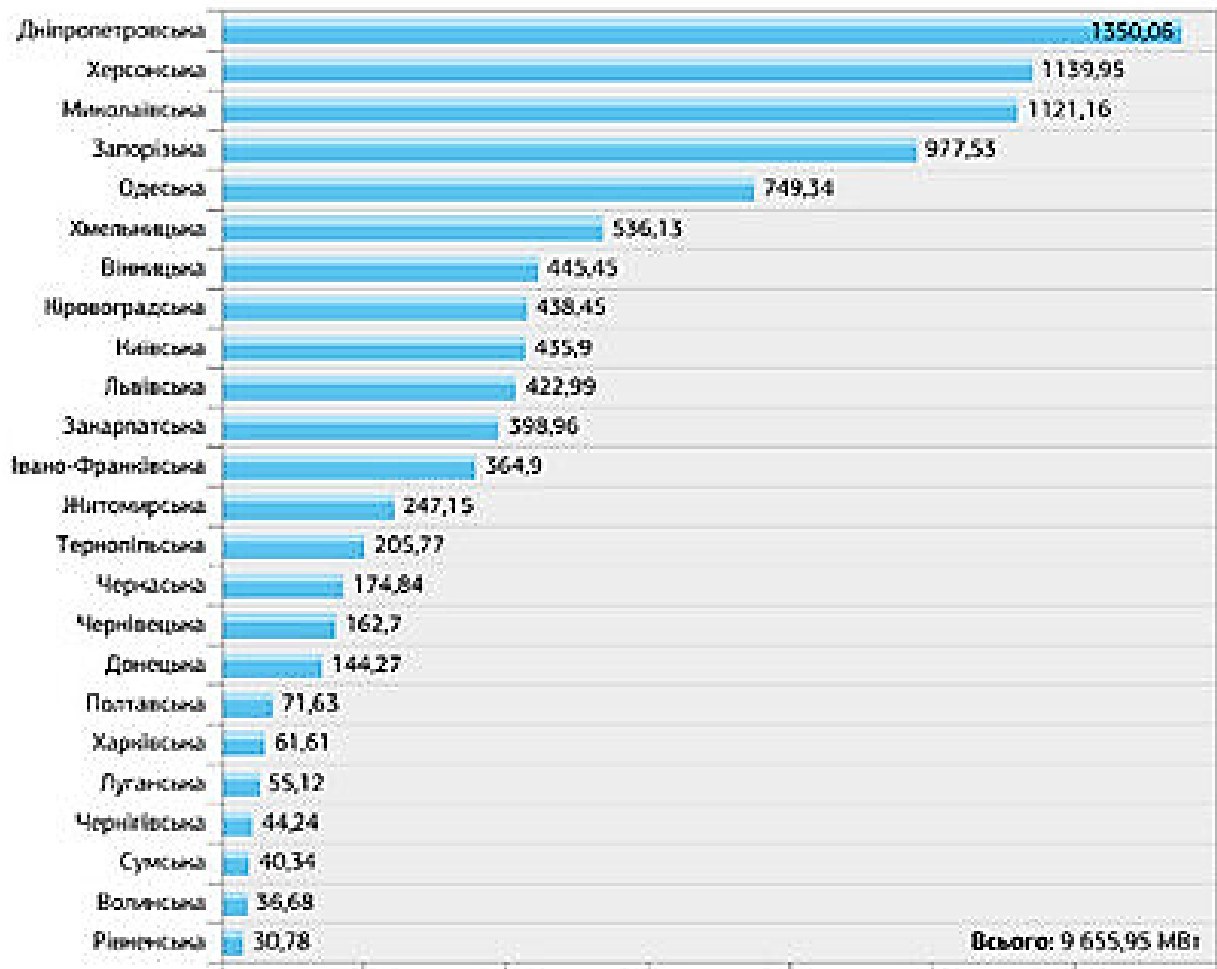
Частка потужностей малої гідроенергетики (мГЕС), що були введені в експлуатацію в 2021 році, складає 1,24% або 14,6 МВт.[39]

Географія розташування об'єктів ВДЕ різниться за відновлюваним джерелом енергії, що є природньо і відповідає природному потенціалу ВДЕ того чи іншого регіону. Якщо вітрові електростанції розташовані переважно в південному, південно-східному регіонах, в першу чергу на узбережжі Чорного та Азовського морів — приблизно 85%, то сонячна генерація поширена набагато ширше, проте знов таки, близько 60% промислових сонячних електростанцій зосереджені у південних та південно-східних областях України.

На початок 2022 року за загальною встановленою потужністю з ВДЕ лідерами серед усіх областей України є Дніпропетровська (1350,06 МВт), Херсонська (1139,65 МВт) і Миколаївська області (1121,16 МВт). На усі ці області припадає понад 37,3% усіх потужностей ВДЕ в Україні. Що стосується річного приросту, то найбільше нових об'єктів з ВДЕ у 2021 році було додано у Миколаївській (168,7 МВт), Одеській (149,1 МВт), Херсонській (145 МВт) та Запорізькій областях — 98,8 МВт. Цікаво зазначити, що саме ці чотири області, зокрема, лідирують й за встановленою вітроенергетичною потужністю [39].

Якщо розглядати питому вагу різних видів альтернативних джерел енергії, то найбільшу частку займає сонячна електроенергія (56 %) рис.2.8.

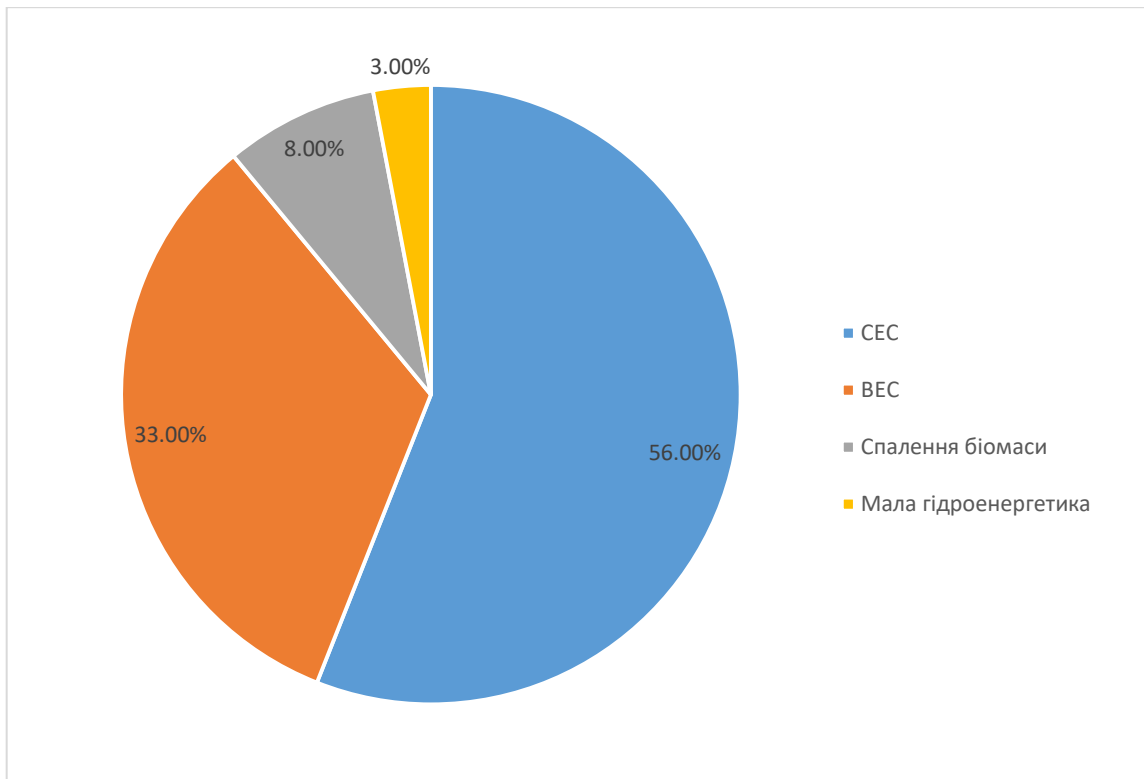
Завдяки своїм природно-кліматичним особливостям Україна володіє значним потенціалом використання енергії вітру, який мають Карпати, узбережжя Азовського і Чорного морів. Сьогодні найбільший виробник енергії вітру в Україні – це «Вінд Пауер», дочірня компанія ДТЕК. Її Ботієвська ВЕС, розташована в Запорізькій області, є найбільшою в Україні.



\* Джерело: ГС «УВЕА», НКРЕКП, 2021

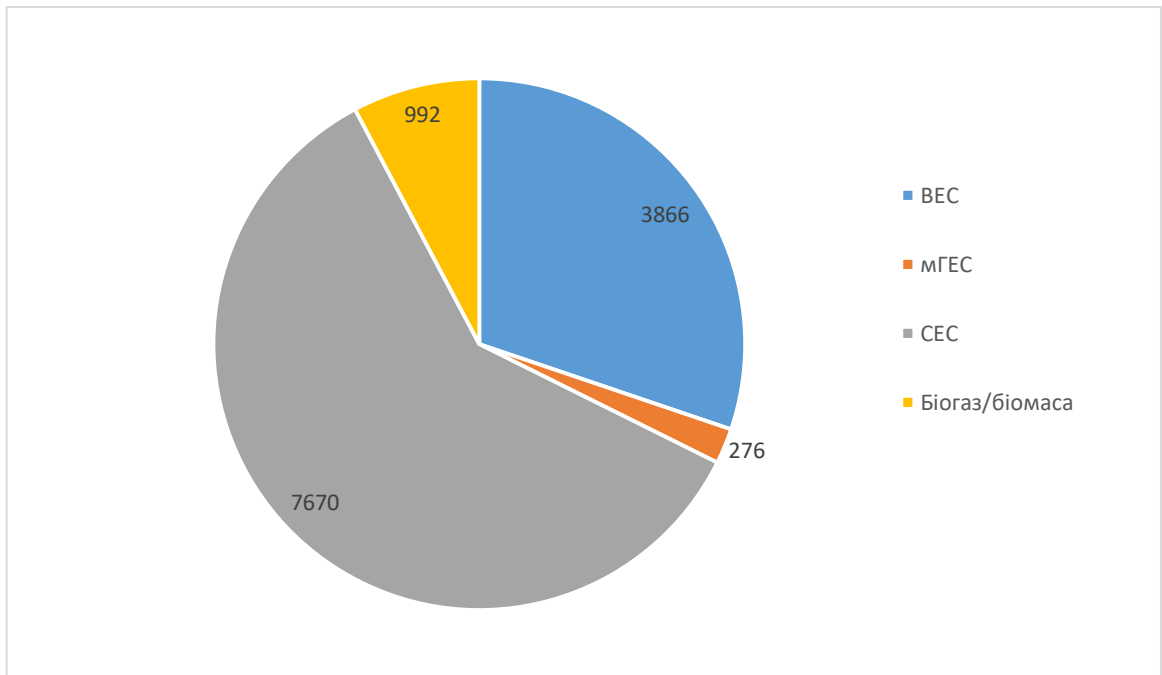
Рис.2.8. Встановлена потужність ВДЕ за областями материкової частини України станом на 2021 рік, МВт.

На другому місці Приморської ВЕС компаній ДТЕК ВДЕ та GE Renewable Energy. Ще один велетень вітрової енергетики України від компанії ДТЕК має загалом 52 вітротурбіни (моделі GE-130 та GE-137), Третя за потужністю ВЕС України розташується на землях Мирненської об'єднаної територіальної громади на площі 55 га.



