

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Факультет агротехнологій та екології

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. каф. геоекології і землеустрою

доцент _____ Максим ГАНЧУК

“ 16 ” червня 2025 р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи здобувача СВО Бакалавр
(ступінь вищої освіти)

на тему: **«Оцінка впливу на навколишнє середовище вітрових
електростанцій»**

13 ГЗ Д 002 000000 ПЗ

Виконав: здобувач ВО 4 курсу, групи 41 ЕК
спеціальності 101 Екологія за ОПП Екологія
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

Здобувач вищої освіти _____ Павло НЕБОРАК
(підпис) (П.І.П)

Керівник, доцент _____ Ельнара АЮБОВА
(підпис) (П.І.П)

Консультант, доцент _____ Михайло ЗОРЯ.
(підпис) (П.І.П.)

Нормоконтроль, доцент _____ Максим ГАНЧУК
(підпис) (П.І.П)

Запоріжжя - 2025 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

| | |
|------------------------|-----------------------------------|
| Інститут або факультет | <u>агротехнологій та екології</u> |
| Кафедра | <u>геоекології і землеустрою</u> |
| Ступінь вищої освіти | <u>Бакалавр</u> |
| Галузь знань | <u>10 «Природничі науки»</u> |
| Спеціальність | <u>101 «Екологія»</u> |
| Освітня програма | <u>«Екологія»</u> |

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ГЕЗ
к.с.-г.н., доцент Максим ГАНЧУК
« 16 » вересня 2024 р

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

студенту Неборак Павло Олександрович

1. Тема роботи **Оцінка впливу на навколишнє середовище вітрових електростанцій**

керівник роботи к.б.н., доцент Аюбова Ельнара Мусаїбовна

затверджені наказом Ректора університету від «22» жовтня 2024 р. № 506-С

Строк подання студентом роботи «30» травня 2025 р.

Вихідні дані до роботи дані відділу статистики та ДСНС, чинне законодавство України та ЄС.

Перелік питань, які потрібно розробити: державна політика України у сфері альтернативної енергетики; стан традиційних енергетичних ресурсів в Україні; сучасний стан та перспективи розвитку альтернативної енергетики; ОВД для об'єктів відновлювальної енергетики; оцінка впливу на довкілля вітроелектростанцій.

Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|---------------------------|---|-----------------------|------------------|
| | | завдання видав (дата) | завдання прийняв |
| Розділ 8 Охорона праці | Михайло ЗОРЯ, к.т.н., доцент, завідувач кафедри цивільної безпеки | 16.09.2024 | 16.09.2024 |

Дата видачі завдання

16.09.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| Назва етапів кваліфікаційної роботи | Термін виконання етапів роботи (місяць) | Відмітка керівника про виконання |
|---|---|----------------------------------|
| Розділ 1. Державна політика України у сфері альтернативної енергетики | листопад | Виконано |
| Розділ 2. Стан традиційних енергетичних ресурсів в Україні | грудень | Виконано |
| Розділ 3. Вплив традиційної електроенергетики на довкілля | грудень | Виконано |
| Розділ 4. Сучасний стан та перспективи розвитку альтернативної енергетики | березень | Виконано |
| Розділ 5. ОВД для об'єктів відновлювальної енергетики | березень | Виконано |
| Розділ 6. Оцінка впливу на довкілля вітроелектростанцій | квітень | Виконано |
| Розділ 7. Методика оцінки впливу на довкілля об'єктів вітроенергетики та її реалізація на прикладі ВЕС Шевченкове-1 | квітень | Виконано |
| Розділ 8. Охорона праці | травень | Виконано |
| Висновки | травень | Виконано |

Студентка _____ . П.О. Неборак
(підпис) (ініціали та прізвище)Керівник роботи Е.М. Аюбова
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Неборак П.О. Оцінка впливу на навколишнє середовище вітрових електростанцій. Бакалаврська робота. Кафедра геоекології і землеустрою. Запоріжжя, Таврійський ДАТУ ім. Д. Моторного, 2025. С.98

Текст викладений на 83 сторінках, містить 8 розділів, 8 таблиць, 15 рисунків, 62 літературних джерела.

Актуальність теми дослідження

У контексті глобального переходу до відновлюваних джерел енергії вітрові електростанції (ВЕС) відіграють ключову роль у зменшенні викидів парникових газів та залежності від викопного палива. Проте їх вплив на навколишнє середовище потребує ретельної оцінки, адже поряд із позитивними екологічними ефектами можуть виникати й негативні — зміна ландшафтів, вплив на фауну (зокрема, птахів і кажанів), шумове та вібраційне навантаження, а також потенційний вплив на місцеві екосистеми.

В умовах зростання темпів будівництва вітропарків в Україні та світі актуальним є проведення комплексних досліджень, що враховують не лише економічні й енергетичні переваги ВЕС, але й їх екологічні наслідки. Результати такого аналізу дозволять оптимізувати розміщення та конструктивні рішення вітроенергетичних об'єктів, мінімізувати ризики для довкілля та сприяти сталому розвитку енергетики.

Таким чином, оцінка впливу ВЕС на навколишнє середовище є важливим етапом при плануванні та експлуатації об'єктів відновлюваної енергетики, що має забезпечити баланс між розвитком енергетичної інфраструктури та збереженням природних ресурсів.

Мета роботи: оцінювання позитивних та негативних впливів розвитку вітроенергетики на навколишнє середовище, порівнянні економічних переваг над впливом на природу, необхідності оцінювання впливу на довкілля (ОВД) таких альтернативних видів енергетики, які на перший погляд здаються безпечними.

Ключові слова: вітрова енергетика, вітрові електростанції, вплив на довкілля, екологічна оцінка, шумове забруднення, міграція птахів, відновлювана енергетика, сталий розвиток, ландшафтні зміни, екосистеми.

ЗМІСТ

| | |
|---|-----------|
| ВСТУП..... | 7 |
| РОЗДІЛ 1 ДЕРЖАВНА ПОЛІТИКА УКРАЇНИ У СФЕРІ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ | 10 |
| РОЗДІЛ 2 СТАН ТРАДИЦІЙНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ..... | 15 |
| 2.1. Теплові електростанції | 17 |
| 2.2. Атомні електростанції | 19 |
| 2.3. Гідроелектростанції. | 20 |
| РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ТРАДИЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ НА ДОВКІЛЛЯ | 22 |
| 3.1. Вплив ТЕС на довкілля..... | 22 |
| 3.2. Вплив ГЕС на довкілля..... | 24 |
| 3.3 Вплив АЕС на довкілля | 25 |
| РОЗДІЛ 4 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ | 29 |
| 4.1. Сонячна енергетика..... | 31 |
| 4.1.1. Сонячна теплоенергетика..... | 32 |
| 4.1.2. Сонячна електроенергетика | 34 |
| 4.1.3. Стан і перспективи розвитку сонячної енергетики | 35 |
| 4.2. Вітроенергетика..... | 38 |
| 4.2.1 Стан і перспективи розвитку вітроенергетики | 43 |
| 4.3. Біоенергетика..... | 45 |
| 4.3.1. Енергетичні ресурси біомаси | 46 |
| 4.3.2. Біоенергетичні технології..... | 47 |
| 4.4 Перспективи розвитку відновлювальної енергетики | 52 |
| РОЗДІЛ 5 ОВД ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ | 54 |
| 5.1. Поняття ОВД та методика досліджень | 54 |
| 5.2. Нормативні акти та юридичне врегулювання проведення ОВД..... | 56 |
| РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ (ВЕС) | 59 |
| 6.1. Вплив об'єктів вітрової енергетики на ландшафти. | 61 |

| | |
|--|-----------|
| 6.2. Вплив об'єктів вітрової енергетики на орнітофауну..... | 64 |
| 6.3. Вплив об'єктів вітрової енергетики на шумовий та вібраційний фон. | 66 |
| РОЗДІЛ 7. МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ОБ'ЄКТІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ ТА ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЯ НА ПРИКЛАДІ ВЕС ШЕВЧЕНКОВЕ-1 | 73 |
| РОЗДІЛ 8 ОХОРОНА ПРАЦІ | 88 |
| ВИСНОВКИ..... | 90 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 93 |

ВСТУП

Організація раціонального природокористування, охорона навколишнього середовища – нині одна з найголовніших проблем для кожної країни і всього людства. Вона набуває дедалі більшої вагомості і гостроти.

Сьогодення вимагає від людства особливого акценту на питання вивчення та розробки технічних особливостей використання відновлювальних джерел енергії, та проблема збереження навколишнього середовища має не менш важливе значення. Загроза екологічної катастрофи потребує більш глибоких досліджень екологічного впливу відновлювальних джерел енергії на довкілля.

Постановка завдання. Для оцінки можливого впливу на довкілля та збереження навколишнього середовища в процесі природокористування розроблено методики ОВД та прийнято ряд державних документів, які регулюють використання природних ресурсів у процесі будови та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики.

Вітроенергетика на сьогоднішній день є інноваційною технологією генерації електроенергії. В сучасному розумінні вітроенергетика це сукупність засобів перетворення кінетичної енергії вітру в електроенергію.

Розглянувши традиційні методи отримання енергії з не відновлювальних джерел, можна дійти думки, що альтернативна енергетика добування енергії з відновлювальних джерел являє собою абсолютно безпечний «екологічно чистий» варіант. Та вітроенергетика, як кожен вид антропогенної діяльності має певні екологічні ризики, на сьогоднішній день недостатньо вивчений. Зведенню та експлуатації вітроенергетичних електростанцій передують підготовка документів з оцінки впливу на довкілля згідно з розробленими методиками та рекомендаціями міністерства охорони природи. Дослідження потребує кожен проект окремо, тому що для кожного конкретного випадку потрібно розглядати всі екологічні складові впливу на довкілля та особливості місцевості будівництва та роботи ВЕС.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні затверджено методики оцінки впливу на навколишнє середовище державними стандартами чи наказами Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, а також пропозиції розроблені та запропоновані науковими установами [1-7]. Також за основу оцінювання береться інформація щодо географічного розміщення та особливостей функціонування різних об'єктів відновлювальної енергетики з опублікованих раніше монографій [8,9] та статей [10-15].

Серед вітчизняних науковців проблемою оцінки впливу на довкілля займались Я.О. Адаменко, В.Аю Андронов, Є.О. Варивода, Л.Б. Архипова, І.Д. Пушкарьова, Т.А. Сафронов та інші.

Мета дослідження:

Мета нашого дослідження полягає в оцінюванні позитивних та негативних впливів розвитку вітроенергетики на навколишнє середовище, порівнянні економічних переваг над впливом на природу, необхідності оцінювання впливу на довкілля (ОВД) таких альтернативних видів енергетики, які на перший погляд здаються безпечними. В цій роботі також проводиться розгляд традиційних джерел енергії та розглядаються переваги «зеленої» енергетики.

Об'єкт дослідження:

Об'єкт нашого дослідження – вітроенергетичні установи та вплив їх будівництва та подальшої експлуатації на навколишнє середовище.

Предмет дослідження:

Предмет дослідження – виявлення, в першу чергу, шкоди довкіллю, екологічного сліду, що його несе зведення на тих чи інших ділянках вітрогенних установок, залежність негативного впливу від технічних характеристик та розробки проекту ВЕС, можливі технології та методи зменшення негативного впливу на довкілля або навіть проявів позитивного впливу на навколишнє середовище.

Методи дослідження:

Вивчення та аналіз літературних джерел, наукових статей, матеріалів наукових конференцій, досвіду розробників вітроенергетичних установок в інших країнах. Аналіз взаємозв'язку між проектом ВЕС, розташуванням об'єктів вітроенергетики та впливом зведення і експлуатації ВЕС на навколишнє середовище.

Актуальність дослідження:

Під час реалізації проектів з відновлюваної енергетики важливо у повному обсязі оцінити потенційні впливи на довкілля з метою їхньої мінімізації. Інтенсивність цих впливів на довкілля від об'єктів відновлюваної енергетики залежить від різних факторів, зокрема географічного розташування, виду діяльності, близькості об'єктів, які потенційно можуть зазнати впливу на різних етапах життєвого циклу проектів тощо. Проведення розрахунку та аналізу всіх факторів впливу дає змогу об'єктивно оцінити вплив на довкілля та запроектувати заходи з метою його уникнення.

РОЗДІЛ 1 ДЕРЖАВНА ПОЛІТИКА УКРАЇНИ У СФЕРІ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Досягнення енергетичної незалежності України разом із розвитком альтернативної енергетики залишається нагальною проблемою державної політики. [16] Державна влада України розуміє необхідність розвитку «зеленої енергетики» з максимальним використанням власних природних ресурсів.

У 2009 році з державного бюджету України було виділено значні кошти на розвиток альтернативної енергетики: 500 млн грн — на об'єкти Міністерства житлово-комунального господарства та 1,5 млрд грн — через Міністерство регіонального розвитку та будівництва. Проте ефективність державної політики у цій сфері значною мірою залежить від якості нормативно-правової бази, яка має забезпечити сприятливі умови для функціонування ринку відновлюваної енергетики.

Серед ключових законодавчих актів у галузі альтернативної енергетики можна виокремити:

- Закон України «Про альтернативні джерела енергії» (2003 р.),
- Закон про «зелений тариф» (2008 р.),
- Закон «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з питань оподаткування щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії та видів палива» (2009 р.),
- Закон про зміни до Закону України «Про електроенергетику» щодо стимулювання альтернативної енергетики.

Згідно із законодавством, «зелений тариф» передбачає обов'язкову закупівлю електроенергії, виробленої з альтернативних джерел, за пільговими тарифами, встановленими Національною комісією з регулювання електроенергетики України на 10 років для відповідних виробників.

У Стратегії сталого розвитку «Україна – 2020» (2015 р.) енергетична реформа визначена одним із ключових напрямів європейської інтеграції. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» визначає перелік джерел, що належать до

альтернативних: сонячна, вітрова, геотермальна, гідроенергія, енергія біомаси, біогаз, гази з органічних відходів тощо, а також вторинні енергетичні ресурси.

Найбільші темпи зростання спостерігалися у сфері сонячної енергетики. За останні роки в Україні було введено понад 1,6 ГВт теплових потужностей на альтернативному паливі. Це сприяло зростанню зайнятості населення та активному залученню домогосподарств до встановлення сонячних панелей. Зокрема, у 2016 році кількість таких господарств зросла до 1109 (у порівнянні з 244 у 2015 році), а загальна потужність систем збільшилася у 7 разів. Надлишок виробленої енергії домогосподарства реалізують за «зеленим тарифом» у мережу.

Активну участь у розвитку інновацій у галузі альтернативної енергетики беруть українські науковці: Т. Бурячок, З. Буцьо, Г. Варламов, С. Дубовської, В. Єрохов, В. Жовтянський, В. Клименко, Є. Крижанівський, Ю. Ландау, І. Плачков, Г. Рябцев, І. Сігал, Т. Тимочко. Теоретичні основи аналізу державної політики висвітлені у працях зарубіжних дослідників (Е. Боардмен, Е. Ведунг, Д. Веймер, А. Вайнінг, Х. Грінберг, Дж. Стігліц), а також українських вчених — О. Кілієвич, Н. Коваліско, І. Кравчук, О. Мазурик, Л. Пильгун, М. Савва, В. Тертичко.

Альтернативна енергетика як сектор енергетики забезпечує виробництво електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел. Її розвиток регламентується низкою законів, зокрема:

- «Про енергозбереження»,
- «Про електроенергетику»,
- «Про альтернативні джерела енергії»,
- «Про альтернативні види палива».

Постановою Кабінету Міністрів України від 11.11.2015 р. було продовжено строк реалізації Державної цільової економічної програми енергоефективності та розвитку виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел та альтернативних видів палива на 2010–2015 роки.

Історично важливим кроком стало створення у 1995 році Державного комітету з енергозбереження, який зазнав кількох організаційних трансформацій, але продовжує виконувати функції у сфері енергоефективності.



Рис. 1. Організаційні зміни центрального органу виконавчої влади у сфері альтернативної енергетики [28].

Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України (ДАЕЕ)

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 26 листопада 2014 року затверджено Положення про ДАЕЕ — центральний орган виконавчої влади, діяльність якого координується через Віце-прем'єр-міністра – Міністра розвитку громад, територій та інфраструктури України.

Основні завдання ДАЕЕ:

- Реалізація державної політики у сферах енергоефективності, енергозбереження, використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та альтернативних видів палива.
- Підвищення частки ВДЕ та альтернативних джерел у енергетичному балансі України.
- Надання адміністративних послуг у зазначених сферах.
- Розробка та контроль за реалізацією державних норм, правил, технічних регламентів та стандартів.
- Забезпечення функціонування системи енергетичного маркування.
- Створення державних фондів підтримки енергоефективних заходів.

У 2017 році ухвалено низку законів, спрямованих на розвиток альтернативної енергетики, зокрема щодо:

- стимулювання виробництва тепла з ВДЕ,
- покращення інвестиційного клімату у сфері виробництва електроенергії з ВДЕ,
- встановлення сонячних і вітрових електростанцій у домогосподарствах,
- розвитку виробництва рідкого біопалива.

Міжнародна співпраця: участь у IRENA

Міжнародне агентство з відновлюваних джерел енергії (IRENA), створене у 2011 році, сприяє глобальному переходу до сталого енергетичного розвитку. Членами організації є 144 країни, ще 31 подала заявки на вступ. Бюджет IRENA на 2016–2017 рр. становив 46 млн доларів США.

Україна приєдналася до IRENA у 2017 році. Це відкрило нові можливості:

- доступ до пільгових кредитів через Абу-Дабійський фонд розвитку (ADFD),
- отримання експертних рекомендацій щодо вдосконалення національного законодавства,
- участь у програмах співфінансування «зелених» проектів (до 50%, під 1–2% річних на термін до 20 років),
- обмін досвідом та інформацією у сфері ВДЕ.

Членський внесок України визначається згідно з системою внесків ООН.

Інституційна еволюція енергоефективної політики

- **1995 р.** — утворено Державний комітет з енергозбереження.
- **1996 р.** — створено Державну інспекцію з енергозбереження.
- **2005 р.** — створено Національне агентство з ефективного використання енергетичних ресурсів.
- **2011 р.** — указом Президента утворено ДАЕЕ.

Інші повноваження ДАЕЕ

- Узагальнення практики застосування законодавства та розробка пропозицій щодо його вдосконалення.
- Проведення державної експертизи з енергозбереження.
- Розвиток енергетичного аудиту та впровадження енергетичного менеджменту.
- Реалізація державно-приватного партнерства у сфері енергоефективності.
- Ведення державного реєстру енергоефективних проектів та підприємств.
- Участь у підготовці міжнародних договорів та гармонізація законодавства України з законодавством ЄС.

Державно-приватне партнерство

Одним із ключових механізмів розвитку альтернативної енергетики в Україні є державно-приватне партнерство (ДПП), яке може реалізовуватися шляхом:

- надання державних гарантій,
- фінансування з держбюджету або місцевих бюджетів,
- інших передбачених законом форм.

Міжнародний досвід засвідчує ефективність ДПП як з економічної, так і соціальної точки зору.

На сьогоднішній день енергетична структура України несе вагомі втрати у зв'язку з повномасштабним вторгненням, велика кількість вітроелектростанцій опинилась на тимчасово окупованих територіях, гідроелектростанції потерпають від обстрілів та виведення з ладу обладнання. Підрив Каховської ГЕС створив «токсичну бомбу», яку вже сьогодні порівнюють з Чорнобильською катастрофою, оцінюючи можливі наслідки. Сьогодні примушую державу шукати та всебічно розвивати альтернативні види видобутку електроенергії.

РОЗДІЛ 2 СТАН ТРАДИЦІЙНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ В УКРАЇНІ

Увесь всесвіт створений з матерії та енергії. Внаслідок існування закону збереження енергії та першого закону термодинаміки поняття «енергія» поєднує всі явища природи.

Поняття енергії пов'язане зі здатністю тіла або системи виконувати роботу, втрачаючи при цьому певну кількість енергії та змінюючи навколишні тіла. Та якщо система витрачає енергію, вона повинна її відновлювати, звід кисть отримувати. Саме таку мету переслідує енергетика – отримувати енергію з природних ресурсів та витратити її за потребами господарства.

Енергоресурси (джерела енергії) – матеріальні об'єкти, які мають в собі енергію, що може бути використана людиною задля своїх практичних цілей.

Первинне джерело всієї енергії на Землі – це енергія Сонця. Саме цю енергію споживають рослини та інші фототрофні істоти, перетворюючи її в хімічну енергію органічних сполук. Здатність енергії до переходу одного виду в інший дозволяє накопичувати її для подальшого використання.

Джерела енергії поділяють на два типи: традиційні та альтернативні. Традиційні джерела енергії це корисні копалини – газ, нафта, вугілля. До другого типу відносять все альтернативне їм – сонце, вода, вітер. Головна різниця між цими двома типами енергоресурсів полягає в їх відновлювальності. Традиційні джерела – не відновлювані, для їх створення знадобилися тисячі, або навіть мільйони років та певні геологічні умови. Їх видобуток виснажує природу. На відміну від традиційних, альтернативні джерела - відновлювані, сонячна енергія надходить постійно, річки течуть, вітер віє.

Енергетика охоплює енергетичні ресурси, добування, перетворення, передавання і використання різноманітних видів енергії. Найпоширенішою галуззю енергетики є електроенергетика. Вона охоплює всі типи електростанцій: теплові, атомні, сонячні, гідравлічні, вітрові, теплоелектроцентралі та господарство електромереж.

Провідне місце в електроенергетиці України належить атомним (АЕС) і тепловим електростанціям (ТЕС) - разом вони дають понад 90% всієї виробленої електроенергії.

Перші ТЕС були побудовані наприкінці XIX ст., набули масового поширення у XX ст. і до переходу на газ розміщувалися поблизу джерел паливних ресурсів.

Теплові електростанції потужністю понад 2 млн кВт-год називають державними районними електростанціями (ДРЕС) - їх розміщують у великих промислових регіонах (рис.2.1).

Найбільшими споживачами електроенергії є промисловість (65%), транспорт і сільське господарство (по 10%), будівництво, побут та інші галузі.

У великих містах працюють теплоелектроцентралі (ТЕЦ), які є результатом комбінування двох виробництв: електроенергії та гарячої води для опалення приміщень у холодну пору року.

Першу атомну електростанцію було введено в експлуатацію 27 червня 1954 р. у м. Обнінськ Калузької області. Від того часу ядерна енергетика у всьому світі почала бурхливо розвиватися. За даними МАГАТЕ (міжнародного агентства з атомної енергетики) на початок 90-рр. XX ст. у світі працювало понад 430 енергоблоків ефективною потужністю близько 318 тис. МВт, які забезпечували 17% світового виробництва електроенергії, на різних стадіях будівництва знаходилося ще 100 реакторів загальною потужністю 80 тис. МВт.