\*джерело: складено автором на основі [37]

Рис.2.8. Питома вага ВДЕ в Україні у 2021 році, %



\*джерело: складено автором на основі [37]

Рис.2.9. Виробництво електроенергії, млн.КВт, 2021 рік

Таким чином, як і європейські країни, Україна поступово переходить на відновлювані джерела енергії. Зокрема, в Енергетичній стратегії України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» прогнозується до 2025 р. зростання частки відновлюваної енергетики до рівня 12% та не менше 25% – до 2035 р. [9].

Агресор росія у 2022-му окупувала 80% вітрових електростанцій. Компанія «Вітропарки України» Едуарда Мкртчана потужністю 169,2 МВт займає найбільшу частку на ринку генерації електрики з вітру на підконтрольних Україні територіях – 28%. На другому місці – ДТЕК ВДЕ завдяки Тигілульській вітроелектростанції потужністю 114 МВт, яку запустили навесні 2023-го. На третьому – Elementum Energy із вітропарками загальною потужністю 100 МВт. Більше половини цієї потужності компанія добудувала у 2023-ому. Це друга черга Дністровської ВЕС в Одеській області на 60,5 МВт.

До початку російської навали в Україні було 1683 МВт вітрогенерації. Під окупацію потрапили ВЕС потужністю 1317 МВт або 78% ринку.

На окупованих територіях залишились 498 МВт вітрогенерації ДТЕК ВДЕ Ріната Ахметова, 335 МВт «Віндкрафт Україна» шведського бізнесмена Карла Стурена і 248 МВт шведсько-норвезької Emergy, за даними Української вітроенергетичної асоціації.

2023 рік – третій в історії України за обсягом збудованих вітряків – 230 МВт. Більше було лише у 2019-му (637 МВт) та у 2021-му (358,9 МВт). Нові вітропарки будували три енергокомпанії: ДТЕК ВДЕ, Elementum Energy, Еко-Оптіма.

У 2024-2025 потужність вітрогенерації може зрости на 896 МВт. Найбільша паливна компанія України ОККО Віталія Антонова планує побудувати вітропарк потужністю 150 МВт, а виробник курятини «МХП» Юрія Косяка – потужністю 60 МВт . [40]

Було втрачено підчас окупації росією найбільшу в Україні сонячну електростанцію, яка була розміщена біля міста Токмак Запорізької області.

Площа станції сягає 96 гектарів, а потужність – 50 МВт. Вона була здатна забезпечувати електроенергією шість районів Запорізької області. Відомо, що станція – Токмак Solar Energy – найбільша сонячна електростанція в Україні. Її вводили в експлуатацію в 2018 році.

На півдні України зосереджено близько 70% потужностей вітрової енергетики країни та понад 50% сонячної. Частина з цих станцій, як, наприклад, СЕС у Токмаку, перебувають під окупацією, пошкоджені від обстрілів або захоплені.

Важливо зазначити, що відновлювальні джерела енергії, зокрема вітро- та сонячна енергія, мають значно менші викиди шкідливих речовин порівняно з традиційними джерелами енергії, такими як вугілля чи нафта.

Таблиця 2.12

Кількість викидів шкідливих речовин в атмосферне повітря за рахунок ВДЕ на етапі виробництва обладнання

Джерело енергії	Кількість шкідливих викидів до атмосферного повітря, г/МВт • год					Приведена кількість викидів CO <sub>2</sub> г/МВт • год
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	SO <sub>2</sub>	CO	В еквіваленті CO <sub>2</sub>
ГЕС	10 000	–	–	17	–	10 007,48
МГЕС	9 000	–	–	30	–	9 013,2
ВЕС	7 000 – 9 000	–	–	20 – 90	–	7 008,8 – 9 039,6
СЕС	98 000 – 167 000	–	–	0 – 340	–	98 000 – 167 340
Еквівалент у CO <sub>2</sub> , г	1	25	298	0,44	1,57	–

Звісно, всі усвідомлюють важливість традиційної генерації для енергосистеми України на даному етапі. Традиційна генерація несе базове навантаження системи і навіть в певний момент часу балансує виробництво

електростанцій відновлюваної енергетики через відсутність необхідних операційних потужностей та систем накопичення і зберігання енергії. Крім того, оскільки негайний перехід на відновлювану енергетику та пов'язані з нею "зелені" та безвуглецеві енергетичні технології технічно неможливі, ніхто не сумнівається, що традиційна енергетика продовжуватиме займати значну частку в енергетичному балансі України щонайменше до 2035 року.

На початку реформи спостерігалось активне звільнення від непрофільних активів з метою підвищення рентабельності електроенергетичного бізнесу, то поточні реалії диктують необхідність диверсифікації активів через недосконалість існуючих механізмів на ринках електроенергії та потужності. Безумовно, управління моновиробництвом легше піддається плануванню як з маркетингової точки зору, так і з ресурсною, але головна проблема компанії – відсутність ресурсів для оновлення основних засобів, а також вкрай висока капіталомісткість виробництва тепла та електроенергії. Створення додаткового прибутку за рахунок менш витратних та більш рентабельних напрямків бізнесу цілком виправдано.

Тим не менш, представники сектору відновлюваної енергетики регулярно змушені спростовувати маніпулятивну, а іноді й відверто неправдиву інформацію про екологічну безпеку, "екологічність" чи економічну привабливість традиційної енергетики, яку поширюють у суспільстві опоненти сектору відновлюваної енергетики. Ця тенденція особливо посилилася під час війни в Україні. Це пов'язано з тим, що представники традиційної енергетики та лобісти усвідомили, що решта світу робить ставку на відновлювані джерела енергії для забезпечення енергетичної самодостатності та зменшення залежності від російських енергоресурсів.

Наприклад, український уряд підтримав ухвалення Європейським парламентом Закону про інвестиційну таксономію ЄС. Ця таксономія визначає інвестиції в певні нові газові та атомні електростанції як сталі ("зелені"). Варто

зазначити, що такі країни, як Німеччина, Австрія, Іспанія та Люксембург, які історично мають велику частку традиційної енергетики (особливо газу) у своєму енергобалансі, проявили політичну волю і засудили це рішення, вважаючи, що воно призведе до виділення державних коштів на застарілі технології так і є.

Як ми вже зазначали, на глобальному рівні відбувається суттєвий перерозподіл джерел постачання енергії, що пов'язано одразу із декількома факторами:

1. Військова агресія росії проти України, що призвела до ухвалення одразу декількох пакетів енергетичних санкцій проти рф, як одного із провідних постачальників «класичних», викопних енергоносіїв і переорієнтацією провідних споживачів в країнах Європи на альтернативні джерела, а також на відновлення інших зав'язків у постачання енергоносіїв (Схід Євразії, США, Південна Америка) [24].

2. Зростання споживання електричної енергії, як основної енергії, що виробляється альтернативною енергетикою, внаслідок специфічності енергоринку України. Кількість поживання енергії скорочується, проте залишається відносно стабільним, внаслідок збільшення електрифікації регіонів та міст, впровадження електротранспортних послуг та зростання електроприладів у побуті.

3. Крім того, інвестування і розширення ринку вигідно через наявність значних площ з великим і привабливими енергетичним потенціалом: привабливим для використання — Чорне та Азовське моря, гірські території Українських Карпат, території Донеччини, Луганщини та Дніпровської області, а також Херсонська та інші південні області України .

4. Інтенсифікації технологічного та енергетичного обміну між країнами ЄС та Україною внаслідок підключення до енергосистеми континентальної Європи (ENTSO-E), перехід на європейську модель генерації, споживання та транспортування енергії .

З метою синхронізації української енергосистеми з європейською 24 лютого 2022 року НЕК «Укренерго», у день початку повномасштабної військової агресії Російської Федерації проти України, від'єднала українську енергосистему від мереж росії та білорусі. 16 березня 2022 року об'єднана енергосистема України приєдналася до об'єднаної енергосистеми континентальної Європи та стала частиною енергосистеми ENTSO-E (European Network of Transmission System Operators for Electricity — європейська мережа операторів системи передачі електроенергії). 26 квітня 2022 року у Варшаві відбулось підписання угоди про надання НЕК «Укренерго» статусу члена спостерігача ENTSO-E.

Синхронізація української енергосистеми з європейською сприятиме розвитку енергетичного ринку, підвищенню конкуренції, переходу на відновлювані джерела енергії та зміцнення енергетичної безпеки.

Зростаюча конкурентоспроможність ВДЕ вигідно поєднується з громадською думкою на користь чистої енергетики в Україні. У 179 країнах світу існують державні програми розвитку «зеленої» енергетики, а в 57 державах розробляються плани повної відмови від корисних копалин. Виражене прагнення більшості суспільств і держав до прискореного переходу на ВДЕ обумовлено не лише економічними та екологічними міркуваннями, а й не в останню чергу фактором геополітики, що є також пріоритетним і для України.

В основу рішення про використання відновлюваних джерел енергії потрібно покладати результати багаторічних спостережень (моніторингу) за станом навколишнього середовища в конкретних районах країни. Важливо, щоб одержувана в процесі моніторингу інформація включала всі параметри, необхідні для розроблення та розвитку конкретної енергетичної системи. Застосування рекомендацій (табл. 2.13 ) щодо реалізації наявного потенціалу для розвитку відновлювальної енергетики України за євроінтеграційних умов у післявоєнний період стане важливим для започаткування ефективної політики в цій сфері в Україні.



SWOT-аналізу в контексті аналіз впливу енергетичного сектору на навколишнє природне середовище України\*

Сильні сторони	Можливості
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Визначення ключових технологічних досягнень та їх вплив на зменшення негативного впливу на довкілля.</li> <li>-Розгляд переваг та можливостей для ефективного використання сучасних технологій у виробництві енергії.</li> <li>-Визначення видів природних ресурсів, які використовуються у виробництві енергії.</li> <li>-Аналіз можливостей раціонального використання природних ресурсів для забезпечення енергетичних потреб.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оцінка можливостей участі в програмах та ініціативах, спрямованих на зменшення викидів та підвищення енергоефективності.</li> <li>- Розгляд потенційних партнерів та обмін досвідом.</li> </ul>
Слабкі сторони	Загрози
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Аналіз основних джерел забруднення та їх вплив на довкілля.</li> <li>- Визначення слабких місць у системі очистки та зменшення викидів.</li> <li>- Аналіз потенціалу розвитку та використання відновлюваних джерел енергії.</li> <li>- Визначення переваг та можливостей в імплементації альтернативних джерел енергії.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Визначення конкретних аспектів змін клімату, що можуть впливати на енергетичний сектор.</li> <li>- Розробка стратегій адаптації до негативних впливів кліматичних змін.</li> <li>- Аналіз можливих змін в цінах на імпортовані енергоресурси та їх вплив на економіку та енергетичний сектор.</li> <li>- Розробка стратегій для мінімізації ризиків від цінової нестабільності.</li> </ul>

\*джерело: складено автором

Ключовими пріоритетами вітчизняної відновлювальної енергетики у післявоєнний період мають стати повне відновлення потужностей довоєнного стану, нарощування їх обсягу, диверсифікування енергетичних джерел, забезпечення гармонійної мобільності, енергетичної безпеки (як у фізичному так і економічному безпекових сенсах), зменшення рівня забруднення довкілля, біорозмаїття, формування відповідної аграрної політику тощо. Це повинно супроводжуватися оновленням законодавства, нормативних актів у сфері

управління відходами та рециркуляції, зокрема циркулярної економіки з метою стимулювання залучення зовнішніх інвестицій у проекти відновлювальної енергетики .

Перспективними напрямками використання альтернативних джерел енергії в Україні називають: вітроенергетику, біоенергетику, біопаливо, геотермальну енергетику, малу гідроенергетику, сонячну енергію [52].

Цей SWOT-аналіз надає стратегічний огляд факторів, які впливають на взаємодію енергетичного сектору та навколишнього середовища в Україні. Його результати можуть служити основою для розробки ефективних стратегій та прийняття рішень для збереження природи та забезпечення сталого розвитку.

Альтернативна енергетика, як перспективна для України галузь, потребує державної підтримки для забезпечення стабільного її розвитку. Світовий досвід використання різних механізмів державної підтримки розвитку альтернативної енергетики повинен бути врахований при виробленні державної політики в цій галузі, серед них пріоритетними є «зелений» тариф, «зелені сертифікати», компенсації, інвестиційні гранти, пільгове оподаткування, субсидії та низьковідсоткові кредити.

Внаслідок вторгнення російських військ в Україну противник нещодавно завдав окремого ракетного удару по цивільній інфраструктурі великих міст, на додаток до людських втрат та знищення матеріалів.

Ця таблиця надає структурований огляд аспектів забруднення повітря, води та ґрунту в Україні, а також вказує на можливі стратегії та заходи для подолання проблем у цих областях.

Способи мінімізації та контролю забруднень. В даному контексті можна визначити кілька ключових аспектів, які спрямовані на зменшення негативного впливу енергетичного сектору на навколишнє середовище.

## Заходи з мінімізації та контролю забруднень в енергетичному секторі

№ з/п	Спосіб мінімізації та контролю забруднень	Характеристика заходу
1	Енергоефективність	Впровадження технологій для зменшення споживання енергії.
2	Використання відновлюваних джерел енергії	Перехід до сонячної, вітрової, гідроенергетики та інших ВДЕ.
3	Модернізація енергосистем	Апгрейд існуючих систем для підвищення ефективності та зменшення викидів.
4	Зменшення емісій газів	Використання технологій зменшення викидів парникових газів.
5	Управління відходами	Збір та переробка відходів від енергетичного виробництва.
6	Стимулювання досліджень і розвитку	Фінансування досліджень нових технологій для зменшення забруднень.
7	Екологічні норми та стандарти	Впровадження строгих екологічних нормативів для енергетичних підприємств.

Перспективи відновлювальної енергетики України за євроінтеграційних умов у післявоєнний період залежатимуть від планування її відновлення та подальшого гармонійного (сталого) розвитку. Зокрема важливим є формування сприятливих умов даного розвитку, забезпечення фінансової зацікавленості приватних інвесторів (передусім іноземних) у вкладенні коштів в відновлювальну енергетику, орієнтація на при ватну підприємницьку ініціативу в реалізації завдань розвитку паливно-енергетичного комплексу, розвиток державно-приватного партнерства у сфері відновлювальної енергетики тощо. Стратегія розвитку відновлювальної енергетики визначатиме функціонування післявоєнної енергетичної системи України. Для успішного розвитку відновлювальної енергетики в сучасних умовах при розробленні стратегій повинен враховуватися фактор невизначеності.

## Висновки до розділу 2

Сучасний енергетичний сектор України характеризується різноманітністю джерел енергії та експлуатацією різних технологій. Країна має значні резерви вугілля, яке становить основу енергетичного виробництва, але також активно розвиває альтернативні джерела, зокрема відновлювану енергію. Значний внесок у загальний енергетичний баланс роблять атомні та гідроенергетичні станції. Однак сучасний енергетичний сектор також стикається з викликами, такими як нестабільність постачання, низька енергоефективність та питання сталої розвитку, що вимагає комплексного аналізу та стратегічних рішень.

Аналіз забруднення повітря, води та ґрунту в Україні свідчить про серйозні проблеми, пов'язані з діяльністю підприємств енергетичного сектору. Забруднення повітря, яке виникає внаслідок викидів різноманітних шкідливих речовин, включаючи вуглець, оксиди азоту та сірки, має прямий вплив на якість атмосферного повітря та стан здоров'я населення. Зокрема, велика частина викидів пов'язана з роботою енергетичних установок та транспортних засобів, що вимагає ретельного аналізу та прийняття заходів для зменшення негативного впливу.

Забруднення води та ґрунту, яке виникає внаслідок стічних вод та викидів від промислових об'єктів, також є серйозною проблемою. Хімічні та бактеріальні забруднення водних ресурсів можуть призводити до порушення екосистем та створювати загрозу для здоров'я людей. Розвиток альтернативної енергетики в Україні представляє собою важливий аспект стратегії країни на шляху до сталої розвитку. За останні роки спостерігається збільшення обсягів виробництва енергії з використанням відновлюваних джерел, таких як сонячна, вітрова та гідроенергетика..

## РОЗДІЛ 3. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕКТОР: ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ

### 3.1. Енергоефективність та енергозбереження, як фактор покращення стану довкілля

Протягом останніх 100-150 років індустріалізація економіки в усьому світі призвела до стрімкого зростання споживання енергетичних ресурсів. Оскільки викопні джерела енергії, такі як нафта, газ і вугілля, займають найбільшу частку в структурі споживання енергії, їх швидке вичерпування та поступове зростання цін. З цієї причини очевидно, що розумне використання енергії є необхідним для стабільного економічного розвитку. Таким чином, державні бюджети в більшості розвинених країн фінансують впровадження енергозберігаючих і енергоефективних (ЕЕ) технологій.

Через загострення екологічної ситуації у світі та відсутність вирішення локальних екологічних проблем все частіше стає очевидним, що збереження навколишнього середовища має бути максимальним або хоча б зменшення втручання. В Україні електроенергетика викидає 25% шкідливих речовин, більше, ніж металургія та хімічна промисловість. Енерговиробництво спричинило негативні наслідки для багатьох регіонів. Одним із основних ознак цієї небезпечної екологічної ситуації є забруднення повітряного басейну газовими та аерозольними викидами, такими як  $\text{CO}_2$ , поліциклічні ароматні вуглеводні,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_x$ , зола, сажа та інші. Накопичення цих викидів призводить до незворотних процесів, таких як парниковий ефект та руйнування озонового шару та інші [41].

Енергоефективність – раціональне використання енергії, що дозволяє перетворювати її параметри і транспортувати до споживача з мінімальними втратами [42].

Сучасні технології для підвищення енергоефективності у виробництві та передачі електроенергії виявляють значний потенціал для зменшення навантаження на навколишнє середовище. Інтеграція цих інноваційних рішень може призвести до зменшення витрат енергії, зменшення викидів та створення стійкої та екологічно чистої енергетичної системи. Однак, важливо враховувати виклики, такі як вартість впровадження та необхідність адаптації існуючої інфраструктури до нових технологій.

Таким чином, необхідно розглянути енергозбереження як додаткове джерело енергії для України. Підвищення культури експлуатації систем енергоспоживання може зберегти значну кількість палива та енергії, цінність яких для держави незрівнянно вища, ніж ці невеликі витрати на реконструкцію цих систем.

Очевидно, що всі стадії взаємодії між енергопостачанням і енергоспоживанням повинні бути об'єднані з метою енергозбереження. Заощадження енергії під час її споживання дозволяє зменшити капітальні витрати під час видобування палива, транспортування та створення нових мереж і енергетичних установок. Витрати на зниження спожитої потужності на ту саму величину за допомогою заходів енергозбереження удвічі перевищують витрати на 1 кВт новостворюваної потужності [43].

У зв'язку з витратами енергії з екологією існує, принаймні, два аспекти. Всім відомо, які шкоди навколишньому середовищу завдають процеси виробництва та споживання енергії. Видобування паливно-енергетичних ресурсів завдає негативного впливу на навколишнє середовище, як-от забруднення атмосфери, води, ґрунту тощо та руйнування чи порушення

цілісності земних надр. Крім того, шкідливі продукти згорання утворюються при спалюванні ПЕР.

Таблиця 3.1

Оцінка технологій для підвищення енергоефективності у виробництві та передачі електроенергії: переваги та виклики

Напрямок	Характеристика	Оцінка	
		Переваги	Виклики
Системи керування та моніторингу	Використання автоматизованих систем для керування та моніторингу роботи енергетичних систем та обладнання.	-Забезпечення точного контролю. -Оптимізація енергоспоживання.	Висока впровадження, потрібна інтеграція.
Високо-ефективні електродвигуни	Використання сучасних електродвигунів покращеною ефективністю.	-Зменшення споживання енергії. -Підвищення надійності та тривалості служби.	Вартість високоефективних моделей.
Технології когенерації	Виробництво електроенергії та тепла одночасно в процесі виробництва.	-Використання вторинної енергії. -Підвищення загальної ефективності.	Необхідна ефективна система теплового використання.
Схеми збереження енергії	Використання технологій збереження енергії для оптимізації роботи систем та компенсації пікових навантажень.	-Зниження витрат електроенергії. -Покращення стійкості системи.	Високі витрати на технології зберігання.

Зростання цін на енергетичні ресурси в країнах Центральної та Східної Європи після розпаду Радянського Союзу та розвиток ринкової економіки, відкрили перспективи для енергосервісних компаній, які забезпечують зменшення енерговитрат клієнтів та повертають витрати на свої послуги за рахунок досягнутої економії енергоресурсів. ЕСКО-бізнес також з'являється і в Україні. Вже існують державна компанія УкрЕСКО та ряд приватних ЕСКО, що свідчить про появу привабливого ринку для роботи ЕСКО в країні [44].

В рамках механізму енергоефективного підряду, енергосервісна компанія (ЕСКО) шляхом впровадження енергозберігаючих заходів у клієнта, досягає гарантованого скорочення платежів постачальнику енергії і за рахунок отриманої економії оплачує початкові інвестиції та свої послуги. Таким чином, поточні витрати на енергоносії стають джерелом капітальних інвестицій в поліпшення енергоефективності об'єктів клієнтів ЕСКО [45] .

З метою підвищення ефективності політики енергозбереження Україна здійснює співробітництво з міжнародними організаціями й окремими країнами як у рамках програм міжнародної технічної допомоги для використання в Україні передового зарубіжного досвіду, так і в напрямку залучення іноземних інвестицій у проекти по енергозбереженню. З цією метою розгорнуте співробітництво з такими міжнародними організаціями, як Європейська Комісія, Європейський банк реконструкції і розвитку, Європейська Економічна Комісія ООН, Програма Розвитку ООН, Глобальний Екологічний Фонд. Здійснюється двостороннє співробітництво з такими країнами, як Австрія, Швеція, Данія, США, Канада, Німеччина, Республіка Корея.

Узагальнюючи накопичену інформацію, можна зробити висновок, що дуже необхідно розробляти та впроваджувати різні програми та проекти з енергозбереження й ефективного використання енергії в Україні. Цілком очевидно, що непродуманий форсований перехід України до світових цін на енергію й енергоносії призведе до кризи і соціальних потрясінь більшість галузей національної економіки. Але і затримки в реформуванні цін і субсидій на енергію неприпустимі. Тому сьогодні «енергетичне» питання дуже важливе та актуальне для Української економіки [46].