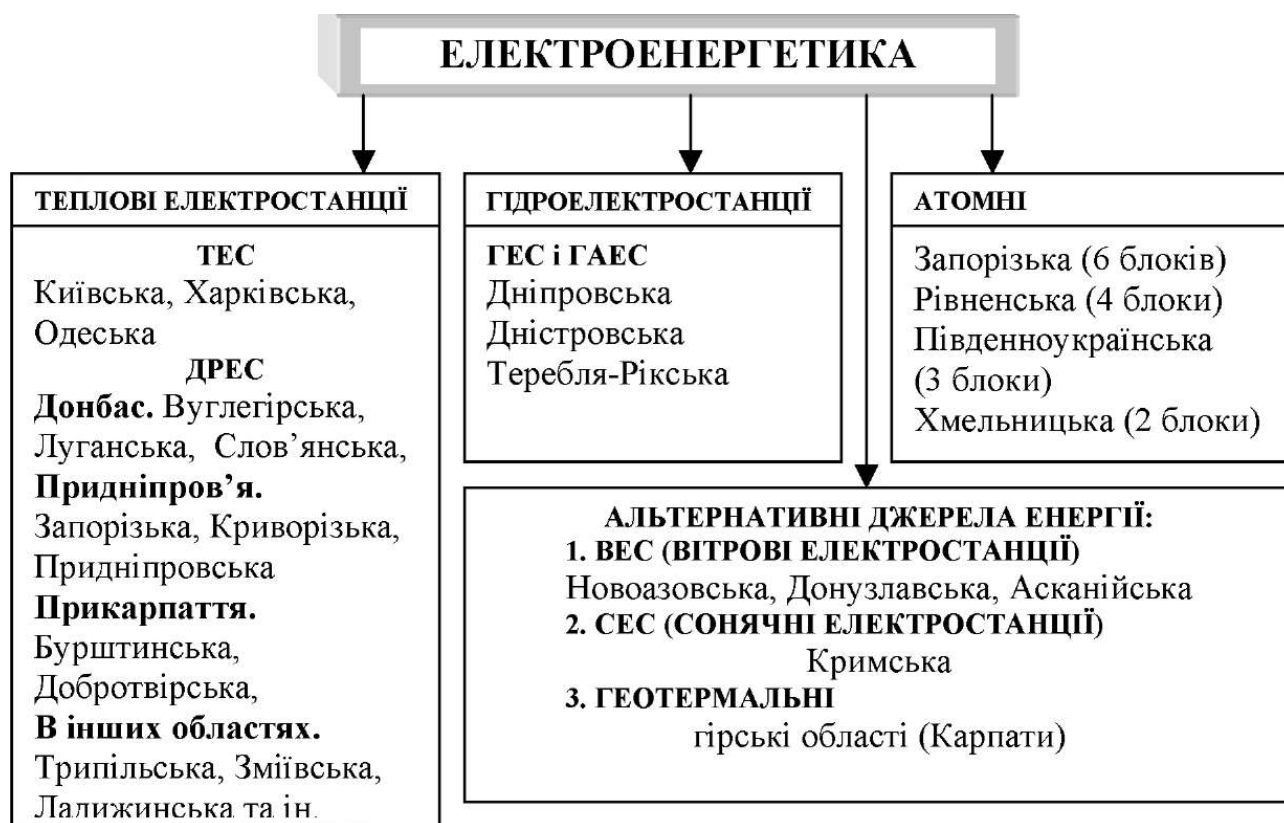


Рис. 2.1.- Географія розміщення електростанцій України

На сьогоднішній день в Україні функціонує три АЕС – це Хмельницька та Південноукраїнська (по 3 млн кВт.) та Рівненська (1,818 МВт). Будівництво Кримської та Чигиринської АЕС зупинено, а Чорнобильську АЕС не експлуатують з 15 грудня 2000 року. Запорізька (6 млн кВт.) на сьогодні опинилася на тимчасово окупованій території, внаслідок підриву Каховського водосховища робота атомної станції проблематична.

2.1. Теплові електростанції

На теплових електростанціях як первинне джерело енергії використовують органічне паливо: газ, вугілля, сланці, нафтовий мазут.

Система технологій отримання електроенергії на теплових електростанціях складається з послідовних ланцюгів :

| | | | |
|--------------------|---|--|--|
| Видобування палива | Збагачення та підготовка палива до спалювання | Спалювання палива та отримання пари високого тиску | Перетворення теплової енергії пари у механічну, а потім в електричну енергію |
|--------------------|---|--|--|

Етапи перетворення викопного палива в електричну енергію на теплових електростанціях

Початковим етапом технологічного циклу є видобуток корисних копалин із надр землі шляхом підземної або відкритої розробки. Рідкі та газоподібні види палива добуваються за допомогою спеціалізованого технічного обладнання методом відкачування зі свердловин, фонтанного видобутку або з використанням комплексних технологічних рішень. Цей процес належить до первинного сектору економіки, який охоплює видобувну діяльність.

Наступним етапом є підготовка твердого палива до процесу спалювання, яка включає подрібнення, сушіння та збагачення сировини. Мазут, у свою чергу, проходить очищення від домішок, підігрівання, а за потреби – спеціальну обробку з використанням присадок.

На наступному технологічному рівні відбувається спалювання палива, в результаті чого енергія хімічних зв'язків пального трансформується в теплову енергію. Остання слугує для нагрівання води в парових котлах, що призводить до утворення водяної пари.

Перегріта пара характеризується температурою близько 540 °С та тиском у межах 3,5–6,5 МПа. Вона подається на робочі лопаті турбіни, обертання якої зумовлює механічний привід електрогенератора. Після виконання роботи пара потрапляє в конденсатор, охолоджуваний водою з природних джерел (річок, водойм, водосховищ тощо). У процесі конденсації пара віддає значну частину теплоти, яка не використовується безпосередньо для виробництва електроенергії, але може бути застосована для систем центрального теплопостачання, зокрема – для опалення житлових і промислових об'єктів. Саме тому теплоелектроцентралі (ТЕЦ) зазвичай розташовуються поблизу великих індустриальних центрів.

Залежно від типу енергетичного обладнання, теплові електростанції (ТЕС) класифікуються на паротурбінні (ПТЕС), газотурбінні та дизельні. Паротурбінні станції, у свою чергу, поділяються на конденсаційні електростанції (КЕС) та теплоелектроцентралі (ТЕЦ).

На КЕС реалізується замкнений цикл використання водяної пари: вона подається до конденсаційної турбіни, де теплова енергія перетворюється спочатку на механічну, а потім – на електричну за допомогою генератора.

Теплові електроцентралі відрізняються від КЕС тим, що пара в них використовується не повністю у турбінах, а частина відбирається для потреб теплофікації. Таке комбіноване використання теплової енергії підвищує економічність ТЕС, та знижує вартість виробленої енергії.

Дизельні електростанції бувають стаціонарними та пересувними. Стаціонарні дизельні електростанції використовують дизель-агрегати потужністю від 110 до 750 кВт. Пересувні дизельні електростанції мають потужність 25-150 кВт та розташовуються здебільшого в автомобілях або на залізничних платформах та вагонах. Використовують такі станції у сільському господарстві, в лісовій промисловості, для військових потреб в пошукових та наукових експедиціях як основне, резервне або аварійне джерело електропостачання.

2.2. Атомні електростанції

Атомна енергетика використовує ядерне паливо, яке містить важкі ізотопи, що розпадаються з високою енергією, що створює тепло та генерує електроенергію. Проте, це паливо є радіоактивним та може створювати значну кількість радіоактивного сміття, яке необхідно зберігати протягом тривалого періоду часу. Зберігання радіоактивних відходів може створювати проблеми з безпекою та загрозою забруднення ґрунту та води. Безпека ядерних електростанцій також є дуже важливим питанням. Аварії, такі як Чорнобиль та Фукусіма, демонструють потенційну загрозу для життя та здоров'я людей та середовища.

Ядерна енергія найбільш концентрована форма енергії, що використовується людиною. В природі є лише один хімічний елемент, який ділиться сам – це уран-

223, -235, та -238; лише уран-235 можна використовувати як паливо для атомних електростанцій. Видобута руда має не більше 0,7% урану-235. В процесі збагачення руди концентрація ізотопу урану збільшується до 90 відсотків. Перетворення ядерної енергії в електричну проходить в ядерних реакторах. Під час поділу одного кілограму урану виділяється стільки теплової енергії, скільки можна отримати при спаленні 2000 тонн вугілля. Єдиною відмінністю атомної та теплової електростанцій є джерело теплової енергії. Технологічні процеси перетворення механічної енергії в електричну на обох типах електростанцій збігаються. [35]. Атомна енергетика – це не тільки власне атомні електростанції, а й комплекс підприємств, які потрібні для забезпечення їх паливом. До атомної енергетики належать в першу чергу місця видобутку уранової руди, заводи, на яких проходить збагачення руди та видалення оксиду урану, підприємства на яких створюють тепловидільні елементи, та в завершення циклу місця захоронення радіоактивних відходів [35]. Єдиною суттєвою умовою розташування атомних електростанцій є необхідність поряд водних джерел для забезпечення охолодження реакторів. На сьогоднішній день ми маємо проблему підриву Каховського водосховища, що привело до зупинення Запорізької АЕС.

2.3. Гідроелектростанції.

Гідроенергетика має велике значення для стабільної роботи українського енергетичного сектору – лише ГЕС та ГАЕС забезпечують покриття навантажень та автоматичне регулювання потужності в Об'єднаній енергетичній системі України.

Гідроенергетичні ресурси – це потенційна енергія руху водних потоків річок та водойм. Не зважаючи на великий обсяг водного басейну країни, не всі потенційні можливості водних ресурсів є економічно корисними та доцільними для використання.

Технічно доцільними для використання можуть бути водні ресурси Дніпра – 46%, Дністра та Тиси – по 20%, решта річок України становить 14%.

Гідроелектростанції Дніпровського каскаду мають особливо велике значення для водозабезпечення маловодних районів Центра та Півдня України.

Деякі гідроелектростанції використовують метод гідро акумуляції, або метод наливного водосховища. Суть такого методу полягає в тому, що протягом дня вода переходить з вищого рівня водойми на нижчий, обертаючи своїм рухом гідротурбіни. Вночі, коли споживання енергії зменшується, насоси, на які подається надлишкова електроенергія з гідроелектростанції, перекачують воду знову з нижчого рівня на вищий.

ГАЕС виконують роль демпфера – тобто споживають електроенергію, коли вона є в надлишку та повертають в регіональну енергомережу, коли її недостатньо. [36] Електромашини ГАЕС працюють як насоси, коли вони перекачують воду з нижнього рівня водойми на верхній, та як гідротурбіни під час перетікання води з верхнього рівня на нижчий.

Першу гідроакумуляторну електростанцію на території колишнього СРСР було збудовано на березі Київського моря в 1971 році. Її потужність – 225 МВт, напір – 65 м, довжина водоймища – 275 м.

РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ТРАДИЦІЙНОЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ НА ДОВКІЛЛЯ

Без сумніву електроенергетика основа всіх без винятку галузей народного господарства та забезпечення побутових потреб населення, але з іншого боку вона ж джерело техногенного впливу на довкілля. Вплив цей здебільшого негативний та погіршує умови життєдіяльності не лише людей а й усього біогеоценозу. На сьогоднішній день, на жаль, ще не знайдено жодного джерела отримання електроенергії, використання якого б не впливало прямо або опосередковано на екологічні умови нашої планети.

3.1. Вплив ТЕС на довкілля

Робота ТЕС впливає на навколишнє середовище на кількох етапах : перше – безпосереднє видобуток корисних копалин для використання в роботі ТЕС; друге – відходи від згорання палива для отримання електроенергії.

Вплив на атмосферу. Теплові електростанції, що працюють на твердому паливі викидають в атмосферу часточки золи та неспалені часточки палива, сірчаний та сірчистий ангідриди, оксиди азоту, оксиди вуглецю, водяну пару.

Теплові електростанції, що використовують в якості палива газ викидають в повітря оксиди азоту та вуглецю, водяну пару тощо.

Забруднення навколишнього середовища залежить від низки факторів, таких як рельєф місцевості, швидкості та напрямку вітру, висоти хмарності, інтенсивності. Наприклад, система охолодження конденсаторів ТЕС суттєво підвищують вологість у районі розташування електростанції, що в свою чергу сприяє утворенню низької хмарності, туманів, зниженню сонячної активності, викликає мряку, в зимовий період сприяє утворенню ожеледиці та інію. Взаємодія токсичних викидів з підвищеною вологістю призводить до утворення стійкої забрудненої дрібнодисперсної хмари – смогу.

Вплив на гідросферу. Тес взаємодіє з гідросферою споживанням води, в тому числі необоротним споживанням, коли використана вода перетворюється на

водяну пару і розвіюється в атмосфері. Окрім цього основним впливом на водойми з боку теплоелектростанцій є скидання теплої води, наслідком чого можуть бути:

- Постійне локальне підвищення температури;
- Зміна умов льодоставу та паводків;
- Виникнення випаровування та туманів.

Наряду з порушенням мікроклімату постійні теплові викиди призводять до заростання водойми, порушення кисневого балансу, зниження розчинності кисню у воді загрожує життю мешканців водойми. Підвищення температури води до 26-30 градусів пригнічує життєдіяльність флори та фауни, а при температурі 36 градусів риба починає гинути.

Вплив на літосферу. Діяльність теплоелектростанцій на літосферу починається з розробки копалин для отримання палива. Під час роботи ТЕС основними факторами впливу є осадження на поверхні літосфери твердих часточок та різних хімічних сполук. Негативним впливом на довкілля є також вилучення зі сільськогосподарського використання орних земель та луків під будівництво ТЕС та золо відвалів. Видалені з топки зола та шлаки утворюють золошлаковідвали які не лише заповнюють певні площі а ще й забруднюють довкілля шкідливими хімічними сполуками.

Під час роботи ТЕС утворюються розчини соляної кислоти, натрію, аміаку, солей амонію, важких металів таких як залізо та інших речовин.

Теплоелектростанція потужністю 1000 МВт, яка працює на вугіллі, викидає в атмосферу приблизно 5000 тон оксиду сірки (У1) ; 10000 тонн оксиду азоту. На поверхню землі надходить близько 400000 тонн золи, в якій міститься 80 тонн важких металів. Така станція під час своєї роботи витрачає таку кількість кисню, яку виділяє 101 тисяча гектарів лісу.

Теплове забруднення. Недосконала технологія роботи ТЕС призводить до того, що близько 67% теплової енергії відводиться в навколишнє середовище.

Необхідність охолодження потребує або природних водойм, або створення штучних ставків-охолоджувачів. Тобто від народного господарства відбирають площі земної поверхні. Під час будівництва та експлуатації теплоелектростанцій

теплове скидання не обмежують чинними нормами, а лише вимагають, щоб підігрів води у водоймах не перевищував її природної температури влітку на 3 градуси, а взимку на 5 градусів.

3.2. Вплив ГЕС на довкілля.

Як і все, що створила людина, так і робота гідроелектростанції призводить не лише до позитивних, а й до негативних наслідків. Експлуатація гідроелектростанції насамперед завдають шкоди водним екосистемам, погіршують якість води, зменшують біопродуктивність. Наслідки гідротехнічного будівництва можна поділити на такі типи:

- Морфо метричні – зміна окреслення берегових ліній, перерозподіл глибин, зміна площі водної поверхні;
- Гідрофізичні – збільшення та зменшення водності, перерозподіл водного стоку у просторі та часі, зміна швидкості течії, зміна водообміну та терморезиму;
- Гідрохімічні – зміна загальної мінералізації та йонного вмісту, зміна газового (кисневого) режиму, зміна кількості органічних сполук та біологічних речовин;
- Токсикоекологічні та радіоекологічні параметри – збільшення вмісту важких металів, пестицидів, радіонуклідів;
- Гідробіологічні та біопродуктивні параметри – зміна флори і фауни, в тому числі зменшення рідкісних видів, ендеміків тв. Господарсько важливих видів, розвиток шкідливих, агресивних видів, поява такого явища, як цвітіння води, заболочування водоймищ, заростання чарагниками та рогозм, погіршення та зменшення самоочищення.

Штучно утворені водосховища негативно впливають на географічні, економічні та кліматичні характеристики біосфери. Створення водосховищ привело до затоплення великих площ, на яких до цього було розташовано населені пункти, підприємства, сільськогосподарські угіддя. Довелося переселити мільйони

людей. На сьогодні під водою опинилося майже 100 тисяч кілометрів родючих земель на території колишнього Радянського Союзу.

Твердження щодо того, що сучасна гідроенергетика це економічно ефективно та екологічно чисте джерело електроенергії не враховує багатьох побічних аспектів, хоча порівняно з теплоелектростанціями шкода для довкілля багато разів менша.

Значна частина штучно утворених водоймищ це мілководдя (до двох метрів глибини), де утворюються сприятливі умови для швидкого та неконтрольованого розмноження синьо-зелених водоростей. Небезпека цього явища, що називається «цвітіння води», полягає у зменшенні концентрації розчиненого кисню у воді та насичення води токсичними хімічними сполуками (фенолом, індолом та іншими), що виділяються при відмиранні та розкладанні водоростей. Цвітіння води набуло неабиякого поширення у другій половині ХХ століття. Такий негативний вплив пов'язаний також із широким застосуванням мінеральних добрив та поверхнюактивних речовин у великій кількості в мілководних басейнах, що добре прогріваються сонцем, дощові потоки приносять у водойми з ґрунту велику кількість поживних речовин для росту та розвитку рослин. Такі водоймища перетворюються на мертві моря, в них зникає риба та інша фауна.

Окрім того, утворення водоймищ призводить до зміни мікроклімату регіону. Збитки від будівництва та експлуатації ГЕС на рівнинних територіях, можуть значно перевищувати вигоду від отриманої електроенергії, тобто твердження про «найдешевший» кіловат, який ніби дає ГЕС, не відповідає дійсності. Можливо для економічної та екологічної вигоди краще було б будувати лише в гірських районах.

3.3 Вплив АЕС на довкілля

Німецький вчений Е. Гауль сказав: «Немає жодного іншого енергоносія, використання якого залишало б хоч приблизно стільки відходів, скільки дає ядерна енергетика, і немає таких відходів, які за ступенем небезпечності хоча б приблизно нагадували продукти розщеплення».

Накопичення в довколишньому середовищі невластивих для нього радіоактивних речовин вкрай шкідливо діє на природу.

Ядерні відходи утворюються не лише на стадії, коли відпрацьоване паливо виймають з реакторів та відправляють на перероблення, але й у процесі видобутку уранової руди, збагачення урану, виготовлення ядерного палива та в результаті техногенних аварій. Ядерні відходи залишаються радіоактивними та небезпечними від десятків до сотень тисяч років. На сьогоднішній день ядерна промисловість так і не знайшла безпечної технології перероблення та утилізації радіоактивних відходів.

Деякі країни, такі як Сполучені штати Америки, Канада, Фінляндія, планують здійснювати захоронення ядерних відходів на території своїх країн із мінімальним переробленням. Велика Британія, Франція, Росія та Японія вирішили робити «глибоку» переробку своїх відходів з подальшим захороненням у спеціальних контейнерах, залитих склом. Частина держав, зокрема і Україна, «тимчасово» зберігають радіоактивні відходи у спеціально побудованих для цього сховищах.

До останнього часу жодна з країн, які використовують атомну енергетику не здійснила захоронення ядерних відходів у промисловому масштабі. Розглядають варіанти захоронення ядерних відходів у гранітних породах, вулканічних туфах, пластах солі, або взагалі відправлення цих відходів у відкритий космос, чи на інші планети.

За даними Національної комісії радіаційного захисту України при Верховній Раді, Україна на сьогоднішній день накопичила близько 120 млн кв.м. твердих та рідких відходів атомної енергетики. Попередні розрахунки показують, що перероблення одного дм відходів за світовими цінами коштує 50 доларів, таким чином Україна має витрати не менше 60 трлн. Доларів на знешкодження кількості радіоактивних відходів, що вона має на цей час[37].

Уряд України та Європейська комісія підписали угоду про фінансування Річної програми дій 2020 року щодо співробітництва у сфері ядерної безпеки. За підтримки ЄС започатковано проект, який сприятиме вдосконаленню безпечного

поводження з радіоактивними відходами та відпрацьованим ядерним паливом в Україні, а також покращенню екологічної реабілітації, колишніх ядерних об'єктів (європейська правда).

Поступово впроваджується програма будівництва енергоблоків нового покоління. Принцип дії таких реакторів полягає в тому, що вони зможуть використовувати плутоній із уже попередньо використаного ядерного палива як нове паливо. Можна створити на деякий час паливний замкнений цикл під час використання та виробництва ядерного палива, який би зменшив витрати на добування та збагачення урану, таким чином зменшуючи навантаження на навколишнє середовище.

В свою чергу це також не саме вдале рішення, оскільки штучний елемент плутоній, період напіврозпаду якого перевищує 20 тисяч років, це найбільш токсична речовина з усіх, що будь-коли були створені людиною – 450 г плутонію достатньо, щоб знищити все населення Землі. А сьогодні загальне накопичення цієї речовини на Землі перевищує тисячі тонн.

На жаль, не дивлячись на дослідження та великі інвестиції в розробку більш небезпечних технологій, реактори на швидких нейтронах так і залишаються технологічно небезпечними та економічно невиправданими.

Прихильники атомної енергетики стверджували, що відпрацьоване паливо можна багаторазово переробляти для використання у реакторі аж доки не вигорить весь уран, що робить використання АЕС економічно виправданими. Насправді ж, вже після другого циклу регенерації залишки палива насичуються продуктами розщеплення та сторонніми ізотопами, стаючи неприродними для третього використання. На практиці вигоряє лише 2% урану, а сам ТВЕЛ стає надзвичайно небезпечним радіоактивним матеріалом для поховання якого необхідно близько 40 га земля, та ще й зберігати можливо сотні чи тисячу років.

Розв'язання цієї проблеми аморальним чином покладено на майбутні покоління.

Діяльність атомних станцій призводить до значних екологічних проблем. Такі держави як Німеччина, Швеція, Данія вже заявили про свій намір цілком

відмовитись від АЕС, і виконують це поступово зупиняючи та демонтуючи існуючі в них енергоблоки. В той час такі країни як Франція, Швеція, Україна навпаки зробили основну ставку саме на АЕС, отримуючи від їхньої діяльності більше половини виробництва електроенергії.

Забруднення навколишнього середовища починається ще на стадії видобутку сировини, порода після видобутку урану, повертається у звалища, та перетворюється на джерело забруднення атмосфери радіоактивним газом радоном, викликаючи у ссавців рак легенів. В результаті роботи реактора радіоактивним стає все, що контактує з відпрацьованим паливом – машини, контейнери, обладнання, одяг персоналу. АЕС виробляє сотні різновидів радіоактивних речовин, яких раніше не було в біосфері і до яких живі істоти не пристосувалися протягом своєї еволюції.

Мирний атом – це велике питання, користь від АЕС сьогодні, а шкода на тисячоліття. Радіоактивне забруднення викликає величезну кількість мутацій в живих організмах, більшість яких шкідливі, або взагалі летальні.

Атомна енергетика використовує ядерне паливо, яке містить важкі ізотопи, що розпадаються з високою енергією, що створює тепло та генерує електроенергію. Проте, це паливо є радіоактивним та може створювати значну кількість радіоактивного сміття, яке необхідно зберігати протягом тривалого періоду часу. Зберігання радіоактивних відходів може створювати проблеми з безпекою та загрозою забруднення ґрунту та води. Безпека ядерних електростанцій також є дуже важливим питанням. Аварії, такі як Чорнобиль та Фукусіма, демонструють потенційну загрозу для життя та здоров'я людей, навколишнього середовища.

РОЗДІЛ 4 СУЧАСНИЙ СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

В сучасних умовах розуміння можливості екологічних проблем від нерозумного використання природних ресурсів все більше уваги приділяється так званій «зеленій» енергетиці, яка використовує альтернативні джерела енергії, будь-які джерела, які є альтернативою викопному паливу. Альтернативні джерела – це поновлювані джерела, до яких відносять енергію сонячного випромінювання, вітру, морів, річок, біомаси, теплоти Землі, та вторинні енергетичні ресурси, які існують постійно або виникають періодично у довкіллі. В Україні в якості альтернативних джерел енергії використовується вітрова енергія, енергія сонця та енергія води.

Безперечним лідером серед інших альтернативних джерел в Україні є сонячна енергетика. Всі ВДЕ поділяються на дві групи, що використовують пряму енергію сонячного випромінювання та її вторинні прояви (побічна сонячна енергія), а також енергію взаємодії Сонця, Місяць та Землі.

Результатом побічної діяльності Сонця є відповідні ефекти в атмосфері, гідросфері та геосфері у вигляді вітру, гідроенергії, енергії течій, хвиль, припливної енергії, теплової енергії навколишнього середовища тощо (рис. 4.1.)

Необхідність широкого використання ВДЕ визначається швидким зростанням потреби в електричній енергії, яка за прогнозами має збільшитися у 2 рази до 2030 року та в 4 рази до 2050 року у порівнянні з 2000 роком; вичерпанням у недалекому майбутньому розвіданих запасів органічного палива; кризовим станом довкілля в зв'язку із забрудненням оксидами азоту і сірки, вуглекислим газом, пилоподібними частинками від згорання палива, радіоактивним і тепловим забрудненням тощо.

Щоб людство знов не накоїло лиха враховуючи лише свої потреби, задля ефективного планування енергетики на відновлювальних енергоресурсах необхідно: по-перше, глибоке систематичне дослідження навколишнього середовища, аналогічне дослідженням геологічного характеру, яке проводиться

при пошуку та розробці методів добування нафти або газу; по-друге, потрібно вивчення потреб конкретного регіону в енергії для промислового споживання, сільськогосподарського виробництва та побутових потреб населення. Для експлуатації найекономічнішого джерела енергії потрібно дуже добре вивчити структуру споживачів.

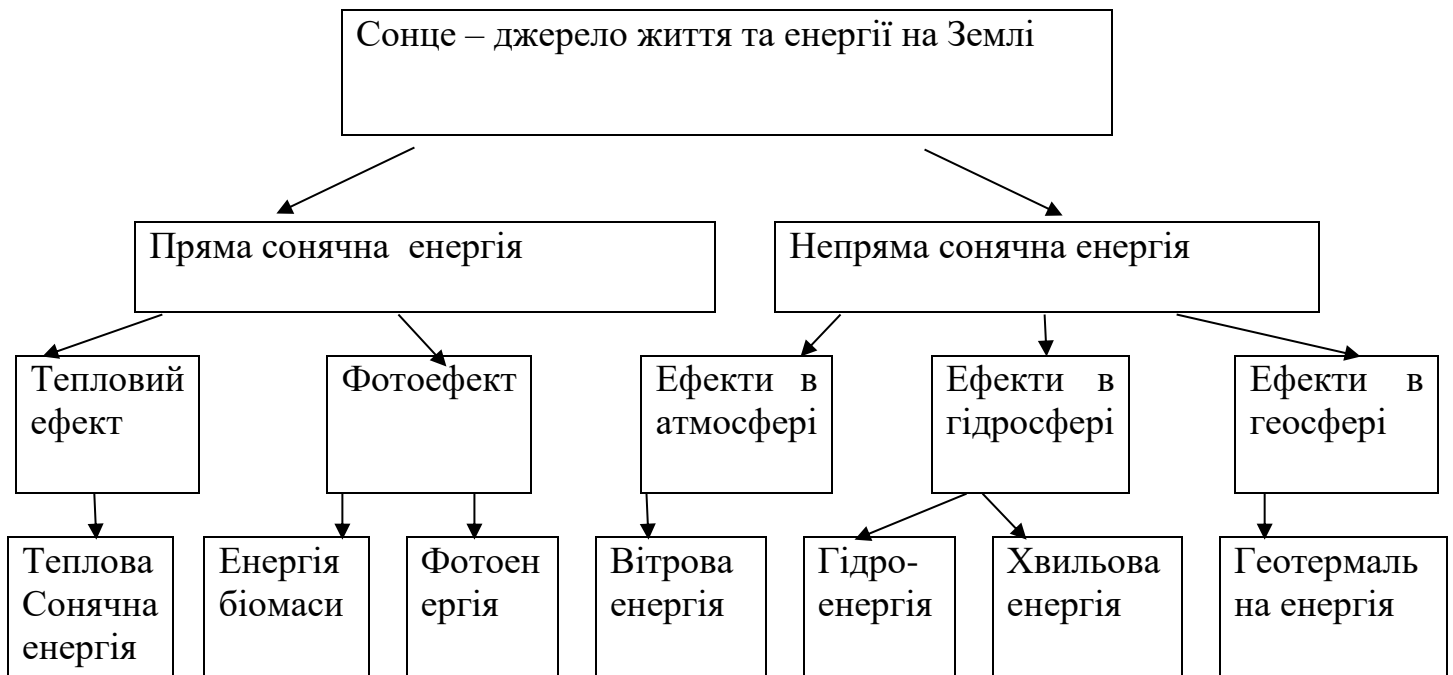


Рис. 4.1. Класифікація основних відновлювальних джерел енергії

Вибір джерела альтернативної енергетики певним чином залежить від природних можливостей. Однією з найважливіших характеристик відновлювальних джерел енергії є її енергетичний потенціал, який визначає кількість енергії, властивий для певного виду ВДЕ.

Для оцінки енергетичних ресурсів відновлювальних джерел енергії, можливих для використання, розрізняють такі види енергетичного потенціалу ВДЕ:

- теоретичний – характеризує загальну кількість енергії;
- технічний – частина теоретичного потенціалу, яку можливо використати за допомогою сучасних пристроїв;

- економічно ефективний – частина технічного потенціалу, яку в теперішній час доцільно використовувати, виходячи з економічних, соціальних, екологічних та інших факторів.

4.1. Сонячна енергетика

Первинне джерело всієї енергії на Землі – це енергія Сонця. Саме цю енергію споживають рослини та інші фототрофні істоти, перетворюючи її в хімічну енергію органічних сполук. Здатність енергії до переходу одного виду в інший дозволяє накопичувати її для подальшого використання.

Випромінювання Сонця є невичерпаним джерелом енергії. Густина сонячного потоку в космосі на межі земної атмосфери складає 1,36 кВт/м², його максимальна інтенсивність на поверхні Землі – 1 кВт/м² (при тривалості до 2 годин у літні дні), а його середня інтенсивність у більшості країн – 0,20 – 0,25 кВт/м². Низька ступінь концентрації це недолік при використанні сонячної енергії. Із всієї кількості сонячного випромінювання, що потрапляє на поверхню землі, 46% - розсіяна сонячна радіація, 54% - пряма сонячна радіація.

Сонячна енергетика, що активно розвивається, охоплює два основні напрями:

- **сонячну теплоенергетику**, яка спрямована на перетворення сонячної енергії в теплову,
- **сонячну електроенергетику**, що забезпечує виробництво електроенергії за допомогою сонячного випромінювання.

Крім того, унаслідок взаємодії сонячної радіації з природними процесами виникають так звані вторинні джерела енергії (див. рис. 4.2).



Рис. 4.2. – Утворення вторинних джерел енергії

4.1.1. Сонячна теплоенергетика

У сучасних умовах сонячну енергію активно застосовують для забезпечення теплопостачання — зокрема, гарячого водопостачання та опалення, а також для охолодження, кондиціонування повітря, сушіння продукції та в інших технологічних процесах.

Системи сонячного теплопостачання класифікуються наступним чином:

- системи «активного» сонячного теплопостачання, що використовують «активні» установки на основі сонячних колекторів з циркуляцією теплоносія, в якості якого можуть застосовуватися рідина (вода, розчини солей) і газ (повітря);
- системи «пасивного» сонячного опалення, в яких різні конструкційні елементи споруд використовуються в ролі теплоприймачів сонячної енергії;
- комбіновані системи сонячного теплопостачання, в яких використані елементи «пасивного» і «активного» сонячного теплопостачання.

У сучасних низьких середньо температурних системах теплопостачання (до 100°C), що використовуються для перетворення сонячної енергії в низько потенційне тепло для гарячого водопостачання, опалення та інших теплових

процесів, основним елементом є плоский колектор, який являє собою геліоприймальний абсорбер з циркулюючим теплоносієм, конструкція плоского сонячного колектора теплоізольована з тильної сторони і зашклена з лицьової сторони. Принципова схема плоского колектора наведена на рис.4.3.

Особливістю плоского колектора є те, що він вловлює як пряму, так і розсіяну сонячну радіацію. Об'єми таких систем розраховуються в квадратних метрах сонячних колекторів.

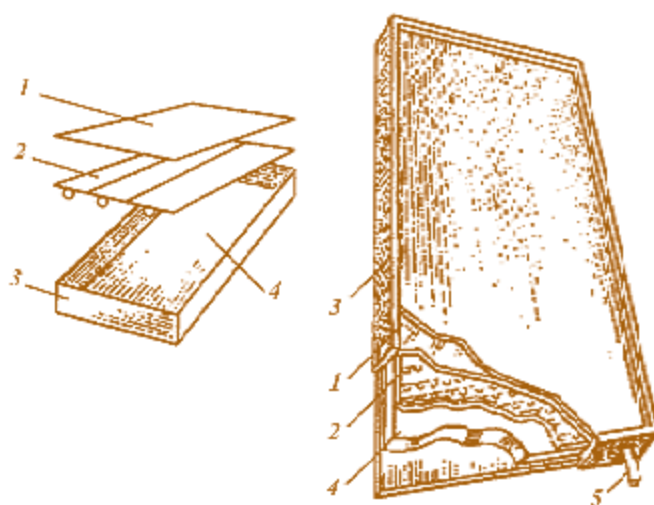


Рис.4.3 - Схема конструкції плоского колектора сонячної енергії:

1 – зашклення; 2 – променепоглиняльна поверхня з трубками для рідини, яка нагрівається (абсорбер); 3 – корпус; 4 – теплоізоляція; 5 – трубка для подачі теплоносія

У звичайних плоских сонячних колекторах практично неможливо досягти температури теплоносія понад 100 °С. Для підвищення робочої температури до рівня 250–300 °С застосовуються вакуумні скляні сонячні колектори. Як теплоносій у таких системах можуть використовуватись вода, водні розчини етиленгліколю або пропіленгліколю, силіконове масло, а також повітря.

Пасивні сонячні системи є більш простими та дешевими в порівнянні з активними, тому що вони не потребують додаткових пристроїв для поглинання, перетворення та розподілення сонячної енергії.

Пасивна сонячна система повинна мати оптимальну орієнтацію розташування на будівлі приблизно вздовж осі схід – захід, на південній стороні має бути не менше 50 – 70 % всіх вікон, на північній – не більше 10%. Крім того, передбачено спеціальні пристрої – дахи – тепло накопичувачі, конвекційні системи, тощо.

Один з варіантів активного використання сонячної енергії – це створення так званого сонячного ставка. Такі ставки являють собою чудові акумулятори сонячної енергії завдяки тому, що густина сольового розчину в нижчих шарах значно вища в порівнянні з верхніми значно вища, у таких ставках практично немає конвекційного теплообміну, в результаті чого у природній зоні ставка створюється прошарок води з високою температурою.

Активне використання сонячної енергії використовується в роботі сонячних енергетичних печей, обігріванні басейнів, опрісненні морської води, отриманні дистильованої води, висушенні сільськогосподарської продукції.

4.1.2. Сонячна електроенергетика

Енергія Сонці може бути перетворена в електричну енергію двома способами : термодинамічним та фотоелектричним.

Термодинамічний метод дозволяє отримати електричну енергію за рахунок використання сонячної енергії з використанням традиційних схем в теплових установках, з тією різницею, що теплота отримана від згоряння палива замінюється потоком концентрованого сонячного випромінювання. Схема отримання електричної енергії в сонячній теплоелектростанції приведена на рис. 4.4

- баштового типу з центральним приймачем-парагенератором, на поверхні якого концентрується сонячне випромінювання від плоских дзеркал-геліостатів;

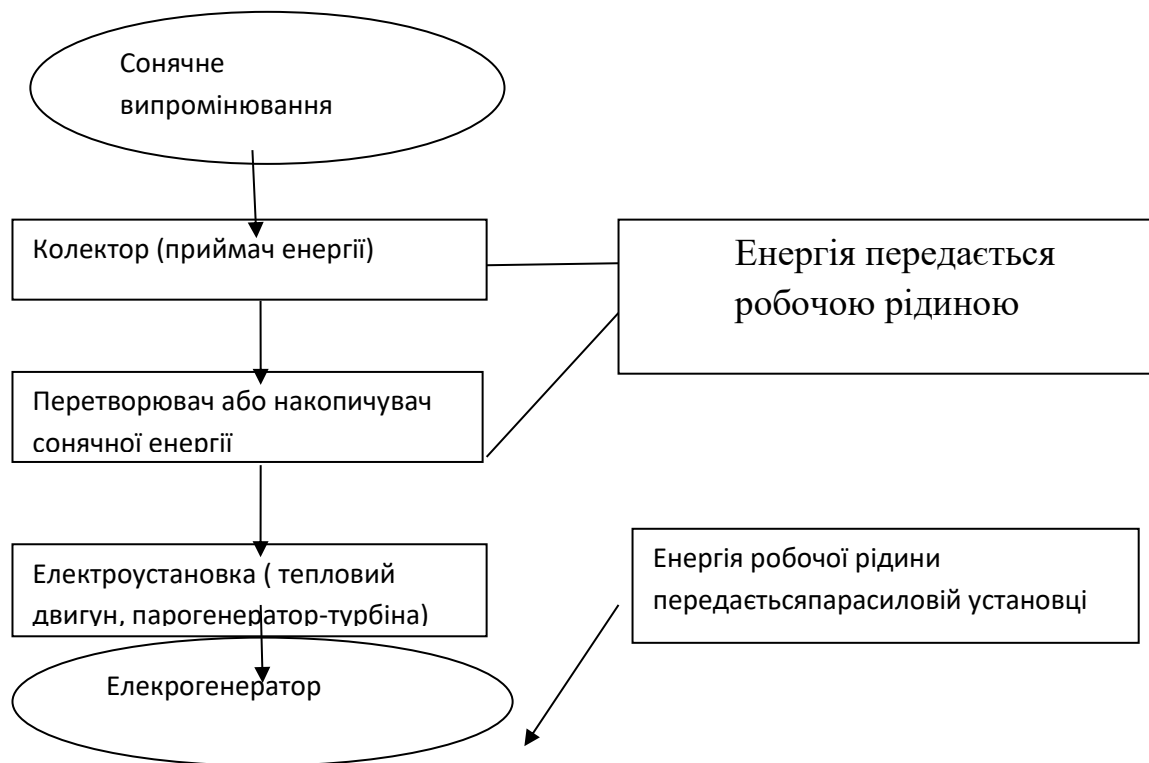


Рис. 4.4. Принципова блок-схема сонячної теплоелектростанції

На сьогоднішній день існують сонячні теплоелектростанції трьох типів :

- параболічного (лоткового) типу, де в фокусі параболоциліндричних концентраторів розміщується вакуумні приймачі – труби з енергоносієм;
- тарілкового типу, коли в фокусі параболічного тарілкового дзеркала розташовується приймач сонячної енергії з робочою рідиною.

4.1.3. Стан і перспективи розвитку сонячної енергетики

Найбільш широке застосування сонячна енергетика знайшла в системах теплопостачання, починаючи з традиційних парників у аграрному секторі. Системі сонячної енергетики слугують для гарячого водопостачання, опалення та інших потреб, дозволяючи значно зменшити використання традиційних паливних ресурсів та шкідливий вплив від традиційних джерел енергетики на навколишнє середовище.

Сучасність вимагає від людства розширення сфер використання сонячної електроенергетики як для централізованого вироблення електроенергії на сонячних

електростанціях, так і в індивідуальних системах електропостачання приватних та громадських будівель.

Країни з високим рівнем розвитку сонячної енергетики мають відповідні державні програми, які забезпечують сприятливі умови для її використання та розвитку.

У Німеччині, яка є лідером в ЄС за сумарною потужністю сонячних установок, використання системи сонячного теплопостачання, наприклад для опалення, супроводжується підсиленням теплозахисту будівель, утилізацією теплових викидів і в цілому зниженням енергозатрат. Застосування сонячно-теплопомпової системи теплопостачання забезпечує до 70% енергоспоживання.

В теперішній час близько 7 млн. будинків у світі обладнано сонячними батареями, і ця цифра постійно збільшується. Сонячна енергія широко використовується для виробництва електроенергії, яка передається в загальну енергосистему, а також для децентралізованого електропостачання окремих населених пунктів, фермерських господарств, островів, морських та космічних станцій.

В 2007 році в США введена в експлуатацію сонячна електростанція потужністю 64 МВт, в Іспанії – потужністю 11 МВт з геліостатичним полем, що має 624 дзеркала площею 120 м² кожне і баштою висотою 115 м. У США планується створення сонячної електростанції потужністю 280 МВт, а в Австралії будується така електростанція потужністю 250 МВт



Проект величезної сонячної електростанції в штаті Аризона (США), введеної в експлуатацію в 2011 році (запланована потужність 280 МВт)

У ХХІ столітті спостерігається стрімке зростання використання сонячної енергії, що робить сонячну енергетику одним із ключових джерел альтернативної та відновлюваної енергетики.

В Україні щорічно виробляється близько 150 МВт фотоелектричних елементів, проте значна частина цієї продукції експортується. Також в країні є досвід створення сонячних електрогенераторів, які працюють на основі термодинамічного перетворення сонячного випромінювання в електроенергію. Однак експлуатація сонячної електростанції потужністю 5 МВт (СЕС-5) у Криму не виправдала очікувань і не стала поштовхом до широкого впровадження такого обладнання в Україні.

Станом на 2008 рік загальна площа встановлених в країні сонячних колекторів становила близько 45 тисяч м². Кліматичні умови України є досить сприятливими для застосування таких колекторів у системах децентралізованого

теплопостачання, нагріву повітря, а також в аграрному секторі — наприклад, для сушіння зерна.

Загалом, в Україні існує значний потенціал для використання сонячної енергії. За оцінками, технічно досяжний щорічний енергетичний потенціал може забезпечити заміну близько 5 млрд м³ природного газу.

Середньорічна сумарна сонячна радіація, що надходить на 1 м² поверхні, коливається в межах від 1070 кВт·год/м² у північних регіонах до 1400 кВт·год/м² і більше — у південній частині країни.

4.2. Вітроенергетика

. Вітрова енергетика має всі підстави у найближчому майбутньому створити реальну альтернативу існуючим традиційним видам отримання електроенергії – небезпечним атомним станціям; тепловим електростанціям, що використовують не відновлюванні джерела (вугілля, газ, нафта та інше), добування яких дедалі стає складнішим та навіть небезпечним для життя шахтарів; гідроелектростанціям, що мають застарілі технології, та негативний вплив на природу.

Вітрова енергетика незважаючи на ряд складнощів розвивається стрімкими темпами. Україна прагне енергетичної незалежності та має природно-кліматичні можливості для розвитку вітрової енергетики та реалізації перспективних вітроенергетичних проектів.

Використання енергії вітру для отримання електрики не є інноваційною технологією. Вітроелектростанції сучасного типу було побудовано ще наприкінці XIX століття. Юрій Кондратюк (...) розробив проект Кримської Вітрової електростанції, яку планувалося розташувати на горі Ай-Петрі, але у 1938 році роботи було припинено, й до них уже не поверталися зі зрозумілих причин. Нова хвиля зацікавленості цим питанням з'являється лише у 1996 році. Тоді створюється проект Новоазовської ВЕС, потужність якої складала 50 Вт, розташована вона у селі Безіменне, Донецької області. Та запрацювала ця електростанція лише у 1911

році, а перша робоча станція була побудована у Трускавці та введена в експлуатацію у 1997 році.

Україна почала швидко розвивати комплекс відновлювальних джерел енергії, зокрема і вітрової енергетики, але воєнні дії завдали величезної шкоди цьому сектору економіки. Справа в тім, що 2/3 великих електростанцій знаходяться на тимчасово окупованих територіях. Серед них:

1. Ботієвська ВЕС. Розташована в селі Приморський посад, Мелітопольського району, Запорізької області. Вона обладнана шістьдесят чотирма турбінами Vestas із загальною потужністю 200 МВт. Ця електростанція дозволила зменшити викиди вуглецю в повітря щороку на 730 т.

2. Приморська ВЕС. Розташована в селі Борисівка Запорізької області. Її потужність також складає 200 МВт, вона має п'ятдесят дві вітрові турбіни.

3. Мирненська ВЕС. Виробнича потужність цієї станції становить 163 МВт, Робота цієї станції дозволяє зменшити викиди вуглецю приблизно на 455 тонн. Вона займає велику площу, близько 55 га на території Мирненської громади Херсонської області.

4. Орлівська ВЕС. Має потужність 126 МВт яка забезпечується роботою двадцяти шести вітро турбін Vestas V126.

5. Новотроїцька ВЕС, розташована в Херсонській області, складається з дванадцяти турбін V126 та восьми турбін V136/

6. Оверянівська ВЕС. Знаходиться в Генічеському районі Херсонської області, її потужність 68,4 МВт, та це зменшує викиди шкідливого вуглекислого газу на 210 тонн.