Для України вигоди від енергозбереження є особливо важливими через кілька додаткових факторів. Україна є енергодефіцитною країною, яка задовольняє свої потреби в первинній енергії лише на 45% за рахунок власного видобутку. В її паливно-енергетичному балансі переважає природний газ, на



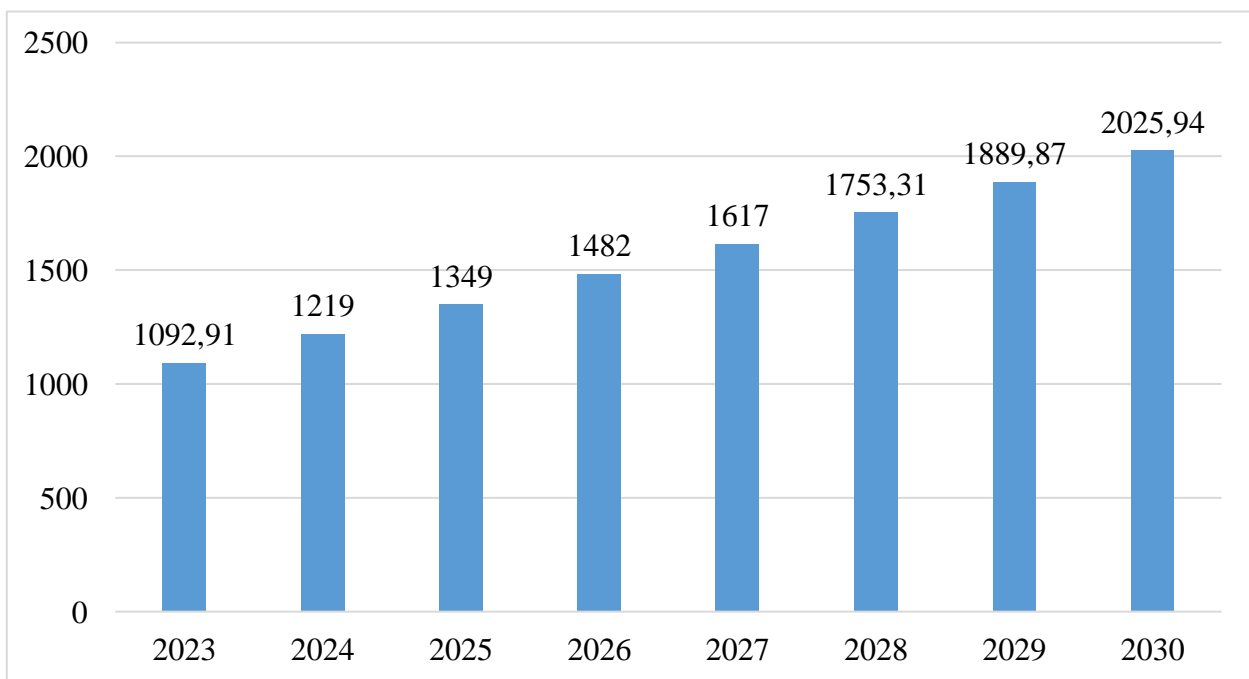
який припадає 41%, що значно вище, ніж у таких країнах, як США та Великобританія, які, на відміну від України, мають великі запаси та видобуток природного газу. Україна є одним з провідних світових імпортерів природного газу (понад 56 мільярдів кубометрів), який вона імпортує з єдиного джерела. Все це загрожує енергетичній та національній безпеці України.

Енергоемність валового внутрішнього продукту, основний показник енергоефективності, в Україні значно вища, ніж у розвинених країнах. Це є наслідком значної технологічної відсталості та недосконалої галузевої структури національної економіки. Така ситуація об'єктивно обмежує конкурентоспроможність вітчизняного виробництва і лягає важким тягарем на економіку. На відміну від західних країн, де енергозбереження є економічно та екологічно доцільним фактором, для України це питання виживання. Це пов'язано з тим, що поточні показники енергоефективності не дозволяють їй у майбутньому гідно приєднатися до спільноти європейських країн [47].

Проблема неефективного та нераціонального споживання паливно-енергетичних ресурсів має вкрай негативні соціальні наслідки. Значна частина міського населення України отримує нерегулярне водопостачання, у сільській місцевості поширені перебої з електропостачанням, якість теплопостачання, як правило, не відповідає встановленим вимогам, а інфраструктура паливно-енергетичних комплексів та об'єктів водо- і теплопостачання поступово руйнується, що останнім часом призводить до техногенних катастроф [48].

Енергозбереження має значний вплив на національну енергетичну безпеку, оскільки неефективне споживання паливно-енергетичних ресурсів потребує значних обсягів (понад 50%) імпорту і робить країну дуже залежною від країн-експортерів. Водночас, потенціал енергозбереження в Україні співставний із загальним обсягом споживання паливно-енергетичних ресурсів. Його реалізація дозволить суттєво пом'якшити проблему енергетичної зовнішньої залежності [49].

Складова енергозбереження є одним з ключових елементів енергетичної стратегії України. Загалом вона фокусується на питаннях як ефективності самого паливно-енергетичного комплексу, так і здатності останнього забезпечувати ресурсами належне функціонування національної економіки. Очікується, що світовий ринок відновлюваних джерел енергії продовжить зростати найближчими роками. За даними Group Next Move Strategy Consulting, до 2030 року ринок перевищить два трильйони доларів США. Екологічні проблеми, пов'язані з викопним паливом, швидкою урбанізацією та економічним зростанням у регіонах, що розвиваються — все це основні фактори, що сприяють прогнозованому зростанню ринку [50].



джерело: складено автором на основі [37]

Рис.3.1. Прогнозні обсяги світового ринку ВЕД, млрд. дол.

Крім того, в усьому світі прискорюється перехід від централізованих електромереж до децентралізованих енергетичних систем. З'явиться багато варіантів - від мікромереж, малих відновлюваних джерел енергії та

теплоелектростанцій до децентралізованого зберігання енергії та управління навантаженням.

Основними рушійними силами цих змін є зростаючий тиск на ринки з метою досягнення цілей декарбонізації та прагнення до більшої енергетичної безпеки, особливо після війни в Україні. Крім того, середовище для ВДЕ є сприятливим завдяки нижчій вартості технологій та зростаючій регуляторній підтримці, такій як податкові пільги в рамках Американського закону про відновлення та реінвестування в США та програми Європейської Комісії REPowerEU [51].

ВДЕ дають можливість підвищити гнучкість енергосистеми. Це відіграє важливу роль у підвищенні стійкості енергопостачання, дозволяючи ринку адаптуватися до мінливих умов і швидко відновлюватися після збоїв. Надлишок електроенергії, виробленої самодостатніми децентралізованими системами, можна зберігати і використовувати у разі збою в централізованій мережі. Іншими словами, ВДЕ будуть мати важливе значення для протидії частим збоєм в електромережі, спричиненим нещодавніми екстремальними погодними явищами.

Ринки по всьому світу вживають різних заходів для інтеграції більшої кількості РДВ, таких як політика обліку для підтримки розподіленої PV та законодавство на користь сонячних фотоелектричних (PV) установок на дахах.

Однак існують також питання, які потребують вирішення, наприклад, створення стійкої до погодних умов енергетичної інфраструктури для боротьби з екстремальними спекою та холодом, а також забезпечення достатньої потужності для прискореного зростання попиту на електромобілі (EV) [52].

Переривчастий характер відновлюваної енергії повинен бути збалансований більш досконаліми системами зберігання енергії та традиційними генеруючими потужностями, і «розумні» мережі будуть відігравати центральну роль у цьому енергетичному ландшафті, що розвивається. Розумні мережі з

надійними потоками даних підвищать надійність, ефективність і гнучкість. Можливості варіюються від «розумних» лічильників, які дозволяють споживачам контролювати своє споживання електроенергії, до автоматизації, яка може ізолювати локальні несправності, щоб не вимикати всю мережу [53].

Наразі ринок перебуває на допандемічному рівні. У довгостроковій перспективі основними рушійними силами ринку є сприятлива державна політика, розширення використання відновлюваних джерел енергії та падіння цін на сонячні панелі та вітрові турбіни. З іншого боку, зростання альтернативних екологічно чистих джерел енергії, таких як газові електростанції та проекти атомної енергетики, ймовірно, сповільнить зростання ринку. Технологічні досягнення у виробництві фотоелектричних сонячних батарей та вирішення проблем з перебоями з використанням систем накопичення енергії, ймовірно, відкриють величезні можливості для ринку, що вивчається.

Очікується, що Азійсько-Тихоокеанський регіон буде найбільш швидкозростаючим ринком протягом прогнозованого періоду, причому на Китай та Індію припадатиме більша частина попиту. Гідроенергетика буде домінувати на ринку [54].

Для розвитку вітроенергетики необхідні наступні стратегії

1. Міжнародні цілі щодо зміни клімату повинні бути юридично обов'язковими у вигляді національної політики. Необхідне амбітне, стабільне і довгострокове політичне середовище. Незважаючи на історичний глобальний консенсус щодо кліматичних цілей, досягнутий в рамках Паризької угоди, національні внески, добровільно встановлені країнами, не відповідають рівню амбіцій, необхідному для обмеження глобального потепління нижче 1,5°C до 2050 року. На додаток до міжнародних угод необхідна юридично обов'язкова внутрішня політика.

З десяти найбільших у світі джерел викидів парникових газів лише Японія, Канада, ЄС та Південна Корея мають юридично зобов'язуючі нульові цілі щодо

викидів парникових газів. З огляду на зростання популізму та все більш нестабільний політичний клімат, ініціативи у сфері зміни клімату можуть стати заручниками зміни політичних пріоритетів. Закріплення цілей у сфері зміни клімату в законодавстві на національному рівні може забезпечити стабільність і визначеність, подолати політичні цикли і забезпечити сталий прогрес [55].

2. Планування енергетичної безпеки має відійти від моделі «про всяк випадок». Несподівано швидке відновлення економіки після пандемії та війна між Росією та Україною оголили вразливі місця енергетичної безпеки навіть у найбільш підготовлених країнах. До цього часу ланцюг постачання енергоресурсів виявився добре змашеним механізмом, а підхід «про всяк випадок» дозволив оптимізувати інновації та ефективність по всьому ланцюгу створення вартості. Однак обмеження цього підходу є очевидними, і проблеми безпеки призвели до швидкого повернення до вугільної генерації електроенергії в багатьох країнах. [56]

Оскільки енергетичні системи підлягають реструктуризації в результаті енергетичного переходу, планування енергетичної безпеки має перейти від принципу «вчасно» до принципу «про всяк випадок». Це вимагатиме підтримки адекватних резервних потужностей та інфраструктури зберігання, а також ринкових механізмів для стимулювання інвестицій у ці рішення. Подальшого покращення енергетичної безпеки можна досягти шляхом вирішення питань попиту на енергію, а також її пропозиції.

Крім того, просте правило «не класти всі яйця в один кошик» стосується і енергетичної безпеки. Енергетична безпека може бути покращена шляхом диверсифікації енергетичного балансу та джерел імпорту енергоносіїв [57].

3. Приплив капіталу має бути підтриманий вищими відсотковими ставками, щоб зменшити ризики інвестицій у чисту енергетику. Дефіцит фінансування залишається великим, і дуже важливо зменшити ризики інвестицій в енергетику, особливо в країнах, що розвиваються. За останнє десятиліття

глобальні інвестиції в енергетичний перехід зросли більш ніж утричі, досягнувши 755 мільярдів доларів США у 2021 році. Однак цей сплеск інвестицій відбувся після десятиліття економічного зростання, частково зумовленого стимулюючою монетарною політикою та низькими базовими ставками. Підвищення відсоткових ставок для стримування інфляції, проблеми з ланцюгами поставок та очікуване зростання цін на сировинні товари можуть вплинути на конкурентоспроможність проєктів відновлюваної енергетики порівняно з існуючими активами викопних видів палива.

Капіталомісткі технології відновлюваної енергетики є більш чутливими до зростання вартості фінансування, ніж викопні види палива. В умовах зростання базових ставок, усунення транзакційних, правозастосовчих та політичних ризиків може допомогти технологіям відновлюваної енергетики залишатися конкурентоспроможними за ціною. Такі заходи, як забезпечення стабільності доходів, підвищення кредитної якості покупців, покращення операційної діяльності та інфраструктури для зменшення кількості відключень, а також чіткі сигнали попиту для забезпечення збалансованого фінансування галузі, допоможуть підтримувати необхідний потік інвестицій в чисту енергетику [58].

4. Міркування рівності та справедливості мають бути центральними для енергетичного переходу. Споживачі та бізнес у всьому світі страждають від рекордно високих цін на енергоносії. Основними причинами є безпрецедентне відновлення попиту на енергію у 2021 році, брак інвестицій у постачання та геополітична нестабільність. Оскільки попит на енергоносії є відносно нееластичним у короткостроковій перспективі, різке зростання цін на енергоносії призвело до найвищого рівня інфляції споживчих цін за останні десятиліття. Непропорційно сильно постраждали вразливі верстви населення, а також малі та середні підприємства, що підкреслює проблеми рівності та справедливості в енергетичному переході. Підтримання доступності енергії є важливим не лише

для економічного зростання та соціального добробуту, але й для подальшої підтримки політики у сфері зміни клімату.