7. Новоазовська ВЕС складається з двадцяти трьох турбін, кожна з яких має потужність 2,5 МВт.

На території України продовжують працювати розташовані у Львівській області вітроелектростанції Старий Самбір1, що має потужність 13,2 МВт та Старий Самбір 2 з потужністю 20,87 МВт.

В перспективах розвитку цієї галузі господарства планувалося введення в експлуатацію Тилигульської ВЕС, її потужність передбачалась у розмірі 500 МВт і

вона стала б найпотужнішою вітровою електростанцією. Також планувалося запустити Чаплинську ВЕС, її потужність планувалась 240 МВт. Та через російську агресію на Півдні України виконання цих планів можливе лише після де окупації територій Запорізької та Херсонської областей.

Велике майбутнє вітрова енергетика набуває через те, що вітрова електростанція не вимагає ніяких високо коштовних ресурсів, крім вітру, саме це робить її економічно привабливою. Та не лише економічні переваги сприяють швидкому розвитку так званої «зеленої енергетики», її позитивний вплив на навколишнє середовище також займає не останнє місце. Відновлювальні джерела енергії не виснажують нашу планету та не створюють всі ті негативні наслідки, що мають видобування корисних копалин, та утилізація відходів. Як зазначалося раніше робота ВЕС зменшує викиди в повітря шкідливого вуглецю на сотні-тисячі тон щороку, що дозволить запобігти екологічним катастрофам.

Принцип дії всіх вітроустановок в тому що під напором вітру обертається вітроколесо з лопатями, яке передає крутільний момент через систему передач валу генератора, що виробляє електроенергію. Реальний к.к.д. кращих вітрових колес становить приблизно 45% у разі стійкої роботи при оптимальній швидкості вітру.

Фахівцями створено дві принципово різні конструкції вітроенергетичних установок (ВЕУ): з горизонтальної та з вертикальної віссю обертання.

Конструктивна схема ВЕУ з горизонтальною віссю наведена на рис. 4.5

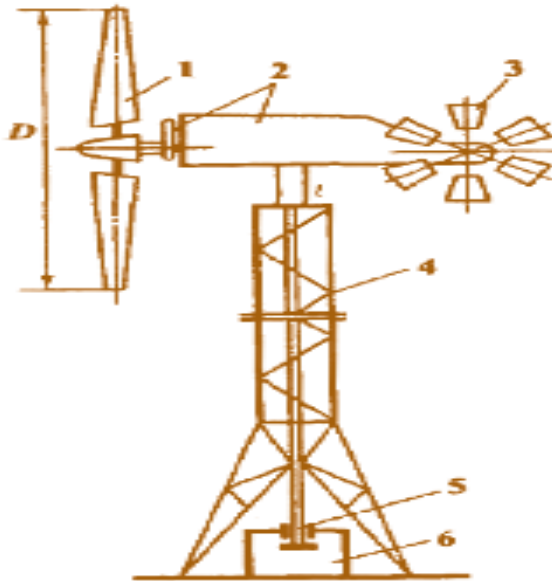


Рис.4.5 - Конструктивна схема ВЕУ з горизонтальною віссю обертання:

1 – робоча лопать; 2 – трансмісія; 3 – віндроза; 4 – башта; 5 – вал відбору потужності; 6 – електрогенератор

Оскільки вітер може змінювати свою силу і напрям, вітрові установки обладнуються спеціальними пристроями контролю і безпеки. Ці пристрої складаються з механізмів розвороту вісі обертання за вітром (віндроза), нахилу лопатей відносно землі при критичній швидкості вітру, системи автоматичного контролю потужності та аварійного відключення для установок великої потужності.

Найчастіше на ВЕС (рис.4.6) використовується трилопатеве вітроколесо з горизонтальним розташуванням вісі ротора. Удосконалення відбуваються шляхом збільшення розмірів лопатей, покращення техніко-економічних показників енергетичного обладнання і електронного управління, використання композитних матеріалів і застосування більш високих башт. Деякі ВЕУ функціонують зі змінною швидкістю або взагалі не використовують редуктор і працюють за методом прямого приводу. Так, при потужності ВЕУ 2,5 МВт діаметр лопатей вітроколеса досягає 80 м, а висота башти більше 80 м.



Основними елементами установки виступають вітроприймальний пристрій, тобто лопаті, редуктор передачі крутільного моменту

У залежності від потужності генератора вітроустановки підрозділяються на класи, їх параметри і призначення наведені в табл. 4.1.

Таблиця 4.1 - Класифікація вітроустановок

| Клас | Висота 10 м | | Висота 50 м | |
|------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| Клас | Швидкість вітру, м/с | Питома потужність,Вт/м ² | Швидкість вітру, м/с | Питома потужність,Вт/м ² |
| 1 | 0 – 4,4 | 0-100 | 0-5,6 | 0-200 |
| 2 | 4,4 – 5,1 | 100-150 | 5,6-6.4 | 200-300 |
| 3 | 5,1 -5,6 | 150-200 | 6,4-7,0 | 300-400 |
| 4 | 5,6 – 6,0 | 200-250 | 7,0-7,5 | 400-500 |
| 5 | 6,0-6,4 | 250-300 | 7,5-8,0 | 500-600 |
| 6 | 6,4-7,0 | 300-400 | 8,0-8,8 | 600-800 |
| 7 | 7,0-9,0 | 400-1000 | 8,8-11,9 | 800-1200 |

Принцип дії всіх вітроустановок один: під напором вітру обертається вітроколесо з лопатями, яке передає крутільний момент через систему передач валу генератора, що виробляє електроенергію.

4.2.1 Стан і перспективи розвитку вітроенергетики

У більшості розвинених країн в умовах державного стимулювання виробництва електроенергії на основі відновлювальних джерел енергії за останні роки досягнуто значного прогресу у будівництві та використанні вітроелектричних установок (ВЕУ).

Вітрова енергетика незважаючи на ряд складнощів розвивається стрімкими темпами. Україна прагне енергетичної незалежності та має природно-кліматичні можливості для розвитку вітрової енергетики та реалізації перспективних вітроенергетичних проектів.

На території нашої країни зараз створено декілька досить потужних вітрових електростанцій (ВЕС) : Ботієвська, Берегова, Дмитрівська, Старий Самбір 1 та 2, Приморська, Тузлівська. На сьогоднішній день близько 225,8 МВт потужностей вітрової енергетики перебувають на тимчасово окупованих Росією територіях.

Сприятливі умови для створення та розвитку вітрових парків маємо на півдні України – прибережна зона Азовського та Чорного морів, півострів Крим, Кримські гори та на Прикарпатті – Карпатські гори.

Використання енергії вітру для отримання електрики не є інноваційною технологією. Вітроелектростанції сучасного типу було побудовано ще наприкінці XIX століття. Юрій Кондратюк розробив проект Кримської Вітрової електростанції, яку планувалося розташувати на горі Ай-Петрі, але у 1938 році роботи було припинено, й до них уже не поверталися зі зрозумілих причин. Нова хвиля зацікавленості цим питання з'являється лише у 1996 році. Тоді створюється проект Новоазовської ВЕС, потужність якої складала 50 Вт, розташована вона у селі Безіменне, Донецької області. Та запрацювала ця електростанція лише у 1911 році, а перша робоча станція була побудована у Трускавці та введена в експлуатацію у 1997 році.

Україна почала швидко розвивати комплекс відновлювальних джерел енергії, зокрема і вітрової енергетики, але воєнні дії завдали величезної шкоди цьому сектору економіки. Справа в тім, що 2/3 великих електростанцій знаходяться на тимчасово окупованих територіях. Серед них:

1. Ботієвська ВЕС. Розташована в селі Приморський посад, Мелітопольського району, Запорізької області. Вона обладнана шістьдесят чотирма турбінами Vestas із загальною потужністю 200 МВт. Ця електростанція дозволила зменшити викиди вуглецю в повітря щороку на 730 т.

2. Приморська ВЕС. Розташована в селі Борисівка Запорізької області. Її потужність також складає 200 МВт, вона має п'ятдесят дві вітрові турбіни.

3. Мирненська ВЕС. Виробнича потужність цієї станції становить 163 МВт, Робота цієї станції дозволяє зменшити викиди вуглецю приблизно на 455 тонн. Вона займає велику площу, близько 55 га на території Мирненської громади Херсонської області.

4. Орлівська ВЕС. Має потужність 126 МВт яка забезпечується роботою двадцяти шести вітро турбін Vestas V126.

5. Новотроїцька ВЕС, розташована в Херсонській області, складається з дванадцяти турбін V126 та восьми турбін V136/

6. Оверянівська ВЕС. Знаходиться в Генічеському районі Херсонської області, її потужність 68,4 МВт, та це зменшує викиди шкідливого вуглекислого газу на 210 тонн.

7. Новоазовська ВЕС складається з двадцяти трьох турбін, кожна з яких має потужність 2,5 МВт.

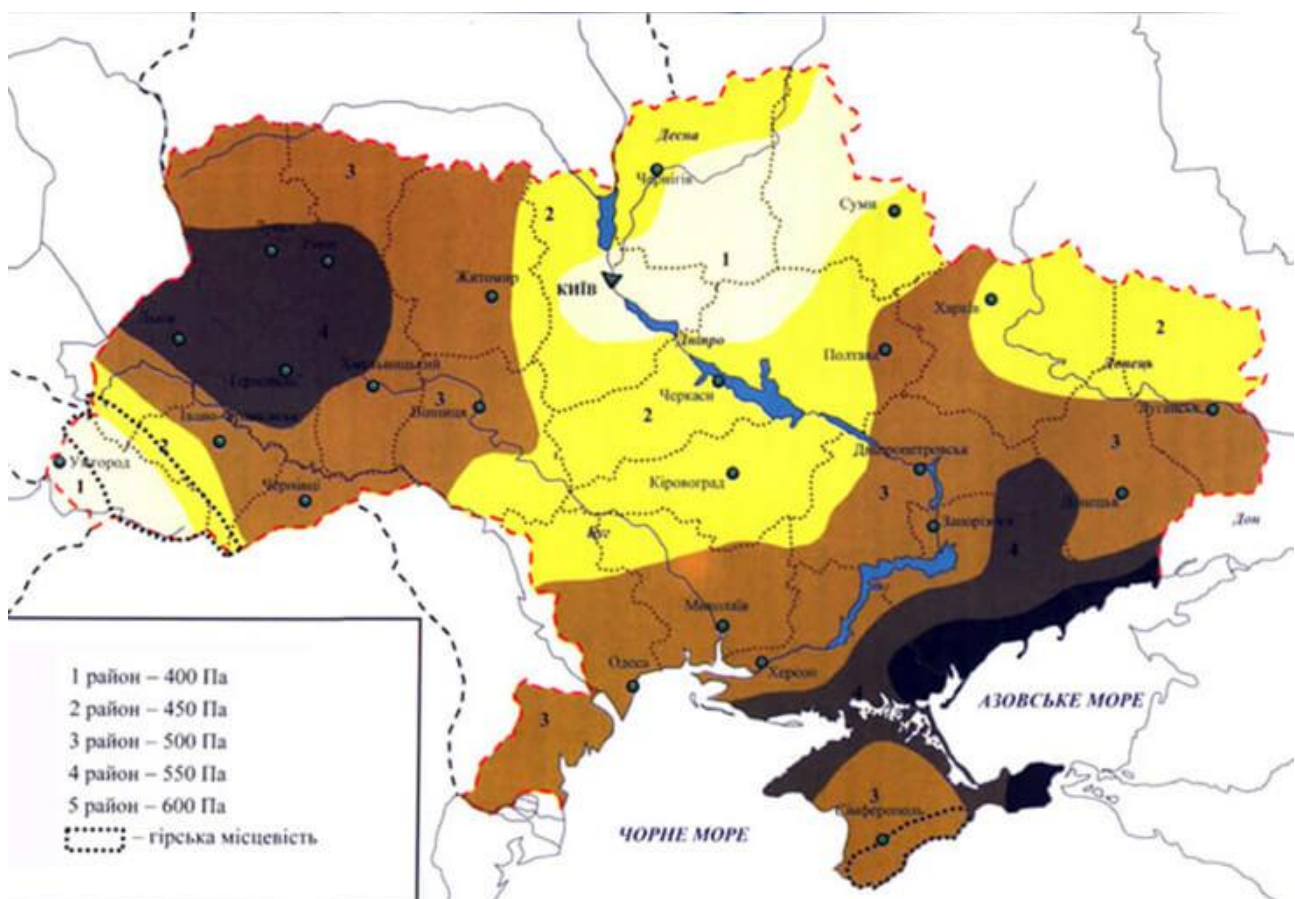
На території України продовжують працювати розташовані у Львівській області вітроелектростанції Старий Самбір 1, що має потужність 13,2 МВт та Старий Самбір 2 з потужністю 20,87 МВт

Велике майбутнє вітрова енергетика набуває через те, що вітрова електростанція не вимагає ніяких високо коштовних ресурсів, крім вітру, саме це робить її економічно привабливою. Та не лише економічні переваги сприяють швидкому розвитку так званої «зеленої енергетики», її позитивний вплив на навколишнє середовище також займає не останнє місце. Відновлювальні джерела енергії не виснажують нашу планету та не створюють всі ті негативні наслідки, що мають видобування корисних копалин, та утилізація відходів. Як зазначалося

раніше робота ВЕС зменшує викиди в повітря шкідливого вуглецю на сотні-тисячі тон щороку, що дозволить запобігти екологічним катастрофам.

Україна – безвітряний регіон, якщо порівнювати з країнами Західної Європи та Середземномор'я. Поглянувши на карту вітрових навантажень, стане ясно, що більш-менш стабільно вітри дмуть тільки на Заході України (Прикарпаття) та березі Азовського моря. Розміщення вітроелектростанції де-небудь у Києві навряд чи б мало прибутку.

Карта вітрових навантажень на території України



4.3. Біоенергетика

Одним з найбільш розповсюджених джерел енергії є біомаса, яка використовується в біоенергетиці й за оцінками Світової енергетичної ради в XXI столітті буде одним з найважливіших відновлювальних джерел енергії.

4.3.1. Енергетичні ресурси біомаси

Під біомасою розуміються органічні речовини, які утворюються в рослинах в результаті фотосинтезу і можуть бути використані для отримання енергії, включаючи всі види рослинності, рослинні відходи сільського господарства, деревообробної та інших видів промисловості. У більш широкому розумінні до біомаси відносять також побутові й промислові відходи не завжди рослинного походження, але для яких характерні однакові принципи їх утилізації.

З давніх давен біомаса є одним з найперших джерел енергії, однак використання її зводилося до прямого спалювання при відкритому вогні або в печах з відносно низьким к.к.д.

При більш широкому погляді до біомаси також можна віднести побутові та промислові відходи не завжди навіть рослинного походження, але такі для яких характерні однакові принципи утилізації.

Сучасні технології дозволяють використовувати біомасу для отримання енергії більш екологічно безпечніше ніж енергетичне використання традиційних органічних ресурсів таких як вугілля.

Використання біомаси грає суттєву роль в енергобалансах промислово розвинених країн: у США її частка складає 4%, в Данії – 6%, в Канаді – 7%, в Австрії – 14%, в Швеції – 16% загального споживання первинних енергоресурсів цих країн.

Біомасу можна розділити на дві основні групи: первинна біомаса і вторинна. До первинної біомаси відновиться наземний та водний рослинний світ, до вторинної – відходи біомаси, що утворюються в наслідок перероблення та збирання первинної біомаси в товарну продукцію та відходи, обумовлені життєдіяльністю людей і тварин.

Біоенергетика забезпечує отримання енергії шляхом використання біомаси, включаючи:

- продукти лісу у вигляді лісозаготівель та лісопереробки;

- сільськогосподарські відходи, які підрозділяють на рослинні відходи сільськогосподарських культур (солома злакових культур, стебла кукурудзи, соняшника тощо) та тваринні відходи;
- водну рослинну біомасу;
- Промислові та міські відходи (тверді побутові відходи, відстої міських та промислових стічних вод), утилізація яких дозволяє вирішувати екологічні та соціальні проблеми.

4.3.2. Біоенергетичні технології

Традиційними та найбільш поширеними технологіями використання біомаси в біоенергетиці є пряме спалювання; піроліз; газифікація; анаеробна ферментація з утворенням метану; виробництво спиртів та масел для отримання моторного палива.

Використання біомаси для отримання енергії в придатній для споживача формі відбувається або фізичними, або хімічними, або мікробіологічними методами.

Фізичний метод – найпростіше спалювання органічних відходів.

Хімічний метод має в своїй основі використання процесів піролізу та газифікації.

Мікробіологічний метод – найрозповсюдженіше у світі безвідходне виробництво біогазу з використанням анаеробних бактерій. Також одним з цінних продуктів виробництва біогазу є отримання високоякісних органічних добрив.

Класифікація технологій з поетапним перетворенням біомаси в енергетичні продукти представлена на рис 4.6.

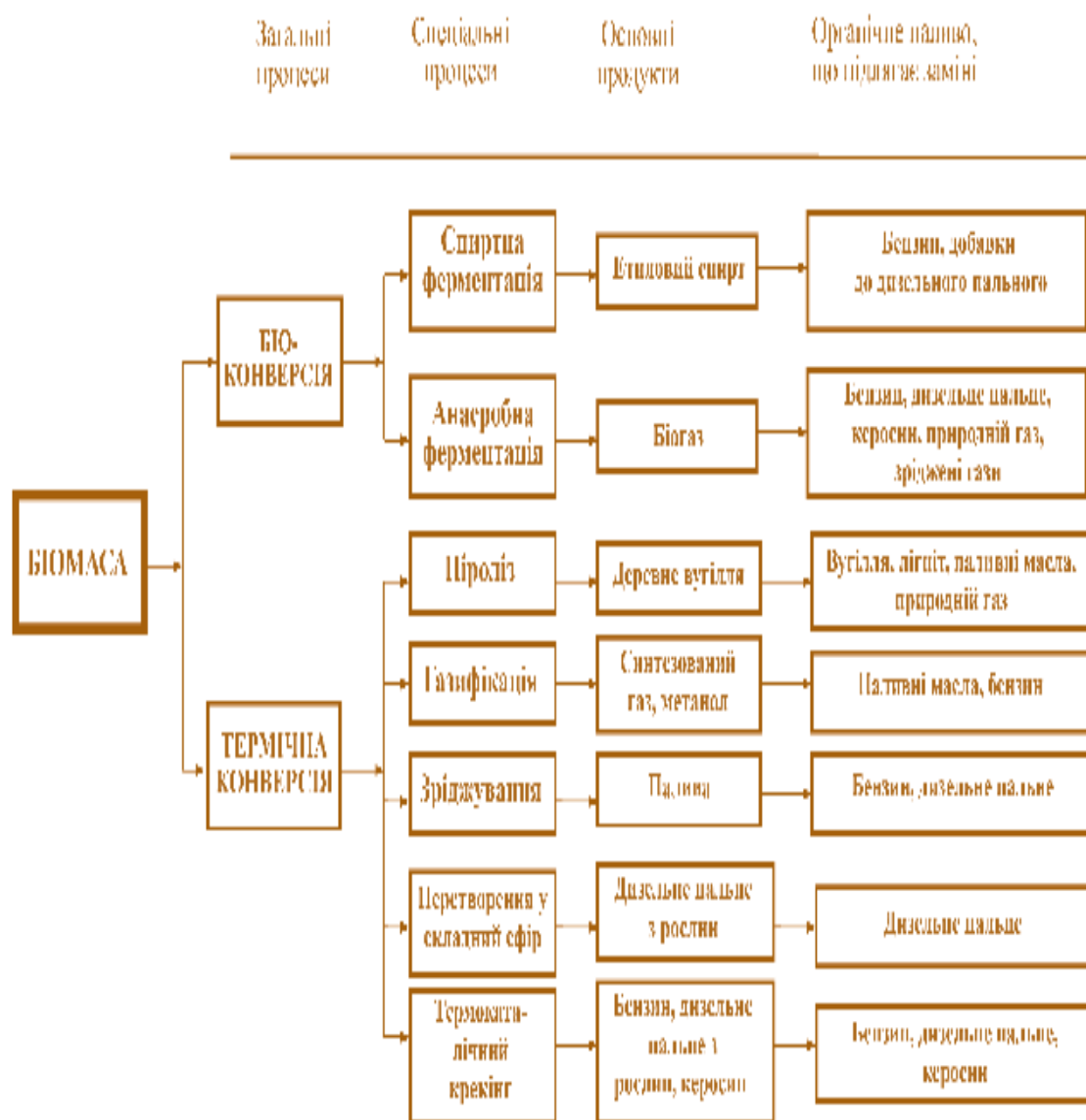


Рис.4.6 - Класифікація технологій перетворення енергії біомаси

Один з найбільш традиційних та старих методів отримання теплової енергії – пряме спалювання біомаси в атмосфері повітря або кисню. Технічні пристрої які використовуються для прямого спалювання біопалива – це печі, топки, камери згорання. При спалюванні біомаси в енергетичних установках у факелі, киплячому або ущільненому шарі отримується тепла або електрична енергія. Основна промислова технологія цього напрямку – пряме спалювання в котлі й генерація електроенергії в паротурбінній установці.

Піроліз біомаси – хімічне перетворення одних органічних сполук в інші під дією теплоти або без доступу окислювачів (кисню, повітря) так звана суха перегонка. Ряд технологічних процесів піролізу біомаси визначається природою

сировини, методами переробки та заданими продуктами виробництва. Основні продукти піролізу – вуглиста речовина, паливна рідина, паливні гази, в залежності від сировини та умов проведення процесу. Причому, технологічний процес часто орієнтується на отримання одного з продуктів піролізу.

Газифікація та анаеробна ферментація біомаси як методи перетворення органічних відходів в енергетичні ресурси

Газифікація біомаси — це термохімічний процес, під час якого тверді органічні відходи перетворюються на горючі газоподібні продукти в умовах обмеженого доступу окислювачів (повітря, кисню, водяної пари) при високих температурах. Практично будь-який вид біомаси може бути використаний як сировина для газифікації, в результаті чого утворюється генераторний газ. Цей газ може бути застосований як паливо для виробництва теплової енергії в побутовому та промисловому секторах, у двигунах внутрішнього згорання, а також як хімічна сировина для синтезу водню, аміаку, метанолу та синтетичних рідких палив.

Незважаючи на різноманіття технологічних підходів до газифікації, всі вони ґрунтуються на спільних хімічних реакціях. Газифікаційні установки характеризуються різною продуктивністю та рівнем енергетичного виходу. Зокрема, газ із низькою теплотворною здатністю може бути отриманий з органічної фракції твердих побутових відходів, залишків деревини, а також сільськогосподарських решток.