Тимчасовий дисбаланс на енергетичних ринках можуть повторюватися під час енергетичного переходу, що вимагатиме довгострокових інституційних рішень для забезпечення доступного доступу для вразливих груп населення та малих і середніх підприємств. Ефективність механізмів підтримки залежатиме від здатності розробити заходи, які будуть спрямовані на одержувачів необхідних трансфертів і не перешкоджатимуть ефективному та відповідальному споживанню [59].

5. Активне залучення споживачів та їхня участь в управлінні попитом має важливе значення. Хоча поведінкові та когнітивні бар'єри для ініціатив з енергоефективності зберігаються, досвід пандемії показує, що адаптація до соціальної поведінки можлива в короткостроковій перспективі. Поширення прозорості та послідовної інформації, відновлення довіри до інституцій та розробка заходів, що враховують їхній вплив на розподіл доходів, можуть допомогти стимулювати участь споживачів у підвищенні енергоефективності [60].

У нинішніх умовах макроекономічних і геополітичних потрясінь енергетична система не застрахована від потрясінь. Хоча подолання цієї невизначеності та просування енергетичного переходу є вкрай важливим, значний і швидкий поступовий прогрес залишатиметься «низько висячим плодом». Сталість енергетичного переходу можна підвищити, збалансувавши і одночасно просуваючи три імперативи: економічне зростання і розвиток, енергетичну безпеку і доступний доступ до енергії, а також екологічну стійкість. Це необхідно як ніколи.

Нові геополітичні реалії та реалії енергетичного ринку вимагають різко прискореного переходу на чисту енергію та підвищення енергетичної незалежності Європи від ненадійних постачальників та нестабільних викопних видів палива REPowerEU, у світлі вторгнення росії в Україну, закликала Європу

до незалежності від росії Європейська комісія планує зробити Європу незалежною від викопного палива [61].

85% європейців вважають, що ЄС повинен якомога швидше зменшити свою залежність від російського газу та нафти, щоб підтримати Україну. Діючи як Європейський Союз, Україна зможе досягти цього швидше.

Основними короткостроковими цілями ЄС є

- Закупівля газу і водню через Енергетичну платформу ЄС для всіх країн-членів, які бажають брати участь, а також для України, Молдови, Грузії та Західних Балкан;

- Нові енергетичні партнерства з надійними постачальниками, включаючи майбутню співпрацю у сфері відновлюваної енергетики та низьковуглецевого газу;

- Нові енергетичні партнерства з надійними постачальниками, включаючи майбутню співпрацю у сфері відновлюваних джерел енергії та низьковуглецевих газів. Швидке розгортання проектів сонячної та вітрової енергетики у поєднанні з відновлюваним воднем може заощадити близько 50 млрд кубометрів газу, що імпортується;

- Збільшення виробництва біометану для скорочення імпорту газу на 17 млрд кубометрів [62]

Довгострокові цілі ЄС полягають у наступному:

- Сприяти декарбонізації промисловості через проекти на суму 3 млрд євро в рамках Інноваційного фонду;

- Нове законодавство та керівні принципи для швидкого розгортання відновлюваних джерел енергії, зокрема визначення зон з низьким рівнем ризику;

- Інвестиції в інтегровані та адаптовані мережі газової та електричної інфраструктури;

- Підвищення європейського цільового показника ефективності до 2030 року з 9% до 13% та збільшення амбіцій щодо енергозбереження;



- Підвищення європейської мети з відновлюваної енергетики до 2030 року з 40% до 45%;
- Нові пропозиції ЄС щодо забезпечення доступу до критично важливої сировини для промисловості;
- Регуляторні заходи для підвищення енергоефективності в транспортному секторі;
- 17,5 МВт електролізерів, які будуть встановлені до 2025 року для постачання 10 мільйонів тонн відновлюваного водню для промисловості ЄС;
- Сучасна нормативно-правова база для водню. Як вже зазначалося, до війни в Україні було прийнято низку нормативно-правових актів та національних стратегій, які визначають напрямки розвитку відновлюваної енергетики в Україні на поточний та наступні десятиліття [63].

Зокрема, Енергетична стратегія України «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність» на період до 2050 року передбачає, що: згідно з текстом Енергетичної стратегії, «ВДЕ розвиватимуться найбільш динамічними темпами порівняно з іншими способами виробництва енергії», так що до 2035 року загальне постачання первинної енергії ВДЕ може становити 25% [64].

Енергетична стратегія також обґрунтовує необхідність розвитку розподіленої генерації з ВДЕ, зокрема необхідність розробки та початку реалізації планів впровадження «розумних» енергетичних мереж.

Економічна стратегія України до 2050 року також визначає декарбонізацію, розвиток ВДЕ та циркулярної економіки відповідно до Європейського зеленого курсу, а також енергоефективність як один з орієнтирів розвитку національної економіки. Згідно з Економічною стратегією України, «до 2030 року збільшити частку відновлюваної енергетики в загальному виробництві електроенергії до 25%». Економічна стратегія також наголошує на необхідності збільшення потужностей зі зберігання енергії, вивчення потенціалу виробництва водню та регулювання роботи локальних електростанцій з ВДЕ [65].

Концепція «Зеленого енергетичного переходу України до 2050 року», опублікована українським урядом у 2020 році, стверджує, що «Україна цілком спроможна та економічно доцільно досягти 70% частки ВДЕ у виробництві електроенергії до 2050 року». При цьому значна частина (до 15%) має генеруватися даховими сонячними електростанціями на будинках та підприємствах».

Основними стратегічними напрямками підвищення енергоефективності та реалізації потенціалу енергозбереження є технічна та структурна перебудова економічної та соціальної сфери країни, а також створення економічних, адміністративних та регуляторних механізмів, що гарантують зростання енергоефективності та енергозбереження [66].

Дослідження показали, що в рамках цих напрямів провідну роль відіграє технологічна реструктуризація економічної та соціальної сфери країни. За умови досягнення показників енергоефективності, характерних для розвинених країн, економія енергоресурсів в Україні за рахунок технологічних чинників може становити сотні мільйонів тонн умовного палива. Технологічна реструктуризація всієї економіки України, окремих галузей і підприємств передбачає виведення з експлуатації морально і фізично застарілого обладнання, припинення виробництва енергоефективної продукції та впровадження сучасних технологій, обладнання, приладів і систем обліку.

### **3.2. Використання новітніх технологій в розвитку відновлюваних джерел енергії**

Розвиток нетрадиційних і відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) є важливим фактором підвищення рівня енергетичної безпеки, зниження використання викопних паливних ресурсів (у тому числі імпортованих), розвитку промисловості і сільського господарства, збільшення зайнятості населення в

секторах економіки, пов'язаних із використанням ВДЕ, а також зниження негативного впливу енергетики на навколишнє середовище й підвищення якості життя громадян [67].

Незважаючи на те, що на сьогодні ВДЕ є найчастіше економічно більш витратними, ніж традиційні джерела енергії й види палива, передбачається, що разом із майбутнім розвитком технологій собівартість енергії на базі ВДЕ буде знижуватися, і їх виробництво ставатиме дедалі більш рентабельним. Державі необхідно :

- Підвищувати привабливість освоєння та розвитку тих ВДЕ, які мають високу ймовірність економічної окупності в майбутньому і є найбільш перспективними з погляду виробництва на території України;

- Підтримувати розроблення і впровадження конкурентоспроможних технологій;

- Стимулювати локалізацію виробництва необхідного устаткування. У майбутньому, у міру розвитку технологій і зниження собівартості виробництва електроенергії на базі ВДЕ, необхідно скорочувати державну підтримку даного виду генерації та вирівнювати умови конкуренції між традиційними і нетрадиційними видами енергії [68].

Загальний потенціал використання альтернативних джерел енергії в Україні до 2030 р. оцінюється приблизно в 25 ТВт·год електроенергії на базі ВДЕ і близько 2 млн. тонн біопалива. Більш детальний опис розвитку ВДЕ міститься у розділі «Стратегія розвитку електроенергетичної галузі», біопаливо - у розділі «Споживання нафтопродуктів».

Напрямок стратегічного розвитку ВДЕ в області енергетики у країні має відповідати основним принципам Європейського співтовариства в області енергетики, зокрема, вибору курсу на розширення використання відновлюваних джерел енергії. Місцезнаходження будівництва нових потужностей повинно здійснюватися у відповідності з системним, централізованим підходом, який

забезпечить оцінку потенціалу генерації енергії з ВДЕ та буде враховувати можливі технічні обмеження [69].

Для часткового заміщення природного газу як джерела енергії розглядається можливість розвитку виробництва теплової енергії на базі ВДЕ, у тому числі на основі технології прямого спалювання біомаси (в основному, у вигляді деревини та відходів сільського господарства), використання геотермальної енергії, сонячних колекторів, а також теплових насосів. Розвиток цих видів генерації тепла в Україні перебуває на початковому етапі: сукупний обсяг виробництва теплової енергії не перевищує 1 млн. Гкал. На сьогодні стримуючим чинником розвитку цього напрямку найчастіше є висока вартість генерації енергії, яка обмежує доцільність цих проектів.

Проте передбачається, що в майбутньому, у міру розвитку технологій, собівартість теплової енергії на базі ВДЕ знижуватиметься, і їх виробництво ставатиме дедалі більш рентабельним [70].

Напрямок стратегічного розвитку біопалива на території України має відповідати основним принципам Європейського співтовариства в області біопалива, відображеним у «Стратегії ЄС із біопалива» (Brussels, 8.2.2006 COM (2006) 34 final), зокрема, стимулюванню споживання та виробництва біопалива. Це стосується як твердого біопалива (соломи, дров, відходів деревообробки тощо) так і рідкого біопалива. За підвищення попиту на них на світовому ринку з одного боку, та розвитку виробництва даних видів біопалива та зниження собівартості їх виробництва в Україні з іншого, необхідно розглянути питання збільшення їх експорту до інших країн.

У рамках базового сценарію Енергетичної стратегії передбачається перехід на використання бензину з 10% вмістом етанолу до 2020 р. і 15% вмістом етанолу – до 2030 р., а також перехід на використання дизельного палива зі 7% вмістом біодизеля до 2030 р. При цьому передбачається, що більш активний розвиток біодизеля почнеться тільки з 2020 р. завдяки зниженню собівартості його

виробництва. Прогноз динаміки використання біопалива до 2030 р. у базовому сценарії виглядає таким чином .

Таблиця 3.2

Динаміка виробництва та споживання біопалива в Україні  
у 2010-2030 рр., млн. тонн

	2010	2015	2020	2025	2030
Біоетанол	<0,1	0,3	0,6	0,8	1,1
Бюдизель	~0	~0	<0,1	0,3	0,8
Разом, споживання біопалива	<0,1	0,3	0,6	1,1	1,9

\*джерело: складено на основі [6]

Отже розвиток нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) на сучасному етапі є стратегічно важливим для України. Це сприяє зростанню енергетичної безпеки, зниженню залежності від викопних палив, розвитку економіки, промисловості та сільського господарства. Використання ВДЕ також має великий потенціал для створення нових робочих місць та підвищення якості життя громадян [71].

Україна має великий потенціал для розширення використання біомаси в енергетичних цілях, здебільшого для теплопостачання. Країна має великі ресурси сільськогосподарських та лісогосподарських відходів, які є основною сировиною для виробництва тепла та електроенергії з біомаси. Так, наприклад, загальні річні обсяги відновлюваних ресурсів біомаси становлять 115,5 млн тонн. Можливий енергетичний потенціал обсягу біомаси складає 22,0 млн тонн у. п., з яких технічно доступний енергопотенціал оцінюється в 13,2 млн тонн у. п. на рік [72].