Перспективним напрямом є застосування технологій газифікації біомаси на газотурбінних та парогазових електростанціях, що дозволяє підвищити ефективність використання відновлюваних джерел енергії.

Анаеробна ферментація біомаси (метанове зброджування) — це біохімічний процес розкладу складних органічних речовин мікроорганізмами в анаеробних умовах (за відсутності кисню) з утворенням біогазу, основними компонентами якого є метан (до 70%) та вуглекислий газ. Процес реалізується у спеціальних герметичних біореакторах — метантенках, конструкція яких забезпечує оптимальні умови для максимального утворення метану.

До основних параметрів, що визначають ефективність анаеробного зброджування, належать: температура середовища, концентрація поживних речовин, значення рН, а також відсутність або низький вміст токсичних домішок. Найбільш ефективними вважаються біореактори, що функціонують у термофільному діапазоні температур (43–62 °С). За умови триденного зброджування гною в таких установках вихід біогазу може досягати 4,5 л на кожен літр корисного об'єму реактора.

Порівняльні енергетичні характеристики біогазу та традиційних енергоносіїв свідчать про конкурентоспроможність біогазових технологій у сфері відновлюваної енергетики та представлені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Порівняльні енергетичні показники традиційних енергоносіїв і біогазу.

| Продукт | Одиниці вимірювання | Еквівалент 1 м ³ Неочищеного біогазу 23 МДж/м ³ | Еквівалент 1 м ³ Очищеного біогазу 35,2 МДж/м ³ |
|----------------|---------------------|--|--|
| Електроенергія | кВт ч | 0,62 | 0,94 |
| Природний газ | МЗ | 0,61 | 0,93 |
| Вугілля | кг | 0,82 | 1,25 |

Біогазові анаеробні установки складаються з таких систем:

- Системи підготовки і подачі сировини в біореактор;
- Біореактора (метантенка) із системою підтримання постійної температури та іншими комплектуючими пристроями;
- Системи зберігання та використання біогазу;
- Системи вивантаження та транспортування шламу.

Схема найпростішої біогазової анаеробної установки для індивідуального господарства зображена на рис.

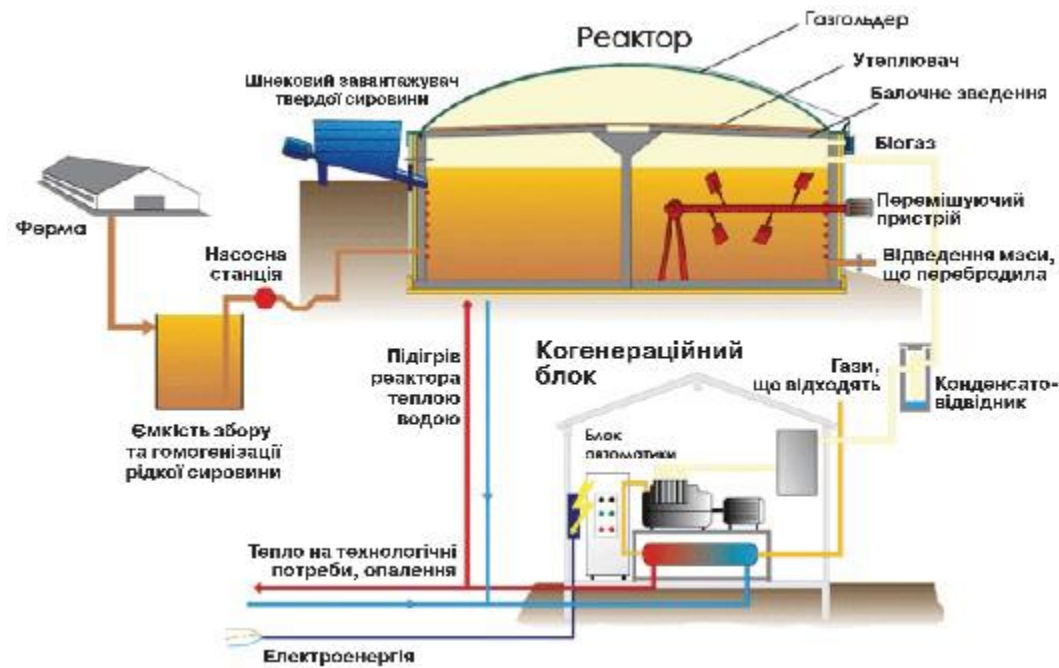


Рис. 4.7. – Схема біогазової установки

В метантенках вирощують та використовують водяну рослинну біомасу, яку потім використовують для отримання біогазу. Найбільш продуктивна водорість є бура водорість макроцистис, розповсюджена в прибережній зоні морів та океанів. Високою врожайністю характеризується також такі морські водорості як дуналієла, водяний гіацинт червона водорість тощо.

У біоенергетиці України може бути використаний значний енергетичний потенціал біомаси, в тому числі існуючий в сільському господарстві надлишок соломи і стеблів сільськогосподарських рослин, що складають біля 20 млн. т, для опалювальних котелень, розташованих в сільській місцевості (споживаючих біля 2,9 млн. т у. п. за рік), а також для промислових енергетичних установок.

Ефективним шляхом є виробництво і використання біогазу при переробці рослинної і тваринної біомаси.

Іншим джерелом біомаси є звалища сміття. Потенціальні можливості отримання біогазу зі звалищ можуть складати 1,6 млн. т у. п. Сировиною, з якої можна отримати біогаз, можуть бути практично всі відходи, до складу яких входять органічні компоненти.

4.4 Перспективи розвитку відновлювальної енергетики

Активні науково-технічні розробки з використання нетрадиційних відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) розпочались з 70-х років ХХ ст. у період світової енергетичної кризи.

ВДЕ використовуються як у розвинених, так і в країнах, що розвиваються. Великих успіхів в освоєнні ВДЕ досягли країни, де відновлювальна енергетика дістала всебічну державну економічну й законодавчу підтримку, а у розвиток ВДЕ вкладаються значні кошти, в тому числі у розвиток нових технологій.

На початку ХХІ ст. частка всіх відновлювальних джерел енергії (включаючи традиційну гідроенергетику, дрова) у світовому енергоспоживанні склала біля 14%, а у електроспоживанні – 19%.

Інтенсивне зростання використання енергії нетрадиційних ВДЕ, особливо на початку ХХІ ст., характерне для більшості розвинених й багатьох країн, що розвиваються. Так, частка електроенергії, виробленої за рахунок нетрадиційних ВДЕ, у 2006 році у країнах ЄС (у загальному виробництві): у Данії – 12,1%, Фінляндії – 13,1%, Угорщині – 4%, Греції – 2,8%, Італії – 2,8%, Іспанії – 2,8%, Німеччині (у 2007 р.) – 14,2%, що склало 87,6 млрд. кВт·год, у тому числі: малі ГЕС – 20,7 млрд. кВт·год, ВЕС – 39,5, ТЕС на біомасі і біогазі – 23,8, сонячні батареї – 3,5, геотермальні – 0,1.

Позитивний досвід країн ЄС показав, що серед різноманітних факторів, які впливають на рівень і перспективи освоєння ВДЕ, визначальну роль відіграють діючі у цих країнах системи державного економічного стимулювання. Одним із основних напрямів виконання країнами ЄС зобов'язань Кіотського протоколу із зниження викидів «парникових» газів стало масштабне освоєння ВДЕ.

Сумарна потужність енергоустановок на нетрадиційних ВДЕ у світі складає біля 4% потужностей усіх електростанцій з виробітки.

Якщо проект зуміють реалізувати, то він стане найбільшим у світі.

Електроенергія в Європу передаватиметься кабелем, який прокладуть через Середземне море.

Таблиця 4.6 - Використання нетрадиційних ВДЕ у 2020 р.

| Джерело енергії | Мінімальний сценарій | | Максимальний сценарій | |
|--|----------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| | Млн.. т н.е | Частка в структурі ВДЕ, % | Млн.. т н.е | Частка в структурі ВДЕ, % |
| Біомаса з використанням сучасних технологій | 243 | 45 | 561 | 42 |
| Сонячна енергія | 109 | 20 | 355 | 26 |
| Вітрова енергія | 85 | 16 | 215 | 16 |
| Геотермальна енергія | 40 | 7 | 91 | 7 |
| Мала гідроенергетика | 48 | 9 | 69 | 5 |
| Енергія океанів | 14 | 3 | 54 | 4 |
| Всього | 539 | 100 | 1345 | 100 |
| Частка у сумарній світовій потребі в первинних енергоресурсах, % | | 3-4 | | 8-12 |

Н.е. – нефтяний еквівалент; 1 т н.е. = 10 000 ккал/кг;

РОЗДІЛ 5 ОВД ДЛЯ ОБ'ЄКТІВ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

З 18 грудня 2017 року в Україні набрав чинності Закон «Про оцінку впливу на довкілля» (ОВД), який запроваджує механізм оцінки впливу на навколишнє середовище при ухваленні рішень щодо провадження господарської діяльності, що може суттєво впливати на довкілля. Закон враховує державні, громадські та приватні інтереси у процесі прийняття таких рішень.

Відповідно до положень зазначеного Закону, процедуру оцінки впливу на довкілля зобов'язані проходити, зокрема, вітрові парки та вітрові електростанції, які мають дві або більше турбін, або якщо висота будь-якої з них становить 50 метрів і більше. Такі об'єкти віднесено до другої категорії діяльності, що може мати значний вплив на довкілля. [38].

5.1. Поняття ОВД та методика досліджень

Оцінка впливу на довкілля це – вид діяльності з виявлення, аналізу та обліку прямих, непрямих та інших наслідків впливу планової діяльності на навколишнє середовище з метою прийняття рішення про можливість або неможливість здійснення цієї діяльності.

Проведення процедури оцінки впливу на довкілля (ОВД) є основним елементом підготовки екологічно безпечного користування енергетичними установками .

Процедура оцінки впливу на довкілля – це процес, що сприяє прийняттю екологічно орієнтованого рішення про користування об'єктами енергетики за допомогою визначення негативних впливів, оцінки екологічних наслідків, моніторингу громадської думки, розробки заходів щодо зменшення негативного впливу на довкілля та запобігання шкідливого впливу від антропогенної діяльності.

Мета оцінки впливу полягає у відображенні загальної ситуації стану всіх елементів довкілля в передбачуваному районі реалізації наміченого будівництва та експлуатації об'єктів альтернативної енергетики та розробка заходів щодо

зменшення або пом'якшення впливу цієї діяльності на довкілля та пов'язаних з нею наслідків соціального або економічного характеру.

Термін проведення ОВД в Україні може бути різним. Зазвичай процедура ОВД передбачає такі етапи: підготовка технічної документації, публічне обговорення, збір та аналіз даних, проведення додаткових досліджень, експертизи, підготовка звіту та рішення про ОВД.

Згідно з Законом про оцінку впливу на довкілля, терміни проведення можуть бути наступними:

- Проект, що потребує ОВД, зазвичай має бути підданий ОВД до початку будівництва або реконструкції. Термін проведення ОВД може бути до 60 днів з моменту подання повної заявки на проведення ОВД.

- У разі необхідності проведення додаткових досліджень або залучання експертів, термін проведення ОВД може бути продовжений до 90 днів.

- У випадку, коли ОВД передбачає великий обсяг робіт або має складний характер, термін проведення ОВД може бути подовжено до 120 днів.

Матеріали щодо оцінки впливу на довкілля повинні містити:

- Загальні відомості про об'єкт;
- Перелік документації, що обґрунтовує необхідність оцінки;
- Мета та потреба реалізації наміченої діяльності;
- Перелік інших варіантів досягнення цілей наміченої діяльності (різне розташування об'єкта, інші технології та інші альтернативи в межах повноважень замовника);

- Перелік можливих видів впливу на довкілля від наміченої господарської діяльності;

- Опис природного середовища, яке може бути пошкоджене наміченою господарською діяльністю в результаті її впровадження.

Також можуть бути сформовані:

- Стратегічна екологічна оцінка наміченої господарської діяльності з альтернативних варіантів, зокрема оцінка достовірності прогнозованих наслідків наміченої діяльності;

- Заходи для зменшення негативного впливу від наміченої господарської діяльності;
- Програма моніторингу та після проектного аналізу діяльності;
- Обґрунтування вибору варіанта наміченої господарської діяльності з усіх розглянутих варіантів;
- Матеріали громадських обговорень, що затверджені при проведенні досліджень та підготовці звіту щодо оцінки впливу на довкілля наміченої господарської діяльності.

Матеріали по проведеним оцінкам в обов'язковому порядку вносяться у Єдиний реєстр з оцінки впливу на довкілля.

Хто виконує оцінку впливу на довкілля?

Згідно зі статтею 23 Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», ОВД здійснюють організації, які мають професійну та технічну компетенцію у сфері оцінки впливу на довкілля та відповідають вимогам, встановленим законодавством. Найчастіше організації які проводять ОВД є приватними консалтинговими установами або екологічними компаніями.

Вони мають команду спеціалістів з різних галузей, таких як екологія, біологія, геологія, гідрологія, архітектура, соціологія, психологія та інші, які здатні проводити оцінку впливу на довкілля з різних аспектів.

Організації, що займаються ОВД, повинні дотримуватися вимог професійної етики та стандартів, встановлених відповідними органами влади. Вони здатні виконувати необхідні дослідження, збирати та аналізувати дані, проводити публічні обговорення і консультації, а також готувати звіти з ОВД.

5.2. Нормативні акти та юридичне врегулювання проведення ОВД.

1. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля»
2. Закон України «Про стратегічну екологічну оцінку»
3. Постанова Кабінету Міністрів України № 1029 від 13.12.2017 р. «Про затвердження Порядку передачі документації для надання висновку з оцінки

впливу на довкілля та фінансування оцінки впливу на довкілля та Порядку ведення Єдиного реєстру з оцінки впливу на довкілля».

4. Постанова Кабінету Міністрів України № 989 від 13.12.2017 р. «Про затвердження Порядку проведення громадських слухань у процесі оцінки впливу на довкілля».

5. Постанова Кабінету Міністрів України № 1010 від 13.12.2017 року «Про затвердження критеріїв визначення планової діяльності, її розширення та зміни, які не підлягають оцінці впливу на довкілля»

6. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 03.09.2020 № 117 «Про затвердження Розміру плати за проведення громадського обговорення в процесі здійснення оцінки впливу на довкілля»

7. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 06.02.2024 року № 142 «Порядок проведення консультацій з органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування щодо оцінки впливу на довкілля та врахуванням результатів таких консультацій при прийнятті рішення щодо можливості здійснення планової діяльності»

8. Наказ Міністерства природи 12.04.2018 № 116, зареєстрований в Міністерстві Юстиції України 07 травня 2018 року за № 567/32019 «Про затвердження форми заяви для отримання дозволу на спеціальне водокористування»

9. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.03.2021 № 193 «Про затвердження Загальних методичних рекомендацій щодо змісту та порядку складання звітів з оцінки впливу на довкілля»

10. Наказ Міністерства енергетики та захисту довкілля України від 02.03.2020 № 136 «Про затвердження Методичних рекомендацій з розробки звіту з оцінки впливу на довкілля в галузі лісового господарства»

11. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 28.12.2021 № 884 «Про затвердження Методичних рекомендацій з підготовки звіту з оцінки впливу на довкілля для видів діяльності у галузі видобування корисних копалин»

12. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 19.04.2023 № 245 «Про затвердження Методичних рекомендацій з підготовки звіту з оцінки впливу на довкілля планової лісогосподарської діяльності на водозбори гірських лісів Українських Карпат»

13. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 15.03.2023 № 291 «Про затвердження Методичних рекомендацій щодо здійснення після проектного моніторингу»

14. Наказ Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України від 16.09.2020 №145 «Про затвердження форми звіту про громадське обговорення планової діяльності»

РОЗДІЛ 6. ОЦІНКА ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ВІТРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ (ВЕС)

Під час реалізації проектів з відновлювальної енергетики важливо в повному обсязі оцінити потенційний вплив на довкілля з метою його мінімізації.

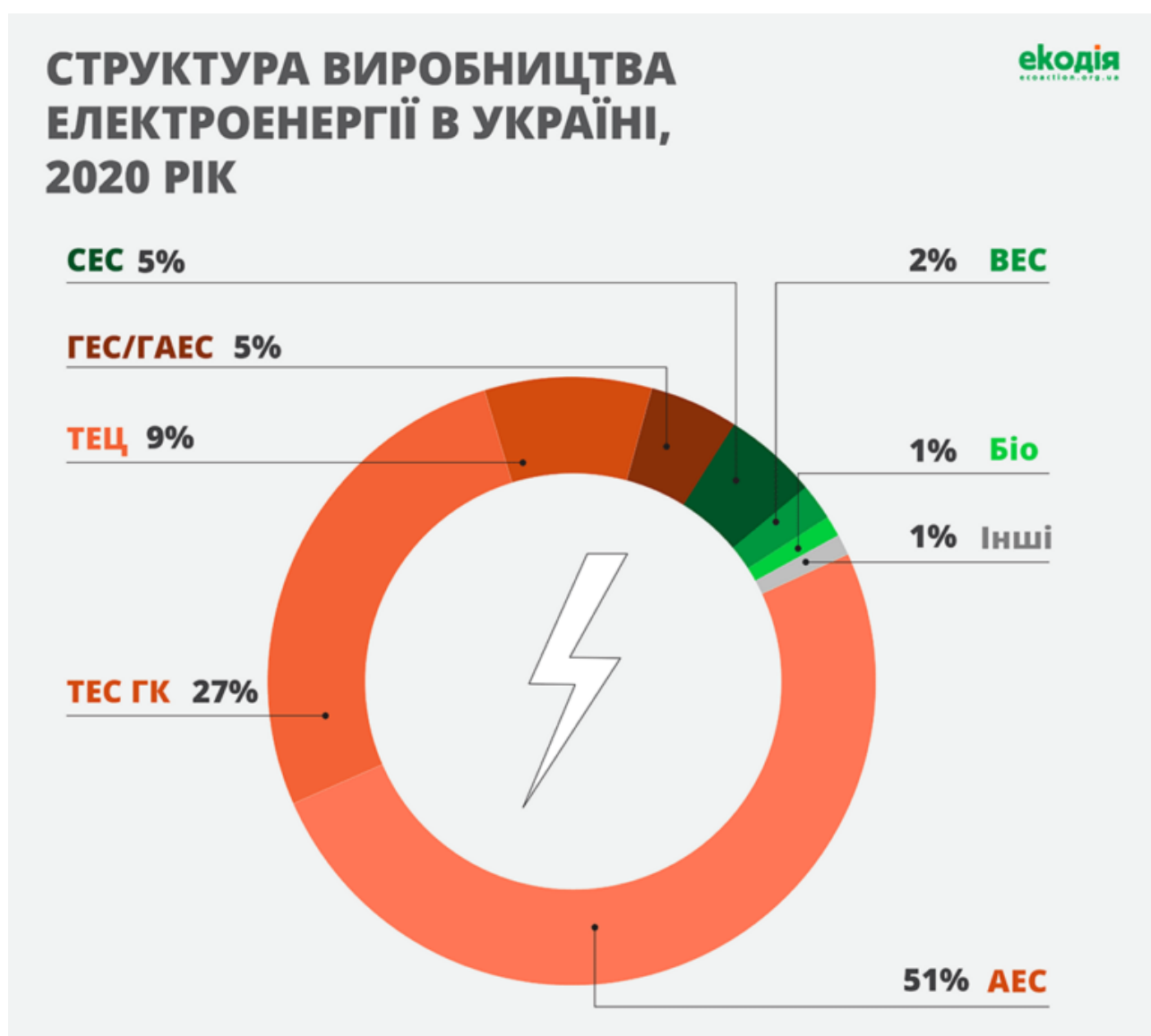
Усе потребує будівельних матеріалів (чи то металів, чи то білків) й усе продукує відходи, що врешті впливає на довкілля. Тож якщо вам кажуть, що якийсь предмет чи технологія «абсолютно екологічні» та «не шкодять довкіллю» – вам брешуть. «Екологічність» проявляється не у відсутності впливу, а у його зменшенні.

Це стосується і «зеленої» енергії. Вона так само не береться нізвідки, адже для її виробництва потрібні потужності: вітряки, панелі, заводи з виробництва вітряків чи панелей, матеріали для будівництва цих заводів тощо. А відпрацювавши свій термін, ці потужності мають бути належним чином утилізовані, щоб не перетворитися на сміття. Це часто викликає тривоги щодо впливу відновлюваної енергетики (ВДЕ): а як же панелі? лопаті вітряків? акумулятори? Тож давайте поговоримо, як на довкілля впливає «зелена» енергія і чи справді вона така зелена.

Сонце і вітер доступні не постійно, тож і станції на цих джерелах не здатні виробляти однакову кількість енергії увесь час. Аби задовольнити наші потреби в енергії (які так само мінливі і залежать, зокрема, від часу доби), часто до пари електростанціям на сонці чи вітрі використовують акумулятори. Вони накопичують надлишкову енергію, вироблену з відновлюваних джерел, і віддають її, коли СЕС та ВЕС не здатні задовольнити попит.

Найбільш економічно доцільні акумулятори для ВДЕ – свинцево-кислотні (гелеві), які можуть працювати до 5 років. Свинець – небезпечний метал і він, як і будь-який інший ресурс, видобувається. Тож це велика проблема в контексті екологічності відновлюваної енергетики. В Україні, однак, вже існує підприємство, здатне утилізувати великі обсяги свинцю – завод «Укрсплав» на

Дніпропетровщині. Він же використовує свинець зі старих акумуляторів у виробництві нових.



Приведена вище схема показує, що майже половина видобутку електроенергії припадає на роботу атомних електростанцій, і не більше десяти відсотків займає альтернативна енергетика, яка використовує невичерпні джерела енергії. Розвиток альтернативної енергетики залежить не лише від економічних показників, розроблених технологій, а й насамперед від розрахунку впливу установ альтернативної енергетики на навколишнє середовище. Джерело альтернативної енергетики – це невичерпні природні явища, такі як сонце, вітер та біомаса. Та це лише одна сторона медалі, треба брати до уваги, що перетворення кінетичної

енергії вітру або сонячної енергії потребує будівництва та подальшого обслуговування спеціальних установ, що несе певні екологічні ризики.

6.1. Вплив об'єктів вітрової енергетики на ландшафти.

Використання вітрової енергії для господарчих задач загалом є дуже прогресивною, екологічно дружньою технологією. Однак, щоб зробити цю енергетику насправді «зеленою», екологічно позитивною не слід нехтувати вивченням впливу будови ВЕС на навколишнє середовище, і насамперед на зміни ландшафту та, як, наслідок, клімату і природного біогеоценозу, що існував тут до створення вітрової електростанції[39]. Слід ретельно вивчити екологічні норми та базові закони функціонування природних комплексів. Відбираючи ділянку для зведення ВЕС лише за показниками вітру та простотою землевідведення, будівництво може призвести до негативних наслідків для навколишньої природи.

При оцінюванні впливу ВЕС на довкілля необхідно врахувати, що впливати буде не лише вітрові установки, а й всі пов'язані з ними об'єкти інфраструктури: будівельні споруди, під'їзні дороги, тимчасові споруди робочих-будівельників, повітряні або підземні лінії електропередач, трансформаторні підстанції та таке інше. [40].

Впливи на довкілля можуть з'явитися на будь-якому етапі будівництва та експлуатації ВЕС. Це може бути механічне пошкодження ґрунтів та рослинного покриву, геологічної будови даної місцевості, аварійне або випадкове забруднення ґрунту та вод паливно-мастильними матеріалами. Такі саме порушення ландшафту будуть відбуватися і під час демонтажу вітроелектростанції після закінчення терміну її експлуатації. Особливо вагомими такі впливи стають в межах використання ділянок розташованих в природно-заповідному фонді та на міжнародних природоохоронних територіях.

Ерозія ґрунту.

Ерозія ґрунту виникає при руйнуванні поверхневого ґрунтового шару, який виникає під час спорудження фундаменту ВЕС, проведенні будівельно-

монтажних робіт, прокладення комунікацій та підземних ЛЕП. На території пустелі та тундри руйнування поверхневого твердого покриву приведе до деградації значних площадей.

Візуальне вторгнення в ландшафт.

Зведення вітроенергетичних установок в звичному природному ландшафті порушує зорову пам'ять жителів та викликає в деяких людей протести. Прихильники індустріальних споруд знаходять задоволення в спогляданні творінь людей, а прихильники дикої природи протестують проти вторгнення в природний ландшафт.

Вплив на торфовища.

Наприклад, зведення вітроелектростанцій на торфовищах може призвести до порушення водних умов, дестабілізації торфу, збільшення викидів вуглецю, тому що торфовища являють собою акумулятори вуглецю і саме вони стають важливою деталлю пом'якшення наслідків змін клімату.

Вплив на піщані дюни та водно-болотні угіддя.

Піщані дюни та водно-болотні угіддя також можуть бути занадто вразливими до змін навколишнього середовища, що їх викликає розташування ВЕС. Будівництво та робота вітроелектростанцій може викликати зміни рослинності, порушувати ґрунтовий покрив та геологічну будову земельної ділянки. А це в свою чергу може призвести до ерозії, дестабілізації, зсувів ґрунту. Збитки, заподіяні будівництвом та експлуатацією об'єктів вітроенергетики можуть мати значно більший вплив на більші площі ніж ті на яких безпосередньо стоять вітряки.

Вплив на узбережжя та акваторії морів.

На перший погляд зони узбережжя та акваторії морів ідеально підходять для зведення ВЕС. Та будівництво на цих територіях супроводжується бурінням, забиванням свай, активністю суден, підвищенням каламутності води з повторним осіданням піднятого ґрунту. Все це може призвести до таких потенційних впливів як забруднення моря, ефект рифу, зміна оселищ, відлякування тварин, порушення поведінки тварин, стрес.

Вплив на степові екосистеми.

В реаліях сьогодення, коли більшість степів перетворенні на сільськогосподарські поля, під час величезної фрагментації первинного степового ландшафту, питання охорони корінного біорізноманіття та віцілих ділянок степових екосистем постає вкрай важливим. Саме тому потрібно приділяти увагу знищенню рослинного та руйнуванню ґрунтового покриву під час будівництва вітрогенеруючих установок та супутніх з ними комунікацій.

Для забудовників, інвесторів та місцевої влади зведення вітрових електростанцій на степових ділянках або луках вважається взаємовигідним та приемним. Інвестор отримає дешеві землі за низькою вартістю, збудована ним ВЕС буде працювати за «зеленим тарифом», вигідним для забудовника. Органи місцевого самоврядування також отримають додаткові доходи до свого бюджету з тих ділянок, що раніше не приносили економічної вигоди. Ось так і виходить, що економічні і соціальні чинники відчутно сприяють розміщенню ВЕС саме на ділянках степових природних екосистем. Тож ще на первинному етапі вибору ділянок закладаються більшість негативних змін на навколишнє середовище. Степові ділянки є місцем проживання тварин занесених до Червоної Книги України. Третина видів занесених до ЧКУ – це саме степові види. Виходить так, що практично на всіх степових ділянках проживають червонокнижні види. Знищення цих ділянок призведе до знищення цих видів, які потрібно оберігати. Крім того знищення тварин, а також середовища їхнього існування, є порушенням статті 11 Закону України «Про Червону книгу України», що тягне за собою настання адміністративної та кримінальної відповідальності. [41]

Всі степові рослини здійснюють формування хімічного складу та структури ґрунту степової зони. Збереження цих рослин є необхідною умовою збереження степових біогеоценозів та захисту природно-кліматичного комплексу.

Забруднення ґрунтів та знищення верхнього шару ґрунту.

Ділянки розташування безпосередньо вітрогенераторів займають порівняно невелику площу, проте завезення великогабаритного обладнання, запчастин, розміщення будівельної техніки, тимчасове розташування будівельних матеріалів стають причиною використання значно більших площадок. Це

призводить до порушення ландшафту на значно більших обсягах природних територій. Грунт – це природна система. Вона складається з морфологічних елементів різного рівня для яких характерна різна структура. Руйнація цієї системи є неминучим результатом при бетонуванні ділянок біля вітроенергетичних установок, а також при проведенні інших робіт.

Ще один важливий аспект шкоди, яка наноситься будівництвом ВЕС ґрунтовому покриву, є прокладання комунікацій, які закопуються в землю на глибину приблизно 1,2 – 1,5 метри. При цьому ділянки під комунікації ніхто не враховує і роботи на них вважаються тимчасовими, та заподіяна шкода від цих робіт величезна. Адже при цих роботах іде руйнування ґрунту, знищення степової дернини, що стає причиною ерозійних процесів, та заселення інвазійних карантинних рослин.

Екологічний слід (footprint) будівництва ВЕС дуже різноманітний та на сьогодні недостатньо вивчений, та ще й ускладнений особливостями зведення ВЕС в кожному конкретному випадку, тобто не можна розробити одну й ту методику для різних місцевостей . Необхідно враховувати велику кількість чинників та їх взаємовплив друг на друга.

6.2. Вплив об'єктів вітрової енергетики на орнітофауну.

Птахи – невід'ємна складова природного суспільства. Вони не лише частина екосистеми, а ще й своєрідний індикатор навколишнього середовища. Зміни видового складу чи чисельності птахів являються наслідками екологічних змін, що відбуваються в місцях їх годівлі, гніздування, зимівлі або на шляхах їх міграцій. Щодо останнього, значний вплив на міграції птахів та кажанів виявляють об'єкти вітрової енергетики. Серед основних факторів впливу ВЕС на орнітофауну можна виділити: фізичний вплив вітряків – при зіткненні з турбінами, лопатями та вежами; порушення середовища проживання птахів; порушення маршруту міграції птахів.

Зменшення чисельності та різноманіття птахів може відбуватися через знищення та роздрібненість місць їхнього існування, причиною яких стає відлякування птахів з околиці електростанцій та розбудови комунікацій і

інфраструктури, пов'язаних з роботою та обслуговуванням об'єктів вітрової енергетики. [43]

Зведення масштабних вітроелектростанцій може створювати так званий «ефект бар'єру», що в свою чергу стає на заваді коротким та далеким перелітам птахів.

Найбільш негативне значення та трагічні наслідки для життя птахів мають саме загибель від зіткнення з частинами вітряків і лініями повітряних електропередач та втрата оселищ.

Види і масштаби впливу ВЕС на життя птахів залежать від типу та розміру віротурбін, що використовуються в проекті ВЕС (висота вежі, діаметр турбін, освітлення, колір лопатей, швидкість гвинта), від кількості турбін у вітровому парку та території занятою під вітроелектростанцію, розташування турбін в рамках проекту (як розташовані турбіни одна відносно одної та відносно навколишнього середовища), можливе виникнення поблизу інших вітропарків (кумулятивні впливи), що будуть набирати ваги із зростанням щільності вітропарків.

Ризик прояву негативного впливу вітрової енергетики на птахів зростає у разі будівництва та експлуатації вітроелектростанцій у районах, які інтенсивно використовуються птахами. Цілком логічно, що райони з високою інтенсивністю руху птахів більш небезпечні та більш шкідливі для них, ніж райони, де рух та міграції птахів незначні.

Не останнє значення мають також спосіб використання птахами повітряного простору (висота польоту, спосіб використання території – наприклад, чи вона використовується для ночівлі, чи для годівлі, чи там пролягають міграційні шляхи, чи це місцина, де вони розмножуються). Також має значення і видовий склад птахів, що використовують цю територію, дослідження показують, що ризику зіткнення з елементами вітроелектростанцій різні для різних видів птахів. [44]

Вплив вітропарків на орнітофауну найчастіше викликає найбільше питань. Дійсно, вітрові електростанції, як вертикальні структури з рухомими

елементами, представляють собою певний ризик для птахів. Однак, оцінка цієї небезпеки ускладнена внаслідок сильної залежності від місця розташування ВЕС (рельєф, розташування ВЕУ на майданчику, типи осілих та перелітних птахів в даній місцевості). Крім того можливість зіткнення птахів з елементами ВЕУ залежить від погодних умов і зростає в умовах поганої видимості.

За результатами досліджень, проведених за завданням Американської та Європейської вітроенергетичних асоціацій був зроблений такий висновок: навіть при майбутньому розвитку вітроенергетики загибель птахів від вітроустановок не досягне 1% від інших джерел людської життєдіяльності, таких як мисливці, домашні кішки, висотні будівлі, лінії електропередач, телевежі та щогли зв'язку, автомобільний транспорт, пестициди, аварійне забруднення нафто перевізниками. З усього вище сказаного випливає, що смертність птахів від зіткнення з установками вітроенергетики не така вже й значно, порівняно з іншими видами діяльності людини. Тим більше, що треба проводити дослідження нанесеної шкоди та шукати шляхи її зменшення. [43]

6.3. Вплив об'єктів вітрової енергетики на шумовий та вібраційний фон.

Акустичний і звуковий супровід роботи вітроенергетичних установок є головним негативним фактором роботи ВЕС. Основні джерела акустичного шуму ВЕУ – гондола, маточина вітроколеса, лопаті та башта (щогла). Також значення можуть мати резонансні коливання, шуми мультиплікатора і ефективність шумопоглиначів, що використовуються.

Вимірювання власних частот вежі і акустичних характеристик працюючої ВЕУ показали, що мають місце флуктуації рівня шуму, обумовлені крутильними коливаннями вала вітроколеса. Ці коливання вала передачі виникають при малих навантаженнях. Крім того, виявлено, що частоти коливань зубчатих передач можуть опинитися в резонансі з частотами власних коливань башти. В результаті виникають значні вібрації.

Як приклад можуть служити дослідження акустичного шуму двох великих ВЕУ потужністю 2 і 3 МВт. Основне джерело шуму цих установок – мультиплікатор. Факторами, що визначають рівень його шуму, вважається тип

передачі, умови роботи, конструкція, робочі характеристики, розміщення. Інші джерела шуму, такі як генератор, гідравлічне обладнання й лопаті легко піддаються контролю відомими методами. Результати вимірювань рівнів шуму, що його створює різними частинами ВЕУ, показують їх відносну значимість: гондола – 55, маточина – 47, лопаті – 49, вежа – 29 дБ. Виміри проводилися в точці на рівні землі на відстані 115 м від башти за напрямком вітру. [40]

Найбільш сучасні вітроустановки не мають мультиплікатора, в конструкціях їх гондол використовуються ефективні звукоізолюючі та звукопоглинаючі матеріали. Основною складовою шуму таких ВЕУ є аеродинамічний шум, вироблений лопатями вітроустановок. Його низькочастотні складові (1-5 Гц) були проблемою для деяких ранніх проектів вітроустановок, оскільки вони негативно позначалися на живих організмах. Аеродинамічний шум може бути знижений відповідним профілюванням лопатей, вибором швидкості обертання вітроколеса і механізму його орієнтації на вітер.

Шумність малих ВЕУ більше, ніж вітротурбін, принаймні з двох причин: по перше, швидкість обертання вітроколеса і відповідно кінців лопатей малих ВЕУ вища, ніж у більших; по друге, набагато більше коштів виділяється на дослідження щодо зниження шуму малих ВЕУ відчуває в основному власник ВЕУ, то поки шум малих вітроустановок не є перешкодою їх застосування.

Для порівняння в таблиці наведено порівняльну характеристику джерел шуму за даними Британськими вітроенергетичної асоціації. [45]

Таблиця 6. 1. Характеристика джерел шуму за даними Британської вітроенергетичної асоціації

| <i>Джерело шуму</i> | дБ |
|---|-------|
| Поріг чутності | 0 |
| Сільська ніч, фон | 20-40 |
| Спальна кімната | 35 |
| Вітроустановка на відстані 350 м | 35-45 |
| Легковий автомобіль, швидкість 70км/ч, відстань 100 м | 55 |
| Жвавий офіс в максимум активності | 60 |
| Вантажний автомобіль, швидкість 50 км/ч, відстань 100 м | 65 |

| | |
|---------------------------|-----|
| Пневмобур на відстані 7 ь | 95 |
| Літак на відстані 250 м | 105 |

Щодо нормування шуму ВЕУ необхідно відзначити, що в даний час не існує єдиних стандартів і вимог, що регламентують шум ВЕС і вимірювання шумових характеристик ВЕУ для їх сертифікації. У більшості країн існують національні стандарти.

Визначення акустичного навантаження вітрових електростанцій повинно проводитися з метою встановлення їх впливу на стан довкілля для забезпечення щонайменшої шкоди від встановлення вітроустановок для навколишнього середовища.

Аеродинамічне акустичне навантаження поділяється на тональне, безперервне широкосмугове, низькочастотне та низькочастотне імпульсне. Аеродинамічне акустичне навантаження нагадує собою свит або шурхіт, а також воно може збільшуватися з підвищенням швидкості обертання лопатей вітротурбіни.

Акустичне навантаження турбіни залежить від фонового шуму, який, свою чергу залежить напряму від швидкості вітру.

ВЕУ зі змінною швидкістю обертаються повільніше при малих швидкостях вітру. При цьому рівень акустичного навантаження турбіни буде нижчим від фонового. Рівень шуму роботи вітрогенних установок залежить не лише від їх будови та технічних характеристик, а від швидкості вітру. Так, наприклад, коли вітер вщухає, ВЕУ зупиняється, і її не чути зовсім. Коли швидкість вітру перевищує 8 м/с, звук, що його спричиняє вітроенергетична установка перекривається шумом гойдання дерев або іншими шумами, які спричинені вітром. Звук ВЕУ можна почути тоді коли швидкість вітру буде від 3 до 8 м/с. Слід зазначити, що звук від роботи ВЕУ розповсюджується не однаково, з підвітряної сторони більше, а в інших напрямках менше.

Ще одним питанням негативного впливу вітрогенераторів на довкілля є інфразвук та вібрація. Під час роботи вітряка на кінцях лопатей утворюються

вихори, які є джерелом інфразвуку. Чим більше потужність вітряка, тим більше потужність вібрації і негативний вплив на живу природу. [46]

Шкода від вібрації для людини науково не доведена. Варто відзначити, що вібрації все-таки несуть певну загрозу. Це загроза стосується шкоди для будівель, при цьому методика зниження цієї шкоди відмінно вивчена.

Окрім впливу об'єктів вітрової енергетики на шумовий фон потрібно розглянути також вплив на роботу радіо, локаційних і телевізійних пристроїв до недавнього часу вважався незначним, якщо уникати їх будівництва в одну лінію у напрямку до передавальної станції або розташовувати на значній відстані.

Лопаті перших вітрогенераторів робили металевими або з дерева. Перші відображають теле- та радіосигнали, а другі, навпаки їх поглинають. Через невелику кількість вітрових установок спочатку це не було великою проблемою та не розглядалось як перешкода. Через зростання потужностей та розмірів ВЕУ їх лопаті також змінилися, їх почали виготовляти зі скловолокна, без будь-яких металевих вкраплень, тому такі лопаті були напівпрозорі для теле- та радіо сигналів. Подальший розвиток вітроенергетики та удосконалення будови вітрових установок, збільшення розмірів та потужностей ВЕУ до 1 МВт призвело до виникнення потреби захисту лопатей від ударів блискавками. Тому всередину лопатей почали закладати алюмінієві провідники досить значного перетину, за якими струм при ударі блискавкою буде йти в землю. Такі лопаті стають свого роду дзеркалами для теле- та радіосигналів.

Вітрові електростанції, безумовно, також є джерелом інфразвукового шуму, який, згідно з багатьма поширеними думками становить загрозу для навколишнього середовища. Інфразвук може поширюватися на значні відстані від джерела його виникнення. Енергія, що супроводжує інфразвук, може викликати явище резонансу внутрішніх органів людини. Вимірювання дозволили зробити висновок, що робота вітропарків не є джерелом інфразвуку на рівні, який може загрожувати здоров'ю людини.

Через багато чисельні публічні виступи щодо потенційного негативного впливу на здоров'я людини вітряних електростанцій, зокрема

шумового фону та інфразвуку, які вони створюють своєю роботою, Американська асоціація вітроенергетики разом з Канадською асоціацією вітроенергетики створили в 2009 році міжнародну міждисциплінарну наукову групу. До складу цієї групи увійшли незалежні експерти в області акустики, аудіології, медицини та охорони здоров'я. Після проведених досліджень науковці прийшли до наступних висновків: [46]

1. Вібрації людського тіла, викликані звуком резонансної частоти виникають лише в разі дуже гучних звуків. Рівень шуму, що його виробляє вітроелектростанція не відноситься до такого явища.

2. Шум, вироблений вітровими електростанціями, не представляє небезпеки погіршення або втрати слуху. Шум, який випромінюють вітряки не перевищує межу звукового тиску.

3. Експерименти показали, що інфразвук, який випромінюється на рівні від 40 до 120 дБ, не має шкідливого впливу на здоров'я.

4. Негативний вплив вітряних електростанцій на здоров'я і благополуччя людей у багатьох випадках зумовлений так званим ефектом ноцебо (протилежність ефекту плацебо).

При реалізації проектів з відновлювальної енергетики найбільший вплив на довкілля відстежується на етапі будівництва електростанції (33,94%) та залежить від її географічного положення, специфіки природних умов.

Для оцінки впливу на довкілля вітроелектростанцій обрані об'єкти відновлювальної енергетики розташовані у Львівській області – три вітрові електростанції: «Старий Самбір-1», «Соколівська ВЕС» (Стрийський район) та «Соколівська ВЕС» (Дрогобицький район).

Характеристику об'єктів дослідження подано у таблиці 6.2.

Таблиця 6.2. Характеристика об'єктів вітрової енергетики

| Характеристика | «Сколівська ВЕС»* | ВЕС «Старий Самбір-1» | «Сколівська ВЕС»** |
|--|-------------------|-----------------------|--------------------|
| Загальна характеристика об'єктів дослідження | | | |
| Рік будівництва | 2021–2025 | 2014, 2016 | 2022–2024 |

| Стан об'єкта | Будується | Експлуатується | |
|--|--------------|----------------|-----------|
| Встановлена потужність, МВт | 60 | 13,2 | 54,6 |
| Кількість вітрових установок, шт | до 14 | 4 | 10 |
| Виробник вітрових установок | Іноземний*** | Данія | Німеччина |
| Параметри для здійснення оцінки впливу на довкілля | | | |
| Середня швидкість вітру на висоті 100 м, м/с [18] | 7,5–9,0 | 6,4 | 7,5–8,5 |
| Середня щільність потужності на висоті 100 м, Вт/м ² [18] | 450–920 | 450 | 700–880 |
| Відстань до найближчих водних об'єктів, м | 167 | 798 | 196 |
| Відстань до найближчої житлової забудови, м | 1 500 | 792 | 350 |
| Відстань до об'єктів техногенного середовища, м | 300 | 294 | 9 730 |
| Відстань до об'єктів Смарагдової мережі, м | 3 780 | 562 | 160 |
| Відстань до об'єктів природно-заповідного фонду, м | 54 | 202 | 2 765 |

Примітки: * вітрова електростанція у Стрийському районі; ** вітрова електростанція у Дрогобицькому районі; ***Буде уточнений робочим проектом.

У статті [48] проаналізовано результати оцінки впливу на довкілля вітроенергетичних об'єктів, розташованих у Львівській області: Лопушанська М.Р., Іванов Є.А., Вижва А.М., Циганок Л.В. Методика оцінки впливу на довкілля для об'єктів відновлюваної енергетики (на прикладі об'єктів вітрової енергетики у Львівській області). *Екологічні науки*. 2024. № 1 (52). Т. 1. С. 126–133.

На основі дослідження зроблено висновок, що для реалізації проєктів вітрової енергетики доцільно обирати ділянки поза межами територій з екологічними обмеженнями. Зокрема, у гірських районах значна частина хребтів

потрапляє під дію обмежень, пов'язаних із природно-заповідним фондом, територіями Смарагдової мережі та санітарними відстанями до житлової забудови.

Відтак під час планування проєктів необхідно ретельно ідентифікувати всі екологічні обмеження на потенційних локаціях і на їхній основі визначати доцільність або недоцільність реалізації відповідного проєкту.

РОЗДІЛ 7.МЕТОДИКА ОЦІНКИ ВПЛИВУ НА ДОВКІЛЛЯ ОБ'ЄКТІВ ВІТРОЕНЕРГЕТИКИ ТА ЇЇ РЕАЛІЗАЦІЯ НА ПРИКЛАДІ ВЕС ШЕВЧЕНКОВЕ-1

Для оцінки можливого впливу на довкілля об'єктів вітроенергетики, пропонується методика на основі визначення чотирьох параметрів:

- ймовірності впливу,
- просторового,
- часового ,
- інтенсивності впливу.

Кожен з чотирьох параметрів обчислюється за спеціальною шкалою з використанням критеріїв для відповідних градацій шкали. Оскільки дію багатьох факторів, які впливають на природне та соціально-економічне середовище, неможливо оцінити кількісно запропонований бальний метод оцінки впливів на довкілля з використанням методу матриць дасть змогу порівняти різні впливи планованої діяльності та альтернативних варіантів.

Запропонована *Методика ОВД об'єктів вітроенергетики* пропонує проведення ОВД за чотирма етапами:

- 1.Визначення потенційних впливів (скринінг);
- 2.Заходи з пом'якшення негативних впливів і посилення (для соціально-економічного середовища) позитивних впливів;
- 3.Оцінка величини і значущості залишкових впливів;
- 4.Інтегральна оцінка залишкових впливів.