В Україні працюють 11 тисяч сільгоспвиробників і 43 тисячі фермерів, які здатні нарощувати виробництво сільгоспкультур, збільшувати експортні показники, а також забезпечувати сировиною виробників біопалива. Згідно з оцінками Держенергоефективності, економічно обґрунтований потенціал біоенергії перевищує 800 ПДж/рік – що дорівнює чверті загального

енергоспоживання України. До 2025 р. прогнозується зростання частки відновлюваної енергетики до рівня 12 % від загального первинного постачання енергії та не менше 25 % – до 2035 року .

Одним із можливих способів одержання енергії з біомаси тваринного і рослинного походження є анаеробне їх зброджування в біогазових енергетичних установках. Крім виробництва енергії та добрив під час зброджування відходів сільського господарства і харчової промисловості такі установки виконують роль очисних споруд, що знижують хімічне і бактеріальне забруднення ґрунту, води, повітря і переробляють органічні відходи в нейтральні мінералізовані продукти. А однією з найактуальніших екологічних проблем сьогодення є нагромадження органічних відходів, яке є джерелом біодеградації, забруднення навколишнього середовища та біобезпеки. Особливо складно вирішувати це питання дрібним фермерським та індивідуальним господарствам, які мають низьку інформованість, необізнаність у технологічних можливостях, відсутність спеціалістів у цій галузі, а також існують економічні проблеми. Гній у кращому випадку використовується у вигляді непідготовлених органічних добрив, у той час, коли він, як і інші органічні відходи, повинен підлягати утилізації. Одним із шляхів переробки органічних відходів є установки біогазу, які дають змогу ефективно та безпечно утилізувати гній із подальшим отриманням високоефективних органічних добрив та енергію у вигляді біогазу [73].

Біогаз має низьку переваг перед природним газом, а саме: біогаз виробляється із біологічної сировини, отже, його виробництво і спалювання є частиною природного циклу вуглецю, що не приводить до накопичення природного газу в атмосфері і виникненню парникового ефекту; знаходиться близько до споживача, немає необхідності транспортувати газ на великі відстані [74].

Біогазові установки нескладно спорудити в індивідуальних фермерських господарствах у вигляді спеціальних ферментаторів для зброджування біомаси.

Біогазові установки мають ряд великих переваг: доступність; екологічність; можливість накопичення біогазу; використання цілорічно; джерело високоефективних органічних добрив, незалежність від погодних умов; регульована продуктивність; забезпечення господарства теплом, енергією та паливом [75].

На сьогоднішній час виробництво біогазу в індивідуальних господарствах відкриває широкі перспективи економічного зростання українського села, адже численні можливості його використання дозволять застосовувати біогаз у багатьох аспектах. Це не тільки енергетична незалежність, адже біогаз після попередньої очистки можна використовувати як джерело опалення будинків та інших споруд. Його можна застосовувати як біопаливо для автомобілів з газовими двигунами. Це одночасно дозволить вирішити проблеми з наявністю постійного джерела альтернативного палива в Україні та численні екологічні проблеми, загострення яких викликане використанням бензину, дизелю та хімічно створених паливно-мастильних матеріалів [76].

Проте, незважаючи на значну кількість переваг біогазу та безпосередньо потужний потенціал сільських територій для їх активного впровадження та використання, відновлювальна енергетика у сільській місцевості України не набула широкого розповсюдження. А отже економічні та правові умови для розвитку альтернативних джерел енергії потребують суттєвого доопрацювання

Незважаючи на те, що наразі ВДЕ можуть бути економічно витратнішими, ніж традиційні джерела енергії, передбачається, що з подальшим розвитком технологій їх собівартість знизиться. Важливо, щоб держава сприяла цьому процесу, підтримуючи наукові дослідження, розвиток конкурентоспроможних технологій та стимулюючи локалізацію виробництва [77].

Загальний потенціал використання ВДЕ в Україні є значним, і правильно спрямовані заходи з просування їх впровадження допоможуть створити стійку та ефективну систему енергопостачання для країни. Враховуючи екологічні

виклики, перехід до ВДЕ є стратегічною вимогою для сталого розвитку України в енергетичній сфері.

Відновлювані джерела енергії також можуть відігравати важливу роль у задоволенні основних енергетичних потреб завдяки використанню сучасних технологій - Зелених технологій. Зелена технологія (GT) – це широкий термін і область нових інноваційних способів внесення екологічних змін у повсякденне життя [78].

Технологія включає в себе методи, які зберігають природні ресурси та навколишнє середовище. Наприклад, використання альтернативного джерела енергії, що зменшує кількість викопного палива і демонструє меншу шкоду на здоров'я людей, тварин і рослин. Зелене будівництво із використанням зелених технологій передбачає зменшення кількості відходів та забруднення, які утворюються під час виробництва та споживання. [79]. Хоч важко точно визначити сфери, які охоплюються зеленими технологіями, можна з упевненістю сказати, що «GT – це розробка та застосування продуктів, обладнання та систем, що використовуються для збереження природного середовища та ресурсів, що мінімізує та зменшує негативний вплив людської діяльності». Отже, зелене будівництво з використанням сучасних зелених технологій задовольняє потреби суспільства в такий спосіб, який може продовжуватися нескінченно довго в майбутньому без пошкодження або виснаження природних ресурсів[80].

Нині існує перелік технологій відновлюваної енергії, які широко застосовуються під час зеленого будівництва в Україні та світі. Детальна інформація про них подана в табл. 3.3. Отже, охорона довкілля, збереження ресурсів та вирішення інших соціально-економічних аспектів мають важливе значення для сталого розвитку. Зелені ініціативи, прийняті для збереження ресурсів та захисту навколишнього середовища, допоможуть підтримувати вищі темпи економічного зростання, необхідні для задоволення основних потреб із прийнятною якістю життя в майбутньому[81].



Порівняльна характеристика технологій відновлюваної енергії  
зеленого будівництва

Технологія відновлюваної енергії	Характеристика	Місце використання
Сонячна енергія	перетворення сонячного світла в електрику за допомогою напівпровідникових модулів	забезпечення освітлення, перекачування води, охолодження, зв'язку та заряджання акумуляторів
Енергія вітру	вітер має кінетичну енергію, яка перетворюється в механічну енергію ротора, після чого в електричну	перекачування та очищення питної води, зрошення, телекомунікації
Біогаз	перетворення органічних сільськогосподарських відходів на паливо та добрива метаногенними бактеріями	підвищення родючості ґрунту; зменшення забруднення повітря всередині приміщень і покращення побутових чи комунальних санітарних умов
Гідроенергетика	вода має кінетичну енергію, яка перетворюється в механічну енергію, після чого в електричну	електрифікації сільських територій; зрошення
Біомаса	спалювання, газифікація та когенерація залишків та відходів сільського господарства, як наслідок утворення електричної та теплової енергії	доповнення основного рослинництва та зменшення споживання традиційного палива

Зелене будівництво – це розвиток, який задовольняє потреби сьогодення, не завдаючи шкоди здатності майбутніх поколінь задовольняти власні потреби [82] Розвиток суспільства у напрямку зеленого будівництва, яке сприяє здоров'ю навколишнього середовища, може відбутися лише тоді, коли він отримає більш високу міжнародну обізнаність та широкомасштабні зміни тенденцій у моделях виробництва та споживання [83].

Визнаючи виснажливий і навіть руйнівний вплив зміни клімату, країни в усьому світі повинні зобов'язатися зменшити свій внесок у клімат шляхом скорочення викидів вуглекислого газу. Щоб рухатися до сталого розвитку, політики повинні враховувати не лише внутрішні економічні проблеми, а й основні науково-технічні виклики, які стосуються всіх країн.

### **Висновки до розділу 3**

Енергоефективність та енергозбереження в сучасному світі визнаються ключовими елементами стратегій збалансованого розвитку та збереження природних ресурсів. Ефективне використання енергії в промисловості, транспорті та побуті є важливим чинником для зменшення викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин. Впровадження технологій, спрямованих на підвищення енергоефективності, не лише зменшує споживання енергії, але й сприяє зниженню вартості виробництва та покращенню конкурентоспроможності підприємств. Зменшення енергетичного споживання веде до зменшення викидів, сприяючи збереженню якості повітря та зниженню екологічного тиску на природні ресурси.

Розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) визнається стратегічним кроком у напрямку сталого розвитку та зменшення впливу енергетичного сектору на екосистеми. Використання сонячної, вітряної, гідроенергетики та інших ВДЕ дозволяє редуцію викидів газів, що сприяють парниковому ефекту, та зменшення залежності від вугільних та інших нестабільних джерел енергії. Перехід до відновлюваних джерел енергії допомагає зберегти природні ландшафти та біорізноманіття, а також зменшує загрозу забруднення повітря та води. Інноваційні технології у цьому секторі не лише забезпечують сталу поставку енергії, але й сприяють екологічному вдосконаленню та створенню зелених робочих місць.

## ВИСНОВКИ

1. Енергетичний сектор включає різноманітні компоненти, починаючи від виробництва енергії на різних типах електростанцій, таких як теплові, атомні, гідроелектростанції, вітрові та сонячні електростанції, а також з видобутку різних енергетичних ресурсів, включаючи вугілля, нафту, газ та відновлювані джерела енергії. Транспортування та розподіл енергії здійснюються через мережі передачі та системи розподілу.

2. Енергія була, є і завжди буде потрібна людям, в основному для опалення, освітлення і транспорту. Енергія, вироблена у вигляді електричного струму, необхідна для освітлення, промисловості, зв'язку і транспорту, і легко передається на великі відстані. Енергія, вироблена у вигляді тепла, використовується для опалення квартир, приготування їжі та в промисловості. У вигляді палива вона використовується в автомобілях, поїздах, літаках та інших транспортних засобах.

Різні типи джерел енергії по-різному впливають на навколишнє середовище. Традиційні джерела енергії, такі як вугілля та нафта, спричиняють значне забруднення та викиди газів і призводять до зміни клімату. Альтернативні та відновлювані джерела енергії, такі як сонячна та вітрова енергія, мають менший негативний вплив на навколишнє середовище і тому є більш привабливими для сталого розвитку та збереження екосистем.

Вплив АЕС, ТЕС, ГЕС на довкілля України визначається комплексом факторів, включаючи тип електростанції, технології, використане паливо та ефективність систем утилізації відходів. Найбільших збитків НС завдають ТЕС.

3. Альтернативні та відновлювані джерела енергії відіграють визначальну роль у забезпеченні сталого розвитку, адже їх використання спрямоване на зменшення екологічного впливу та розбудову ефективної енергетичної

інфраструктури. Однією з ключових переваг є екологічна стійкість. Споживання енергії з сонячних, вітрових та гідроелектростанцій зменшує викиди парникових газів та інших забруднювачів, сприяючи більш чистому навколишньому середовищу та боротьбі зі змінами клімату.

Відновлювані джерела енергії сприяють децентралізації енергетичних систем, що є ще однією важливою складовою сталого розвитку. Розподілені системи, такі як сонячні панелі на покрівлях будинків чи вітрові турбіни на місцевих площах, дозволяють споживачам самостійно генерувати енергію та навіть вносити її в енергетичні мережі. Це не лише забезпечує більшу незалежність від централізованих джерел, але й створює нові можливості для розвитку місцевих громад, зменшуючи витрати на транспортування енергії та сприяючи створенню робочих місць.

4. Виробництва електроенергії в Україні у 2023 році залишалася стабільним. Понад 50% електроенергії продовжувала вироблятися на атомних електростанціях, утримуючи їхню лідерську позицію в системі. Теплоелектростанції, як другий за обсягом сегмент, також залишалися стійкими.