1. Порівняльний аналіз нормативно-правових актів щодо оцінки впливу на довкілля

Порівняльне дослідження положень Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», Директиви 2011/92/ЄС «Про оцінку наслідків окремих державних та приватних проєктів для навколишнього природного середовища», попередньо

чинних державних будівельних норм ДБН А.2.2-1-2003 «Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище при проектуванні і будівництві підприємств, будівель і споруд» та «Програми фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF). Стратегічний екологічний аналіз» [8,4,16,14] дозволило сформулювати систему пріоритетних чинників впливу (етап скринінгу) для об'єктів вітроенергетики.

До компонентів природного середовища, що підлягають оцінюванню, належать: атмосферне повітря, геологічне середовище, ґрунти, водні ресурси, флора, фауна, біорізноманіття та ландшафт. У соціально-економічному середовищі визначаються такі складові: здоров'я населення, соціально-економічна ситуація (зайнятість, стан комунальної інфраструктури, транспорт, ресурсокористування), а також об'єкти історико-культурної спадщини. Кожен із зазначених компонентів може містити декілька окремих об'єктів оцінки. Наприклад, компонент «водні ресурси» включає підкомпоненти, як-от поверхневі водні ресурси та потенційне їх забруднення.

2. Законодавчі вимоги до звіту з оцінки впливу на довкілля

Відповідно до положень Закону України «Про оцінку впливу на довкілля», звіт ОВД повинен містити опис передбачених заходів, спрямованих на запобігання, уникнення, зменшення, пом'якшення або усунення суттєвих негативних впливів на довкілля. У разі наявності такої можливості, мають бути також представлені компенсаційні заходи.

3. Методика визначення значущості впливу

Оцінка значущості впливу, як інтегрального показника навантаження на окремий компонент довкілля, здійснюється із застосуванням чотирьох параметрів: ймовірність виникнення, просторовий масштаб, часовий масштаб та інтенсивність впливу. Кожен параметр оцінюється за градаційною шкалою. Для узагальненої оцінки впливів запланованої діяльності використовується чотирибальна шкала (від 1 до 4 балів), зі знаком «+» або «-» для позитивних або негативних впливів відповідно. При цьому для компонентів природного середовища нульова оцінка не

передбачається, оскільки будь-яка діяльність неминуче справляє певний вплив. Нульовий вплив можливий лише за умов повної відсутності реалізації проєкту. Натомість для соціально-економічного середовища може бути передбачений нульовий рівень впливу, у разі якщо негативні наслідки компенсуються рівнозначними позитивними ефектами.

4. Практична реалізація методики ОВД на прикладі ВЕС «Шевченкове-1»

Вітроенергетичний комплекс «Шевченкове-1» розміщений на відстані 14 км на південь від м. Долина, у межах земель запасу села Шевченкове, що належать до юрисдикції Шевченківської сільської ради Долинського району. Територіальна структура об'єкта включає окремі ділянки з відповідною інженерною інфраструктурою: вітроелектроустановки (ВЕУ), трансформаторні підстанції (ТП), технологічні проїзди та лінії електропередач (ЛЕП).

Планується встановлення вітрогенераторів марки «NORDEX» двох типів із потужністю 600 кВт та 1300 кВт. Загалом проєкт охоплює 7 земельних ділянок по 0,25 га кожна, що в сумі становить 1,75 га. Землі передаються в оренду строком на 49 років. [49].

Природне середовище.

Повітря. *Забруднення повітря* Деякі негативні наслідки проєкту можуть спостерігатися на етапі будівництва ВЕС, зокрема в процесі будівництва мережі

технологічних доріг та допоміжних споруд. Ці дії включають забруднення повітря від будівельної техніки і транспортних засобів, а також від створення пилу. Також

ймовірними є викиди шкідливих речовин при пожежах. Об'єкти ВЕС обладнані

системами автоматичної сигналізації та пожежогасіння [49].

Геологія і ґрунти. Можливим є вплив на *гірські породи* можуть призвести будівельні роботи, пов'язані з розчищенням території, риттям котлованів під фундаменти (глибиною до 2,6 м), а також прокладанням кабельних ліній у залізобетонних лотках (глибиною до 1,9 м), можуть спричинити вплив на геологічне середовище, зокрема на гірські породи. Додатковим фактором ризику є наявність зсувонебезпечних ділянок, обумовлених складним гірським рельєфом місцевості, де абсолютні відмітки земної поверхні варіюються в межах 504,0–590,9 м.

З огляду на рельєф та потенційну зсувонебезпечність схилів, передбачається застосування пального фундаменту у вигляді кушів буро-набивних паль, об'єднаних ростверком, що забезпечить стабілізацію основи споруд. Інженерна підготовка території включатиме комплекс пом'якшувальних заходів, зокрема організацію поверхневого водовідведення через систему відкритих водовідвідних лотків і каналів із облаштуванням містків або труб у місцях перетину з транспортними шляхами [3].

Імовірність активізації зсувних процесів прямо корелює з крутизною схилів. Зокрема, найбільша кількість зсувів реєструється на схилах із нахилом 15–20° [11]. Утім, досліджувана територія розташована в підгірській зоні, де ці показники суттєво нижчі, що знижує ризик виникнення таких явищ.

Іншим аспектом впливу на довкілля є деградація ґрунтового покриву внаслідок зняття верхнього шару рослинності. Для мінімізації цього впливу передбачено проведення рекультиваційних заходів, зокрема відновлення родючого шару ґрунту, висадження рослинності та облаштування технологічних проїздів на базі наявної сільськогосподарської дорожньої інфраструктури [49].

Також можливе забруднення ґрунту в результаті експлуатації будівельної техніки, витоків паливно-мастильних матеріалів та неналежного поводження з будівельними відходами під час зведення об'єктів вітроенергетики. Для запобігання таким негативним наслідкам планується створення ізольованих майданчиків для зберігання стабілізатора ґрунту LBS та паливно-мастильних

матеріалів під накриттям, а також спеціального майданчика для складування земляних мас [49].

Води.

Вплив на *ресурси поверхневих вод* можливий у вигляді зміни у обсягах поверхневого-зливового стоку і надходженні більшої кількості води та наносів у місцеві водотоки через порушення ґрунтового покриву та вилученні рослинності під час будівництва. Потраплянню поверхнево-зливових стоків на дорогу Р-21 перешкоджатиме запроектована система каналів. Також вплив проявляється у вигляді *забруднення поверхневих вод* завислими речовинами особливо у ході будівництва. Вплив на *ресурси і забруднення підземних вод* проявлятимуться у вигляді збільшення надходження через деградацію ґрунтового покриву та проникнення забруднених речовин.

Флора, фауна та біорізноманіття

Оцінка впливу на флору, фауну та біорізноманіття базується на врахуванні чутливості біотичних компонентів екосистем, зокрема наявності охоронюваних територій і видів. Території природно-заповідного фонду (ПЗФ) та рідкісні або зникаючі види мають високий ступінь екологічної чутливості. До найближчих об'єктів ПЗФ місцевого значення належать ландшафтний заказник «Ріка Свіча з притокою Мізунькою» та орнітологічний заказник «Шевченківський». Основний вплив на флору очікується на етапі підготовки території під будівництво, зокрема внаслідок порушення ґрунтового покриву, однак вирубування лісових насаджень не передбачається.

З метою мінімізації негативного впливу планується рекультивація верхнього шару ґрунту та відновлення рослинності, а також облаштування технологічних проїздів. Ризик виникнення пожеж і відповідне загорання рослинності буде знижено через впровадження комплексу протипожежних заходів.

Найбільш істотним потенційним впливом на біорізноманіття є вплив на орнітофауну, особливо на охоронюваних територіях. В орнітоценозах регіону

поширені такі види, як шпак, горобець, синиця, галка, сойка (на рівнинах), а також глухар карпатський, шишкар ялиновий, лелека чорний — у гірських районах. У лісових масивах Вигодського лісництва трапляються червонокнижні види — лелека чорний, глухар, рябчик, тетерук. У заказнику «Шевченківський» спостерігається гніздування сірої чаплі.

Літературні джерела свідчать, що вітрові електроустановки (ВЕУ) можуть призводити до витіснення птахів із середовищ існування, особливо в разі розташування турбін поблизу місць гніздування та міграційних шляхів. Деякі види, зокрема сіра чапля, хижі птахи, вороніві, часто перебувають поблизу ВЕУ, що підвищує ризик зіткнень із лопатями турбін. Відомо, що турбіни, розташовані поблизу водойм або на відкритих хребтах, спричиняють більшу смертність серед птахів. У середньому, одна турбіна висотою 100 м може спричинити загибель до 5 птахів на рік.

Міграційні маршрути, що проходять територією України — південноєвразійський континентальний, північно-західний весняний та карпатський осінній — роблять регіон чутливим до втрати місць відпочинку й живлення мігруючих птахів. Висота польоту птахів залежить від видів: горобцеподібні — до 40 м, качкові й журавлині — вище 120 м, хижі птахи — на різних висотах.

Будівництво ВЕС може також впливати на популяції рукокрилих. Через втрату місць живлення та порушення маршрутів пересування можливе витіснення кажанів з ареалів. Турбіни, встановлені поблизу лісових масивів, демонструють високі показники смертності серед кажанів — деякі установки призводять до загибелі понад 100 особин на рік. З огляду на те, що більшість видів рукокрилих, які трапляються в Україні, занесені до Червоної книги, такий вплив є критично значущим.

Вплив на водні екосистеми може реалізовуватись через ерозійні процеси, спричинені поверхнево-зливовим стоком, що призводить до занесення русел твердими частками та деградації водної біоти.

Ландшафт

Будівництво ВЕС може зумовити трансформацію візуальних характеристик ландшафтів, що є особливо важливим у зонах з охоронюваним природним ландшафтом або туристичним значенням. В Україні наразі відсутні офіційні нормативи щодо меж візуального впливу ВЕУ, однак закордонні джерела рекомендують оцінку в межах 20–30 км. На відстані до 16 км турбіни є домінантами в полі зору.

Рельєф місцевості обмежує візуальний вплив — із півдня територію прикриває низькогір'я, а з півночі — горбогір'я. Висота турбін у 50–60 м також обмежує масштаб впливу. Найближчим чутливим об'єктом є заказник «Ріка Свіча з притокою Мізунькою». У долині р. Свіча візуальний вплив буде спостерігатись на ділянці протяжністю близько 9–10 км. У долині р. Мізунка, яка є частиною туристичного маршруту «Карпатський трамвайчик», вплив буде мінімальним через наявність забудови, орографічних бар'єрів і лісових масивів. ВЕС не становитимуть значного естетичного впливу на панораму з оглядової точки на г. Лиса (1120 м), оскільки у цьому секторі вже присутні візуальні домінанти — сільська забудова та лінії електропередач.

Для оцінки візуального впливу було побудовано карту зони видимості для однієї з турбін у радіусі 10 км.

Соціально-економічне середовище

Вплив на здоров'я населення

Згідно з критичним аналізом 162 наукових публікацій, не встановлено чітких доказів зв'язку між шумом вітрових турбін і конкретними патологіями. Водночас, частина мешканців прилеглих територій повідомляє про дискомфорт, особливо під час фази будівництва.

Основним джерелом шуму на етапі будівництва є транспортні засоби та будівельна техніка. З метою зниження впливу на працівників передбачено використання індивідуальних засобів захисту слуху, а будівельні роботи планується проводити у денний час.

Під час експлуатації ВЕС шумове навантаження створюють турбіни, інвертори та трансформатори. Для зниження рівня шуму використовується спеціалізоване обладнання зі зниженими шумовими характеристиками. Очікується, що рівень шуму не перевищуватиме граничні показники, встановлені ДБН В.1.1-31:2013, а саме: 55 дБА вдень і 45 дБА вночі (еквівалентний рівень), 70 дБА та 60 дБА відповідно (максимальний допустимий рівень).

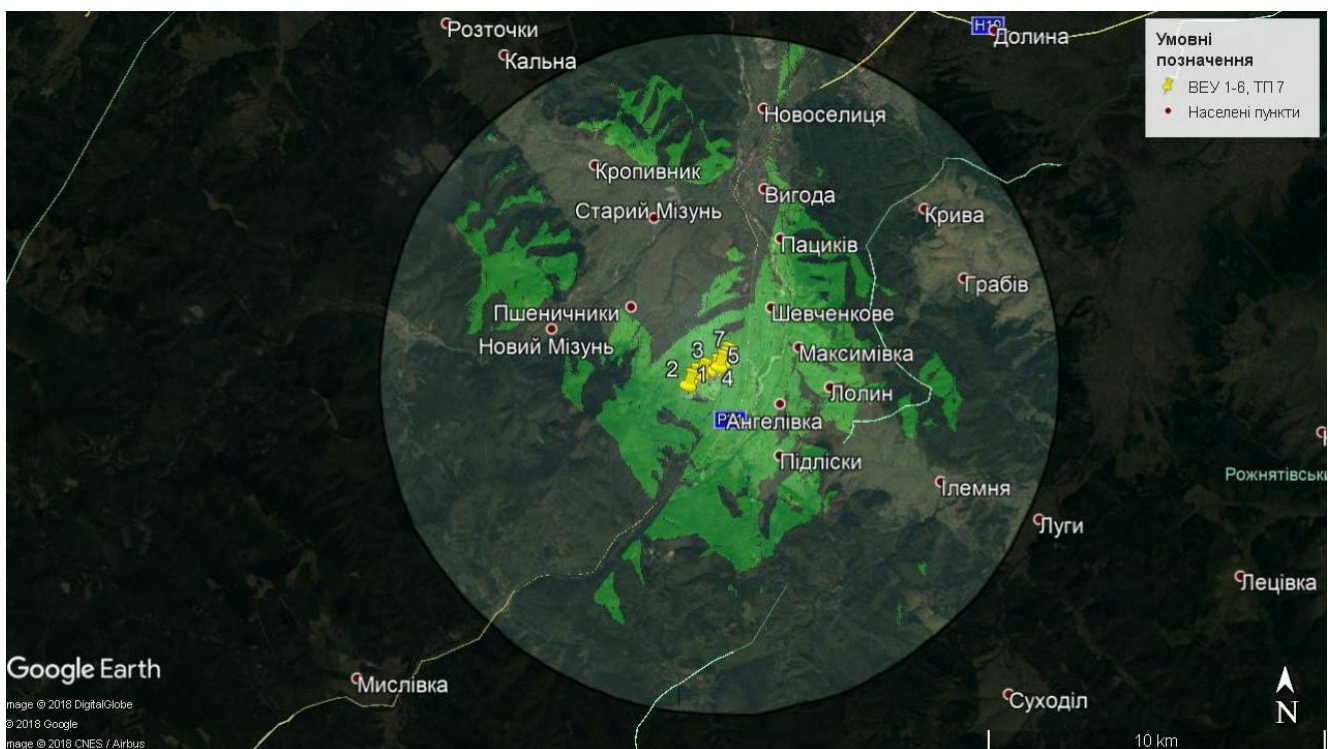


Рис. 1. Зона видимості з ВЕУ 6 ВЕС Шевченкове-1 висотою 50 м.

Акустичний вплив

Зниження рівня звукового тиску, що створюється вітровими енергетичними установками (ВЕУ), відбувається за логарифмічною залежністю від відстані. Зокрема, для моделей NORDEX N43 (600 кВт) та NORDEX N60 (1300 кВт) рівень звукової потужності становить 102–105 дБА. Згідно з [24], для турбіни висотою 50 м із рівнем звукової потужності 102 дБА рівень звукового тиску 55 дБА досягається

на відстані 80 м, а 45 дБА — на 250 м. Для турбін потужністю 104 дБА відповідні значення становлять 90 м і 320 м відповідно.

На підставі результатів досліджень Інституту громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України рекомендована санітарно-захисна зона (СЗЗ) для ВЕС з турбінами потужністю 2–3 МВт становить 700 м [50]. У випадку Шевченківської ВЕС найближча житлова забудова розташована на відстані приблизно 1 км, що перевищує рекомендовану СЗЗ.

Вібраційний та електромагнітний вплив

Вібраційне навантаження, спричинене роботою ВЕУ, зазвичай перебуває нижче порогу сприйняття людини, хоча індивідуальна чутливість до низькочастотних коливань може варіюватися.

Об'єкти ВЕС (вітротурбіни, трансформаторні підстанції, лінії електропередач та кабельні мережі) можуть створювати підвищений рівень електричних і магнітних полів. В Україні їх рівень регламентується «Державними санітарними нормами і правилами захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань» [50], згідно з якими СЗЗ встановлюється на територіях, де напруженість електричного поля перевищує 1 кВ/м — для ЛЕП напругою 300 кВ і більше. Для ЛЕП 10 та 35 кВ, які застосовуються у межах проєкту, СЗЗ не передбачено.

Згідно з даними міжнародних досліджень, рівні магнітного поля у межах ВЕС є нижчими за ті, що створюються побутовими електроприладами, і суттєво не перевищують нормативні значення [51]. Підземне прокладання кабельних ліній у залізобетонних лотках на глибині 1,8 м додатково знижує можливий вплив електромагнітного випромінювання.

Ефект тіньового мерехтіння

Мерехтіння тіні виникає внаслідок періодичного переривання сонячного світла лопатями турбіни, що спостерігається за певних умов (низьке положення сонця, ясна погода, відсутність перешкод між турбіною і вікнами будівлі) [52].

Такий ефект у чутливих осіб (зокрема, з фоточутливою епілепсією) може спричинити запаморочення, втрату рівноваги або нудоту.

В Україні нормативні документи щодо регулювання цього явища відсутні. У зарубіжній практиці [53] передбачено обмеження тривалості впливу на будівлі в межах допустимих значень, а також застосування компенсаторних заходів — наприклад, вимкнення турбін у критичні періоди або озеленення території між ВЕУ та житловими об'єктами. Для турбін Шевченківської ВЕС радіус потенційного впливу мерехтіння тіні оцінюється в межах 400–600 м, що не перевищує встановлену допустиму межу (10 діаметрів ротора). Найближча житлова забудова розташована на відстані 1100 м, а виробничі приміщення — на 900 м, що дозволяє констатувати відсутність негативного впливу.

Вплив обмерзання

За мінусових температур на лопатях ВЕУ можливе утворення льоду, фрагменти якого при відриві можуть бути джерелом небезпеки. Найважчі уламки (до 10 кг) падають поблизу турбіни, легші можуть досягати відстані до 600 м [54]. Згідно з [55], безпечна зона становить $1,5 \times (\text{висота вежі} + \text{діаметр ротора})$ і для турбін ВЕС Шевченкове-1 складає 140–180 м. У межах цієї зони житлова забудова відсутня, однак наявні сільськогосподарські угіддя, дороги й персонал. Для зменшення ризику травматизму рекомендується запровадити обмеження перебування людей у межах радіусу 200 м [56].

Соціально-економічний вплив

Введення в експлуатацію Шевченківської ВЕС матиме позитивний економічний ефект для сіл Шевченкове та Мислівка. Під час будівництва та монтажних робіт, у яких тимчасово буде задіяно близько 200 осіб, можлива зайнятість місцевих жителів. У період експлуатації робочі місця забезпечать зайнятість електротехнічного персоналу. Земельні ділянки площею 1,75 га передані в довгострокову оренду (49 років), що забезпечить надходження до місцевого бюджету за рахунок орендної плати та земельного податку.

Інфраструктурне забезпечення

Передача електроенергії здійснюється через існуючу мережу. Потужність ВЕУ складає 600 та 1300 кВт. У 2018 р. одна турбіна (NORDEX N43 600 кВт) виробила відповідно: січень — 20 тис. кВт·год, лютий — 10 тис. кВт·год, березень — 47 тис. кВт·год [13]. Підключення до ЛЕП 10 кВт здійснюється на відстані 520 м, а підключення до ЛЕП 35 кВт — через нову трансформаторну підстанцію на 760 м на захід від ВЕС [58].

Транспортне навантаження

Будівництво ВЕС призведе до зростання навантаження на місцеву транспортну інфраструктуру. Переміщення будівельних матеріалів здійснюватиметься дорогами Н-10 (Стрий–Івано-Франківськ) та Р-21 (Долина–Хуст). Заплановано створення мережі технологічних доріг на основі існуючих сільськогосподарських шляхів, що також покращить доступ до лісових угідь у разі пожеж.

Поводження з відходами

Будівельні роботи призводять до утворення твердих побутових і незначної кількості небезпечних відходів. Виробничий процес не передбачає використання пального чи хімічних речовин. Відходи зберігатимуться у спеціально відведених контейнерах і вивозитимуться відповідно до вимог санітарного контролю [59].

Вплив на радіозв'язок і авіацію

Лопаті турбін виготовлені зі склопластику, що зменшує перешкоди для поширення електромагнітних сигналів. Ізольована гондола не створює електромагнітного шуму. Відстань понад 1 км до житлової забудови виключає вплив на телевізійний прийом. Щодо авіації, хоча в Україні немає відповідних норм, міжнародна практика (Канада [60]) вимагає проведення оцінок у разі

розміщення ВЕУ в радіусі 15 км від аеропортів. Відстань від Шевченківської ВЕС до аеропорту «Івано-Франківськ» — близько 60 км, що не створює обмежень.

Використання ресурсів та ґрунтовий вплив

Технологія роботи ВЕС не передбачає використання паливних чи водних ресурсів. Підготовка території спричиняє вилучення ґрунтів, ерозію, втрату родючого шару при монтажі фундаментів і доріг. У межах ВЕС переважають буроземно-підзолисті ґрунти з низьким вмістом гумусу на висоті 504,0–590,9 м н.р.м.

Зменшення споживання органічного палива

Річний енергетичний потенціал однієї турбіни NORDEX N43-600 за даними метеостанції Долина становить 330,5 тис. кВт·год, що еквівалентно 40,7 тон умовного палива. Враховуючи заплановану установку 6 ВЕУ (4×600 кВт, 2×1300 кВт), прогнозується значна економія викопного палива.

Історико-культурна спадщина

На території ВЕС та у прилеглих населених пунктах відсутні об'єкти культурної спадщини державного значення. Місцеві об'єкти (дерев'яні церкви, археологічні пам'ятки) розташовані на достатній відстані, що виключає їхній вплив.

Таблиця 6.3 Оцінка впливу ВЕС Шевченкове на довкілля

| Об'єкт впливу | Характеристика впливу | Значущість впливу |
|------------------------------|---|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Природне середовище | | |
| Повітря | | |
| Забруднення повітря | Забруднення повітря від техніки та ТЗ під час будівництва ВЕС | Незначний негативний вплив |
| | Забруднення повітря при пожежах | Незначний негативний вплив |
| Геологічне середовище | | |

| | | |
|--|--|----------------------------|
| Гірські породи | Розчищення ділянки та викопування ям для фундаменту та прокладання кабелю | Незначний негативний вплив |
| Зсувонебезпечні ділянки | Впливи на зони підвищеного ризику в результаті будівельних робіт | Незначний негативний вплив |
| Ґрунти | | |
| Склад ґрунту | Деградація в наслідок видалення рослинності | Помірний негативний вплив |
| Забруднення ґрунту | Надходження шкідливих речовин під час будівництва | Незначний негативний вплив |
| Води | | |
| Ресурси поверхневих вод | Зміна обсягу поверхневого стоку через порушення ґрунтового та рослинного покриву | Незначний негативний вплив |
| Забруднення поверхневих вод | Надходження завислих речовин та забруднювачів, зміни у гідрохімічному режимі | Незначний негативний вплив |
| Ресурси підземних вод | Збільшення надходження води в підземні води під час будівництва внаслідок порушення ґрунтового покриву | Незначний негативний вплив |
| Забруднення підземних вод | Надходження забруднювачів під час будівництва | Незначний негативний вплив |
| Флора, фауна та біорізноманіття | | |
| Флора | Порушення рослинного покриву під час будівництва | Помірний негативний вплив |
| | Згорання рослинності і лісів при пожежах | Незначний негативний вплив |
| Види птахів, що охороняються | Витіснення з ареалів Видів, що охороняються | Помірний негативний вплив |
| | Загибель птахів, що охороняються через зіткнення з ВЕУ | Помірний негативний вплив |
| Мігруючі птахи | Втрата місць відпочинку та годівлі мігруючих видів птахів | Помірний негативний вплив |

| | | | |
|--|---|-----------------|------------|
| | Зіткнення птахів з ВЕУ під час міграції | Помірний вплив | негативний |
| Кажани | Витіснення кажанів з їх ареалів | Помірний вплив | негативний |
| | Загибель кажанів | Значний вплив | негативний |
| Водні екосистеми | Погіршення якості водойм при будівництві через ерозію і поверхневозливовий стік | Незначний вплив | негативний |
| Наземні екосистеми | Втрата природного середовища через залучання земельних ділянок під ВЕУ | Помірний вплив | негативний |
| Ландшафти | | | |
| Ландшафти-об'єкти ПЗФ, неорганізовані мальовничі ландшафти | Зменшення візуальної привабливості території через встановлення ВЕУ та ЛЕП | Помірний вплив | негативний |
| Соціально-економічне середовище | | | |
| Здоров'я населення | | Незначний вплив | негативний |
| Шум | Вплив на здоров'я від техніки й транспорту під час будівництва | Незначний вплив | негативний |
| | Вплив на здоров'я від ВЕУ при експлуатації | Незначний вплив | негативний |
| Вібрації, електромагнітне випромінювання | | Незначний вплив | негативний |
| Мерехтіння тіні | | Вплив відсутній | |
| Розкидання льоду | | Незначний вплив | негативний |
| Соціально-економічна ситуація | | Помірний вплив | позитивний |
| Зайнятість та доходи | Зайнятість місцевого населення при будівництві та експлуатації | Незначний вплив | позитивний |
| | Доходи від орендної плати та податків | Помірний вплив | позитивний |
| Комунальна інфраструктура | Постачання електроенергії в мережу | Помірний вплив | позитивний |

| | | |
|--|---|----------------------------|
| | Навантаження на місцеву транспортну мережу при будівництві | Помірний негативний вплив |
| | Відходи | Незначний негативний вплив |
| | Перешкоджання прийому та передачі електромагнітних сигналів | Вплив відсутній |
| Використання ресурсів | Втрата родючих ґрунтів через вилучення земель для будівництва, ерозії ґрунту від використання техніки | Незначний негативний вплив |
| | Економія органічного палива | Помірний позитивний вплив |
| Історико-культурна спадщина | | Вплив відсутній |
| Інтегральна оцінка впливу на довкілля | | Незначний негативний вплив |

РОЗДІЛ 8 ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час проведення робіт з оцінки впливу вітрових електростанцій (ВЕС) на навколишнє середовище важливо забезпечити безпечні умови праці для всіх учасників дослідження, враховуючи особливості об'єкта, ризики під час огляду обладнання, а також роботи у відкритих та підвищених зонах.

Загальні вимоги безпеки

- До робіт допускаються лише особи, які пройшли інструктаж з охорони праці та мають відповідну підготовку.
- Під час обстеження діючих ВЕС обов'язкове погодження з адміністрацією підприємства та дотримання внутрішніх правил безпеки.
- Забороняється перебування на території вітропарку без супроводу відповідальної особи.

Оцінка небезпечних факторів

- Механічні небезпеки — ризик від рухомих частин турбіни та допоміжного обладнання.
- Електричні небезпеки — небезпека ураження електричним струмом від високовольтних установок.
- Робота на висоті — ризик падіння під час доступу до гондоли турбіни або при обслуговуванні щогли.
- Метеорологічні фактори — сильний вітер, ожеледиця, грози, які можуть створити додаткові небезпеки.
- Акустичний вплив — підвищений рівень шуму від роботи турбіни.
- Транспортні ризики — рух спецтехніки та транспортних засобів на території вітропарку.

Заходи безпеки під час польових робіт

- Використання засобів індивідуального захисту: каска, захисне взуття, жилет зі світловідбивними елементами, захисні окуляри, страхувальні пояси для роботи на висоті.

- Під час підйому на щоглу або гондолу турбіни обов'язкове застосування подвійної системи страхування.
- Заборонено виконувати роботи під час грози, сильного вітру (понад 15 м/с) або при низькій видимості.
- Перед початком робіт необхідно переконатися у відключенні турбіни від електромережі, якщо планується обстеження внутрішніх систем.
- Усі роботи проводяться не менше ніж двома працівниками для забезпечення взаємного контролю.

Медичне та аварійне забезпечення

- Наявність аптечки першої допомоги та засобів зв'язку у кожній робочій групі.
- Проведення попереднього інструктажу з надання домедичної допомоги при травмах, електротравмах та падіннях.
- Узгодження з місцевими рятувальними службами плану евакуації постраждалого з висоти.

Вимоги при роботі з технічними засобами

- Перед використанням обладнання (вимірювальні прилади, безпілотники, тепловізори) перевірити його справність.
- Дотримуватись правил безпечної експлуатації електронних приладів на висоті та у вітряних умовах.
- Не допускати перевантаження електромережі при використанні переносних електроприладів.

Дотримання правил охорони праці є обов'язковим при виконанні оцінки впливу ВЕС на довкілля. Усі роботи повинні проводитися у суворій відповідності до чинних нормативних документів та з урахуванням погодних умов, технічних ризиків та безпеки персоналу.

ВИСНОВКИ

Розвиток технологій потребує збільшення видобутку енергії, але традиційні джерела вже не відповідають цій потребі, та й забруднення навколишнього середовища від використання традиційні джерел енергії може привести до глобальної екологічної катастрофи. Вирішити проблему отримання енергії з мінімальним забрудненням довкілля можуть альтернативні види енергетики, такі як сонячна, вітрова енергетика та біотехнології.

Одним з пріоритетних напрямків розвитку енергетики в XXI ст. є всебічне використання відновлювальних джерел енергії, які мають величезний потенціал та ресурси, що дозволить знизити негативний вплив зростаючих обсягів видобутку енергії на навколишнє середовище, а також підвищити екологічну безпеку.

В цілому аналізуючи результати цього дослідження можна дійти висновків, що вплив від вітроелектростанцій на довкілля є не надто значним.

Найбільш негативний вплив від роботи ВЕС спостерігається на кажанів, викликаючи їх загибель. Також має місце помірний негативний вплив на орнітофауну у зв'язку з відносною близькістю розташування до лісових та водно-болотних угідь. Під час реалізації проектів з відновлюваної енергетики найбільший вплив на довкілля простежується на етапі будівництва електростанції (до 33,94 %) та залежить від її географічного положення, специфіки природних умов, близькості території природно-заповідного фонду.

Під час реалізації проектів з відновлюваної енергетики важливо у повному обсязі оцінити потенційні впливи на довкілля з метою їхньої мінімізації. Інтенсивність цих впливів на довкілля від об'єктів відновлюваної енергетики залежить від різних факторів, зокрема географічного розташування, виду діяльності, близькості об'єктів, які потенційно можуть зазнати впливу на різних етапах життєвого циклу проектів тощо. Проведення розрахунку та аналізу всіх факторів впливу дає змогу об'єктивно оцінити вплив на довкілля та запроектувати заходи з метою його уникнення.

Оцінка впливу на довкілля призначена для виявлення характеру, інтенсивності та ступеня небезпеки від проведення господарської діяльності та регулюється на законодавчому рівні і є необхідною складовою при плануванні, будові та подальшої експлуатації вітроелектростанцій.

Висновками цієї роботи є безперечні переваги альтернативних видів енергетики перед традиційними, порівняно з іншими видами альтернативних джерел енергії вітроенергетика посідає середнє місце поступаючись сонячній енергетиці, та випереджаючи енергетику біотехнологій.

Технологічні аспекти будівництва та використання ВЕУ постійно вдосконалюються для отримання не лише економічної вигоди а для зменшення екологічно негативного впливу на навколишнє середовище. Тож якщо дозволяють умови будівництво вітропарків є вдалим рішенням для отримання електроенергії.

Розглянувши вплив вітрових установок на навколишнє середовище можна виділити переваги та недоліки від їх експлуатації:

Переваги

Переваги для довкілля. Відновлювальне джерело енергії, що зменшує залежність від викопного палива, скорочує рівень викидів парникових та інших шкідливих газів і сприяє боротьбі зі зміною клімату.

Енергія вітру доступна практично в будь-якій країні й не залежить від коливання ціни на викопне паливо, запаси якого невпинно скорочуються.

Розширення світового ринку вітроенергетики призвело до значного падіння цін на енергію, що виробляється вітром. Сучасні ВЕУ щорічно виробляють у 180 разів більше електроенергії, ніж 20 років тому. При цьому кіловат виробленої енергії подешевшав щонайменше вдвічі.

Недоліки

Економічні недоліки - відносно високі інвестиції у вітроенергетичні проекти в порівнянні з традиційними галузями енергетики, що працюють на викопному паливі. Екологічні недоліки - шумові впливи, шкода для птахів та інших видів

тварин, порушення ландшафту та водного режиму регіону розташування ВЕС, стробоскопічний ефект (мерехтіння) у північних регіонах.

Одне з основних обмежень розвитку вітроенергетики – це необхідність розташування установок у певних районах із високою інтенсивністю вітру.

Інше обмеження полягає в необхідності виведення з експлуатації земель, які могли б бути використані під інші види господарської та природоохоронної діяльності.

Незважаючи на всі дослідженні та ймовірні недоліки, переваги вітряних електростанцій для навколишнього середовища очевидні. Для наочності варто відзначити, що робота вітрогенератора потужністю 1 МВт дозволяє заощадити за 20 років близько 29000 тонн вугілля, що в свою чергу призведе до зменшенню викидів вуглецю в повітря, та запобіганню парникового ефекту зі змінами клімату на планеті.

Дослідивши негативний вплив на довкілля об'єктів вітрової енергетики я проаналізував можливі шляхи зменшення або уникнення руйнівного впливу ВЕС та хочу зазначити, що ключову роль в цьому питанні відіграє професійне багатопланове оцінювання впливу на довкілля, консультації з профільними фахівцями - біологами, геологами, гідрологами та медиками. На основі результатів аналізу ОВД потрібно розробити проект, який щонайменше шкодить довкіллю. При зведенні та експлуатації ВЕС необхідні детально дотримуватися всіх норм та рекомендацій фахівців екологів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Детальний план території земельних ділянок під будівництво та обслуговування вітрової електростанції в урочищі Обідний в с.Шевченкове, Шевченківської сільської ради Долинського району Івано-Франківської області. Львів – 2015 р.
2. Директива 2011/92/ЄС «Про оцінку наслідків певних державних та приватних проєктів для навколишнього природного середовища». URL:<http://enref.org/docs/dyrektyva-2011-92-es-prootsinku-vplyvu-okremyh-derzhavnyh-i-pryvatnyh-proektiv-na-navkolyshnje-seredovysche> ISSN 2415–3184 Екологічна безпека та збалансоване ресурсовикористання
3. Інформація про Шевченківську сільську раду. Долинська районна рада. URL:<http://region.dolyna.info/rajonna-rada/mistsevi-rady/informatsiya-pro-shevchenkivsku-silsku-radu>
4. Список видів тварин занесених до Червоної книги України, що населяють територію ДП "Вигодський лісгосп". Державне підприємство «Вигодськелісове господарство» <http://www.vygodalis.com/?m0prm=12&m1prm=9&m2prm=25>
5. ДСН 239-96 Державні санітарні норми і правила захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/z0488-96>
6. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 № 2059-VIII. База даних «Законодавство України». ВР України. URL: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>
7. Запорожець О.І. Розрахунок відстані від вітроенергетичних установок для зменшення ефекту мерехтіння тіней на здоров'я людини / О.І. Запорожець А. В. Литвинюк // Наукоємні технології, 2012, № 4 (16). С. 121-126
8. Захист територій, будинків і споруд від шуму. ДБН В.1.1-31:2013 2014. URL:http://www.acoustic.ua/img/pdfs/pdf_file_131.pdf

9. Кузьменко Е.Д., Штогрин Л.В., Чепурний І.В. Аналіз впливу геологічної будови гірських порід на характеристики зсувів. Геофізика. Львівський політехнічний. 2014.С 112-124.
10. Мій рідний край – Прикарпаття: Навч.посібник. Івано-Франківськ. 2000. 358 с.
11. Інформація про об'єкти альтернативної енергетики, яким встановлено "зелений" тариф. Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг
URL:http://www.nerc.gov.ua/data/filearch/elektro/energo_pidpnyemstva/stat_info_zelenyi
12. Кузьменко Е.Д., Штогрин Л.В., Чепурний І.В. Аналіз впливу геологічної будови гірських порід на характеристики зсувів. Геофізика. Львівський політехнічний. 2014.С 112-124.
13. Мій рідний край – Прикарпаття: Навч.посібник. Івано-Франківськ. 2000.358с.
15. Програма фінансування альтернативної енергетики в Україні. Екологічний звіт 2012.URL:http://www.uself.com.ua/fileadmin/documents/Strategic_Environmental_Review_UKR.pdf
- 16.Про Стратегію сталого розвитку “Україна – 2020” : Указ Президента України від 12.01.2015 р. URL : <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/5/2015>.
17. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20.02.2003р., № 555-IV.
18. Закон України «Про електроенергетику» щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії від 20.11.2012 р., № 5485-VI.
- 19 . Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України з питань оподаткування щодо стимулювання використання альтернативних джерел енергії та видів палива» від 16.03.2007 р., № 760-V.

20 . Закон України „Про електроенергетику” від 16.10.1997 р., № 575/97-ВР.

21. Про альтернативні види палива : Закон України. URL : <http://saee.gov.ua/documents/laws/Zakon-3.doc>.

22. Про продовження строку виконання Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010 – 2015 роки : Постанова Кабінету Міністрів України № 929 від 11.11.2015 р. URL : http://saee.gov.ua/sites/default/files/KMU_929.zip.

23. Офіційний сайт Державного агентства з енергоефективності та енергозбереження України. URL : <http://saee.gov.ua>.

24. Положення про Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України : Постанова Кабінету Міністрів України № 676 від 26.11.2014 р. URL : <http://saee.gov.ua>.

25. Про енергозбереження : Закон України № 74/94 від 01.07.1994 р. [Редакція від 23.07.2017 р.]. URL : <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр>

26. Про альтернативні види палива : Закон України. URL : <http://saee.gov.ua/documents/laws/Zakon-3.doc>.

27. Про продовження строку виконання Державної цільової економічної програми енергоефективності і розвитку сфери виробництва енергоносіїв з відновлюваних джерел енергії та альтернативних видів палива на 2010 – 2015 роки : Постанова Кабінету Міністрів України № 929 від 11.11.2015 р. URL : http://saee.gov.ua/sites/default/files/KMU_929.zip

28. Про електроенергетику : Закон України. URL : <http://saee.gov.ua/documents/laws/Zakon-1.doc>.

29. Положення про Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України : Постанова Кабінету Міністрів України № 676 від 26.11.2014 р. URL : <http://saee.gov.ua>.

30. Про державно-приватне партнерство : Закон України № 2404-VI від 01.07.2010 р. URL : <http://www.president.gov.ua/documents/12134.html>

31. Україна увійшла до клубу з відновлювальних джерел енергії // УНІАН.
URL : <https://ecology.unian.ua/alternativeenergy/2320651-ukrajina-uviyshla-do-klubu-zvidnovlyuvalnih-djerel-energiji.html>.

32. Розвиток вітроенергетики та гігієнічні проблеми щодо розміщення будівництва та експлуатації вітрових електростанцій в Україні. Кіреїва І.С. та ін. ДУ ІГМЕ. Гігієна населених місць. № 59. 2012. С 3-13

33. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. ДБН А.2.2-1-2003/ розроб. В. Г. Чуніхін [та ін.] ; Державний комітет України з будівництва та архітектури. - Вид. офіц. - К. : Держбуд України, 2004. - 23 с.

34 . Клавдиенко В.П., Тарасов А.П. Нетрадиционная энергетика в странах ЕС: экономическое стимулирование развития. – М.: Наука, 2006. – С. 42–46.

35. Постанова Кабінету Міністрів України Державна цільова науково-технічна програма „Створення хіміко-металургійної галузі виробництва чистого кремнію протягом 2009-2012 років” від 28.10.2009 р. № 1173.

36. Адаменко О.М. Альтернативні палива та інші нетрадиційні джерела енергії. Монографія.– Івано-Франківськ:ІМЕ, 2001. – 432с.

37. Нікіторович О.В. Аналіз стану та перспектив розвитку малої гідроенергетики України// Міжнародна науково-практична конференція “1-й Всеукраїнський з’їзд екологів”. – Вінниця: ВНТУ, 2006.

38. Ратушняк Г.С., В.В Джеджула. Енергозбереження в сільськогосподарській біоконверсії. Навч. посіб.– Вінниця. – ВНТУ,2006. – 83с.104

39. Вітряні електростанції та зміни клімату/ Василюк О.,Кривохижа М., Прекрасна Є., Норенко К., - К.: UNCG,2015. 32 с.

40. Нетрадиційні та поновлювальні джерела енергії: Навчальний посібник О.І.Соловей, Ю.Г. Лега, В.П. Розен, О.О. Ситник, А.В. Чернявський, Г.В. Курбака; За заг. ред. О.І. Солов’я. – Черкаси: ЧДТУ, 2007.

41. Журавель В.І. Екологічні проблеми в енергетиці України. *Економічний вісник НТУУ «КПІ»*, 2015, №9, С. 140-145
42. Біологія і екологія (рівень стандарту): підруч. Для 11 кл. закл. заг. серед. освіти / В.І. Соболев.- Кам'янець-Подільський: Абетка, 2019, с. 193-194.
43. Дідух Я.П. Оцінка стійкості та ризиків втрати екосистем / Я.П. Дідух // Наукові записки НаУКМА. Біологія та екологія. _ 2014. Т.158.- С. 54-61
44. Закон України «Про оцінку впливу на довкілля» від 23.05.2017 № 2059-VIII. База даних «Законодавство України» ВР України. URL <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2059-19>.
45. Запорожець О.І. Розрахунок відстані від вітроенергетичних установок для зменшення ефекту мерехтіння тіней на здоров'я людини / О.І. Запорожець, А.В. Литвинюк // Наукоємні технології, 2012, № 4(16). С.121-126
46. Кіреєва І.С. та ін. ДУ ІГМЕ. Гігієна населених місць. № 59. 2012. С.3-13
47. Ковальчук О.І. Вітрова енергетика як альтернативі вугільній. *Науковий вісник Національного державного університету*, 2017, № 3, С. 67-71
48. Лопушанська М.Р., Іванов Є.А., Вишва А.М., Циганок Л.В. Методика оцінки впливу на довкілля для об'єктів відновлюваної енергетики (на прикладі об'єктів вітрової енергетики у Львівській області). **Екологічні науки. 2024. № 1 (52). Т. 1. С. 126–133.**
49. Адаменко Я.О., Архипова Л.М., Москальчук Н.М. Методика екологічної оцінки використання відновлюваних джерел енергії. **Екологічна безпека. 2015. № 2 (20). С. 37–42.**
50. Adamenko Ya., Arkhypova L., Mandryk O., Moskalchuk N. Integral Environmental Impact Assessment of Projects Use Wind Energy. *Scientific Bulletin of North University Center of Baia Mare. Seria D. Mining, Mineral Processing, Non-ferrous Metallurgy, Geology and Environmental Engineering*. 2015. Vol. XXIX. № 2. P. 89–93.
51. Науково-методичні рекомендації щодо підготовки звіту ОВД при будівництві малої ГЕС (Методичний посібник) / за ред. С.О. Афанасьєва. Київ, 2019. 94 с.

52. Петраков Я.В., Гнедіна К.В. Методика інтегрального оцінювання впливу альтернативної енергетики на навколишнє середовище в умовах нестационарної економіки. *Проблеми економіки*. 2017. № 4. С.148–155.
53. *ДСТУ 8339:2015. Вітроенергетика. Вітроелектростанції. Оцінення впливу вітроелектростанцій на навколишнє середовище.*
54. *ДБН А.2.2-1:2021. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС).*
55. Про затвердження Загальних методичних рекомендацій щодо змісту та порядку складання звітів з оцінки впливу на довкілля : *Наказ Міндовкілля від 15.03.2021 р. № 193.*
56. *Геоecологія Львівської області: монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів: Простір-М, 2021. 606 с.*
57. *Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. д-ра геогр. наук, проф. М. М. Назарука. Львів: В-во Старого Лева, 2018. 592 с.*
58. Лопушанська М.Р., Іванов Є.А. Гідрологічні чинники та їхня роль у розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області. *Екологічні науки. 2023. № 4 (49). С. 105–113.*
59. Лопушанська М.Р., Іванов Є.А. Кліматичні чинники та їхня роль у розвитку сонячної енергетики у Львівській області. *Екологічні науки. 2022. № 6 (45). С. 54–59.*
60. Лопушанська М.Р., Іванов Є.А. Вітрова енергетика у Львівській області та проблеми перероблення непридатних вітрових установок. *Екологічні науки. 2022. № 2 (41). С. 156–163.*
61. Ivanov Ye., Lopushanska M., Teslovych M. Environmental restrictions of planning the construction of renewable energy facilities in the *Lviv region. International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2022» (October 3–5, 2022, Lviv, Ukraine).*
62. Фондові матеріали ТОВ «Еко-Оптіма». Львів, 2024.