Нові генеруючі об'єкти, введені в експлуатацію протягом останніх 11 місяців, представляли собою різке відхилення. Загальний обсяг нової генеруючої потужності становив лише 200 МВт, що є мізерним показником в контексті 4 500 МВт дефіциту, зафіксованого 30 січня 2023 року. Зокрема, 107 МВт було додано від вітрових електростанцій та 91 МВт від сонячних електростанцій.

З загальної доступної потужності України у 2021 році був 37 ГВт але повномасштабне вторгнення росіян завдало великих збитків для енергетики України понад 19 ГВт було зруйновано, пошкоджено або захоплено. Особливо серйозно уражено маневрені потужності, де втрати становлять понад 67% від їхньої загальної потужності.

5. Дослідження забруднення води та ґрунту внаслідок діяльності підприємств енергетичного сектору в Україні підтверджує наявність серйозних

екологічних проблем. Згідно зі звітом «Довкілля України» за 2020 рік Державної служби статистики України, більше 60% викидів припадає на стаціонарні джерела, з яких приблизно 90% генерується видобувною (30%), переробною (20%) та енергетичною (40%) галузями.

Викиди та забруднення атмосферного повітря в основному пов'язані із спалюванням вугілля та інших енергетичних ресурсів. Вугільні електростанції становлять понад 70% виробленої електроенергії в Україні, і багато з них залишаються застарілими та необладнаними для сучасних екологічних стандартів.

Додатковим чинником екологічного ризику є російське вторгнення в Україну, що спричинило численні пожежі та викиди в радіоактивних зонах, підняття радіоактивного пилу. Ситуація стала загрозливою для навколишнього середовища та здоров'я людей.

6. Перша згадка про відновлювані джерела енергії (ВДЕ) на законодавчому рівні в Україні відбулася у 1994 році в Законі «Про енергозбереження». У 2003 році прийнятий Закон «Про альтернативні джерела енергії». Це свідчить про певний рівень усвідомлення важливості альтернативних джерел та їх внеску в енергетичний баланс.

Альтернативні джерела енергії -законодавство визначає як відновлювані та вторинні ресурси. Пріоритетність віддана відновлюваним джерелам енергії, що визначається як позитивний крок для забезпечення сталого енергетичного розвитку.

Динаміка генерації та споживання енергії з ВДЕ за останні декілька років є стабільно зростаючими, в загальній структурі виробництва також поступово збільшується частка альтернативних джерел енергії, серед яких переважають енергія води і досить швидко зростає доля сонячної енергії. На найвищому державному рівні розробляється план заходів щодо підвищення енергоефективності економіки, зокрема розроблено стратегії розвитку ВДЕ до

2030 та 2050 років, ведеться двосторонній діалог між Україною та міжнародними інституціями щодо питань розвитку альтернативної енергетики.

Стан енергетичної системи України під час війни. Зруйновані генеруючі потужності та трансформатори, скорочення виробництва електроенергії та обмежений запас міцності створюють серйозні виклики для стабільності енергопостачання. Руйнування Каховської греблі не суттєво вплинуло на генераційні потужності енергосистеми, але мало серйозні наслідки для критично важливих об'єктів енергетичної інфраструктури.

У цілому, оцінка вказує на те, що Україна має великий потенціал для розвитку альтернативної енергетики, але виклики, пов'язані із війною, роблять актуальними необхідність швидких та ефективних заходів для відновлення та модернізації енергетичної системи країни.

7. Енергоефективність та енергозбереження визнані ключовими елементами стратегій сталого розвитку та захисту природних ресурсів у сучасному світі. Ефективне використання енергії в промисловості, транспорті та домогосподарствах є ключовим фактором скорочення викидів парникових газів та інших забруднюючих речовин. Впровадження технологій, спрямованих на підвищення енергоефективності, не тільки зменшує споживання енергії, але й сприяє зниженню собівартості продукції та підвищенню конкурентоспроможності підприємств. Зменшення споживання енергії призводить до скорочення викидів в атмосферу, що сприяє підтримці якості повітря та зменшенню екологічного тиску на природні ресурси.

За умови досягнення показників енергоефективності, прийнятих у розвинених країнах, економія енергоресурсів в Україні за рахунок технологічних чинників може становити сотні мільйонів тонн умовного палива. Технологічна реструктуризація української економіки в цілому, окремих галузей та підприємств передбачає виведення з експлуатації морально та фізично застарілого обладнання, припинення виробництва енергоефективної продукції та

впровадження сучасних технологій, обладнання, приладів та вимірювальних систем.

8. Співвідношення сільського господарства та відновлюваних джерел енергії може відігравати ключову роль у сталому розвитку рослинництва в Україні. Використання біопалива і розвиток агроенергетики можуть стати ефективними методами для енергетичної самодостатності та зменшення негативного впливу на екосистеми.

Енергоефективні будівельні матеріали та технології грають важливу роль у розвитку сталого будівництва. Ізольовані матеріали та використання відновлюваних джерел енергії для їх виробництва сприяють зменшенню споживання енергії на опалення та кондиціонування приміщень. Інтеграція сонячних панелей у будівельні оболонці та використання вітрових турбін покращують енергетичну ефективність будівель та сприяють збалансованому використанню ресурсів.

Використання новітніх технологій та розвиток відновлюваних джерел енергії є необхідними у сучасному розвитку рослинництва та будівництва. Це сприяє створенню екологічно збалансованих систем, зменшенню викидів парникових газів, та раціональному використанню природних ресурсів. Такий підхід допомагає забезпечувати сталий розвиток, зберігаючи при цьому біорізноманіття та навколишнє середовище.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Енергетична безпека України: методологія системного аналізу та стратегічного планування : аналіт. доп. / [Суходоля О. М., Харазішвілі Ю. М., Бобро Д. Г., Сменковський А. Ю., Рябцев Г. Л., Завгородня С. П.]; за заг. ред. О. М. Суходолі. Київ : НІСД, 2020. 178 с.
2. Структура електрогенерації в Україні та її зв'язок із тарифами на електроенергію URL: <https://tek.energy/news/struktura-elektrogeneratsii-v-ukraini-ta-ii-zvyazok-iz-tarifami-na-elektroenergiyu> (дата звернення 26.12.2023).
3. Енергозбереження і енергоефективність-1. Конспект лекцій для студентів напрямку підготовки 6.050802 «Електронні пристрої та системи». Київ: НТУУ КПІ, 2014. 106 с.
4. Жілен Д. REmap 2030: Перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні / Дольф Жілен, Дегер Сайгін, Ніколас Вагнер. Абу-Дабі, IRENA. 2015. 57 с.
5. Федішин Б.П. Економіка енергетики. Навчальний посібник для студентів енергетичних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль, 2003 – 182 с
6. Дячук О., Подолець Р., Юхимець Р., Пеккоєв В., Балик О., Сімонсен М. Заключний звіт. Довгострокове енергетичне моделювання та прогнозування в Україні: сценарії для плану дій реалізації Енергетичної стратегії України на період до 2035 року. Київ-Копенгаген. 2019. URL: [https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/long-term\\_energy\\_modelling\\_and\\_forecasting\\_in\\_ukraine\\_ukrainian.pdf](https://ens.dk/sites/ens.dk/files/Globalcooperation/long-term_energy_modelling_and_forecasting_in_ukraine_ukrainian.pdf). (дата звернення 26.12.2023).



7. Клопов І. О. Теоретичні аспекти формування стратегії розвитку відновлювальної енергетики. Науковий вісник Ужгородського національного університету. 2017. Випуск 13. Частина 2. С. 142–147.
8. Коваленко О. Стан та перспективи розвитку паливно енергетичного комплексу в Україні. Галицький економічний вісник. 2015. Т. 48. № 1. С. 18-25. (Економіка та управління національним господарством).
9. Конеченков А., Омельченко В. Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни. 2022. URL: <https://razumkov.org.ua/statti/sektor-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny> (дата звернення 26.12.2023).
10. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Кн. 4 : Розвиток атомної енергетики та об'єднаних енергосистем / К. Б. Денисевич, Ю. О. Ландау, В. О. Нейман, В. М. Сулейманов, Б. А. Шиляєв; Наук. ред. Ю. О. Ландау, І. Я. Сігал. — 2013. — 303 с. — ISBN 978-617-635-005-7
11. Кудря С.О. Відновлювальні джерела енергії. Монографія. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. 392 с.
12. Іванов Євген Радіаційна екологія: Навчально-методичний посібник. – Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 217 с.
13. Войтко С.В., Заінчковська М.М. Стан і перспективи розвитку енергетики як сфери забезпечення якості та безпеки життя. Економічний вісник НТУУ КПІ. 2020. № 18. С.52-55.
14. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії: підручник. Київ: НТУУ КПІ. 2012. 492 с.
15. Відновлювальна нетрадиційна енергетика. URL: <https://sites.google.com/site/elektromagnitnyevolny23/istoria-izucenia> (дата звернення 26.12.2023).

16. Renewable energy market update - may 2022 — analysis - IEA. IEA. URL: <https://www.iea.org/reports/renewable-energy-market-update-may-2022> (дата звернення: 12.04.2023)
17. Комплексне використання відновлюваних джерел енергії: Курс лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: М. П. Кузнецов, О. А. Мельник – Електронні текстові дані (1 файл: 7,93 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 304 с
18. Про засади функціонування ринку електричної енергії України : закон України від 24.10.2013 р. № 663-VII [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/663-18>
19. Рожелюк М. М. Досвід використання регенеративних джерел енергії в Україні та країнах Європи. Нові компетенції для Індустрії 5.0 та управління даними для закладів вищої освіти : збірник матеріалів круглого столу. Під заг. ред. Храпкіної В. В., Піччик К. В. Національний університет «Києво-Могилянська академія». Київ : НаУКМА, 2023. С. 84–95.
20. Потужність ВЕС в Україні за підсумка URL: <https://ecolog-ua.com/news/potuzhnist-ves-v-ukrayini-za-pidsumkamy-2021-roku-zroslo-mayzhe-na-tretynu-ses-menshe-nizh-na-5>
21. Підраховано збитки України від підриву росією Каховської ГЕС URL: <https://www.slovoidilo.ua/2023/10/17/novyna/ekonomika/pidrahovano-zbytky-ukrayiny-pidryvu-rosiyeyu-kahovskoyi-hes>
22. Onyshchenko V., Komelina O., Shchurov I. Contribution Ukraine's Sustainable Energy Development (Modelling and Forecasting). Lecture Notes in Civil Engineering this link is disabled. 2022. № 181. P. 739–748.
23. Perea-Moreno M. A., Samerón-Manzano E., Perea-Moreno A. J. (2019). Biomass as renewable energy: Worldwide research trends. Sustainability. 11(3), 863. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/3/863>.

24. Голікова С. Новий ринок електроенергії України: процес, а не подія / С. Голікова. Дзеркало тижня. Україна. 2013. 13 грудня (№ 47).
25. Як війна вдарила по енергетиці України: названо приголомшливі цифри URL: <https://www.unian.ua/economics/energetics/viy-na-v-ukrajini-vdarila-po-energetici-nazvano-prigolomshlivi-cifri-12271521.html>
26. Статистичний щорічник України 2022 URL: [https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat\\_u/2022/zb/11/Yearbook\\_2021.pdf](https://ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/11/Yearbook_2021.pdf)
27. Кубатко, О.В. Теоретико-методологічні засади розвитку еколого-економічних систем в умовах флуктуацій [Текст]: дисертація ... д-ра екон. наук, спец.: 08.00.06 - економіка природокористування та охорони навколишнього середовища / О.В. Кубатко; наук. консультант Л.Г. Мельник. - Суми: Сумський державний університет, 2018. - 531 с. URL: [essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/67373](http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/67373)
28. Енергетика, яка вбиває URL: <https://www.epravda.com.ua/columns/2020/12/21/669381/>
29. Екологія. Підручник\ Ю.П.Бобильов, Д.А. Шабанов, Харків «Фоліо», 2014 р
30. Хто найбільше забруднює повітря України: топ-20 підприємств URL: <https://rubryka.com/infographics/hto-najbilshe-zabrudnyuye-povitrya-ukrayiny-2018/>
31. Кабмін визначив пріоритетним використання вугілля на ТЕС. URL: <https://www.epravda.com.ua/news/2020/06/17/661923/>
32. Реве та стогне: як річка Дніпро потерпає від окупантів URL: <https://life.pravda.com.ua/society/2022/12/22/251956/>
33. Ключові наслідки для довкілля від російської агресії в Україні 24 лютого – 31 березня 2022 року. URL: <https://mepr.gov.ua/klyuchovi-naslidky-dlya-dovkillya-vid-rosijskoyi-agresiyi-v-ukrayini-24-lyutogo-31-bereznia-2022-roku/>

34. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
35. В. Р. Сердюк Т. В. Сердюк С. Ю. Франишина П ідвищення ролі будівельної галузі у сповільненні глобального потепління URL: <https://visnyk.vntu.edu.ua/index.php/visnyk/article/view/2799/2612>
36. Гнедіна К. В. Тенденції розвитку альтернативної енергетики в Україні в контексті модернізації енергетичних ринків. Управління розвитком. 2017. № 3–4. С. 35–47.
37. Письменна У. Є., Трипольська Г. С., Курбатова Т. О., Кубатко О. В. Фактори управління сталими енергетичними трансформаціями в енергосекторі України. Вісник СумДУ. Серія «Економіка». 2020. № 3. С. 159–164.
38. BDO in Україна. 2023 рік: найближче майбутнє відновлювальних джерел енергії. Міжнародна аудиторська компанія BDO - BDO. URL: <https://www.bdo.ua/uk-ua/insights-2/information-materials/2023-the-near-future-of-renewables>
39. Щорічний Звіт УБЕА «Вітроенергетичний сектор України 2021. Огляд ринку». Станом на 23.08.2022, дані по встановленій потужності сектору ВДЕ на сайті НКРЕКП недоступні для публічного доступу з міркувань безпеки.
40. Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни URL: <https://razumkov.org.ua/statti/sector-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>
41. Окупація 80% ВЕС змінила лідера на ринку вітрогенерації. «Вітропарки України» URL: <https://forbes.ua/news/okupatsiya-80-ves-zminila-lidera-na-rinku-vitrogeneratsii-vitroparki-ukraini-mkrtchana-posunula-dtek-vde-akhmetova-26122023-18092>
42. Рижкін В.Я. Теплові електростанції. Київ: Енергія, 2015. 448 с.

43. Соловійов Ю.П. Проектування теплопостачальних установок для підприємств. Київ: Енергія, 2015. 314 с.
44. Енергозбереження як фактор покращення екологічної ситуації. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/13727/1/17\\_Toimentsova.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/13727/1/17_Toimentsova.pdf)
45. Кудря С.О., Репкін О.О., Яценко Л.В., Ткаленко М.Д., Шинкаренко Л.Я. Концепція Дорожньої карти розвитку водневої енергетики України на період до 2035 року. Відновлювана енергетика. – 2019. – №4 (59). – С. 22-28
46. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року URL: <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-skhvalennia-enerhetychnoi-stratehii-ukrainy-na-period-do-2050-roku-373r-210423>
47. Енергозбереження і енергоефективність-1. Конспект лекцій для студентів напрямку підготовки 6.050802 «Електронні пристрої та системи». - К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 106 с.
48. Вознюк М.А. Проблемні аспекти управління процесами енергозбереження на регіональному рівні / М.А. Вознюк // Фінансово-кредитна діяльність: проблеми теорії та практики. – 2013. – Т. 1.– № 14. – С. 175–182
49. Енергетична безпека України: виклики, можливості, сценарії – 2020 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://aeaep.com.ua/wp-content/uploads/2013/07/40.pdf>
50. Маслікевич М.Р. Сутність оцінки енергоефективності підприємства / М.Р. Маслікевич, Б.М. Сердюк //Актуальні проблеми економіки та управління.– 2011.– Вип. 5. – С. 110–114.
51. Перелік основних нормативно-правових актів регулювання питань енергоефективності та енергозбереження [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/doccatalog/list?currDir=208607>.
52. Енергоефективність та енергозбереження: економічний, техніко-технологічний та екологічний аспекти : колективна монографія / Кол. авторів; за

заг. ред. П. М. Макаренка, О. В. Калініченка, В. І. Аранчій. Полтава : ПП «Астрая», 2019. 603 с

53. Енергоефективність: наука, технології, застосування: Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної Інтернет конференції, Київ, 28 листопада 2018 р. – Київ: НПУ імені М.П.Драгоманова, 2018. – 64 с.

54. Маляренко В.А., Лисак Л.В.. Енергетика, довкілля, енергозбереження: Монографія / Під ред. проф. В.А. Маляренка. – Харків: «Рубікон», 2004. – 368 с.

55. Маляренко В.А.. Основи теплофізики будівель та енергозбереження: Підручник.- 2-е видання. Харків: - «Видавництво САГА», 2009.- 484с

56. Основи енергоефективності: навчально-методичний посібник для ПТНЗ /Задорожна І.П. – Львів – 2011 / с.78.

57. Романчук, С. В. Вдосконалення діючого законодавства переробки відходів у контексті розвитку альтернативної енергетики України [Текст] / С. В. Романчук // Економіка та держава. – 2014. – № 11. – С. 121–125.

58. Мамалига, В. М. Програми енергозбереження: проблеми та можливі шляхи їхнього вирішення [Текст] / В. М. Мамалига, Г. В. Мамалига // Формування ринкових відносин в Україні. – 2015. – № 1. – С. 128–133.

59. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії: оцінка ефективності інвестиційних проектів: монографія / за ред. О. М. Сохацької, О. М. Ляшенка, В. М. Олейко [таін.]; за заг. наук. ред. О. М. Сохацької; Терноп. нац. екон. ун-т. Тернопіль: ТНЕУ, 2016. 308 с

60. Кривцова, В. І. Невичерпна енергія. Вітроводнева енергетика: підручник [Текст] / В. І. Кривцова, О. М. Олейников, О. І. Яковлев. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т «Харківський авіаційний інститут», 2010. – Кн. 4. – 579 с.

61. Кривцов, В. С. Невичерпна енергія. Альтернативна енергетика [Текст] : підручник / В. С. Кривцов, О. М. Олейников, О. І. Яковлев. – Х. : Нац.

аерокосм. ун-т «Харківський авіаційний інститут» ; Севастополь : Севастопольський нац. техн. ун-т, 2010. – Кн. 3. – 621 с.

62. Майдукова, С. С. Національний паливно-енергетичний баланс як основа економічної безпеки [Текст] / С. С. Майдукова // Вісник економічної науки України. – 2014. – № 3. – С. 51–57.

63. Прийменко, С. А. Стратегія розвитку енергетичної галузі України як складова енергетичної безпеки [Текст] / С. А. Прийменко // Механізм регулювання економіки. – 2014. – № 2. – С. 167–175.

64. Проблеми енергозбереження та енергоефективності в контексті енергобезпеки [Текст] / за заг. ред. В. І. Ляшенко // Перший етап модернізації економіки України: досвід та проблеми [Текст] : монографія / за заг. ред. В. І. Ляшенко. – Запоріжжя : Класичний приватний університет, 2014. – С. 273–278.

65. Відновлювані джерела енергії / За заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, 2020. – 392 с.

66. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України / В. Г. Петрук, С. С. Коцюбинська, Д. В. Мацюк // Зб. матеріалів II-го Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю. Вінниця, 2016. С. 56–62.

67. Бобров Є. А. Енергетична безпека держави: монографія. Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2013. 308 с

68. Величко С.А. Енергетика навколишнього середовища України. Навчально-методичний посібник для магістрантів. Харків: Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна, 2003. 52с.

69. Зовсім «зелений»: регулятор знизив тариф на енергію з відновлюваних джерел. За мат. Форбс Україна. 2015. URL: <http://forbes.ua/ua/nation/1388147-zovsim-zelenij-regulyatorzniziv-tarif-na-energiyu-z-vidnovlyuvanih-dzherel>

70. Корольчук А. Ю. Відновлювана енергетика: перспективи України. URL: <http://blog.ubr.ua/politika/idnovlyuvana-energetika-perspektivi-kraini-6031>
71. Петренко І. Частка «зеленої» генерації в Україні сягне 7 ГВт до 2030 року – «оновлена» енергостратегія. Українська енергетика. 2016. URL: <http://uaenergy.org/post/2106>
72. Сучасний стан розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Офіційний сайт Державного агентства зенергоефективності й енергозбереження України. URL: <http://saee.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvana-enerhetyka/suchasny-stan>
73. Шевцов А.. Нетрадиційні та відновлювані джерела енергії в Україні усвітлі нових європейських ініціатив / за ред. А. Шевцова, М. Земляного, Т. Рязова. URL:<http://old.niss.gov.ua/Monitor/november08/2.htm>
74. Башинська Ю.І. Енергозабезпечення за допомогою відновлюваних джерел енергії як альтернатива газифікації в західному регіоні України/ Ю.і.Башинська// Збірник наукових праць ІХ між народ. наук.-практ. конф.»Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні» 6-7 квітня 2017 р. – С.6-8.
75. Вступ до спеціальності. Нетрадиційні та відновлювані джерелаенергії: курс лекцій/ С.О. Кудря, В.І. Будько. – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 387 с.
76. Гнап І.В. Енергетична верба та потенціал її розвитку в Україні / І.В. Гнап // Нетрадиційні і поновлювальні джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні : матеріали Сьомої міжнар. наук-практ. конф – Львів, 2013. – С. 100–101.
77. Дмитренко Л.В. Вітроенергетичні ресурси України / Л.В. Дмитренко, С.Л. Барандич // Наукові праці УкрНДГМІ. – К., 2007. – С.166–173.
78. Клопов І. О. Теоретичні аспекти класифікації енергетичних ресурсів. Classificationofenergysources// Науковий вісник Ужгородського національного



університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство. – Випуск 7, частина 2 • 2016. – С.10-14

79. Прокіп А.В. Оцінка потенціалу деревинних відходів для енергетичного використання / А.В. Прокіп // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.4. – С. 97

80. Забезпечення екологічної безпеки [Текст]: підручник / М.В. Сарапіна, В.А. Андронов, С.Р. Артем'єв, О.В. Бригада, О.В. Рибалова. –Х.: НУЦЗУ, 2019. –246 с.

81. Решетченко А.І. Обґрунтування техніко-економічних рішень підвищення екологічної безпеки урбосистем [Текст]: / А.І. Решетченко, Н.О. Телюра, О.С. Ломакіна // Комунальне господарство міст. Серія «Технічні науки та архітектура». –2022. –№170. –С.62–70.

82. .Cheriyand. A review of research on particulate matter pollution in the construction industry[Text]/D. Cheriyan, CHOI, Jae-ho// Journal of Cleaner Production. –2020–№254. –P.236–248.

83. Краснова М.В. Правові засади забезпечення екологічної безпеки будівельних матеріалів в Україні [Текст]: / М.В. Краснова, Ю.А. Краснова // Вчені записки ТНУ імені В.І. Вернадського. Серія: юридичні науки –2021. –Т. 32 (71). –№2 –С.33–40.

84. Кривомаз Т. І. Зниження впливу будівельної галузі на кліматичні зміни шляхом впровадження принципів зеленого будівництва / Т. І. Кривомаз, А. М. Савченко // Екологічна безпека та природокористування : зб. наук. праць / Київ. нац. ун-т буд-ва і архіт. ; гол. ред. О. М. Трофимчук. -Київ, 2021. -Вип. 1(37). -С. 55-68.