

**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА
ФРАНКА**

Географічний факультет

Кафедра раціонального використання природних ресурсів і охорони природи

Пояснювальна записка

До магістерського проекту

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему:

**ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ РОЗВИТКУ.**

Виконав студент групи ГРФМ-21

Спеціальності 106 Географія

ОПП «Географія»

Чмир Остап Ярославович

Керівник: доц. Теліш П.С.

Рецензент: доц. Манько А.М.

Львів – 2023 року

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
Географічний факультет
Кафедра раціонального використання природних ресурсів і охорони природи

Допущено до захисту

Завідувач кафедри

Раціонального використання природних ресурсів і охорони природи

_____ доц. Рожко І. М

“_____” грудня __2023 р.

Чмир Остап Ярославович
ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ ТА
ПЕРСПЕКТИВИ ЇЇ РОЗВИТКУ.

Магістерська робота
Спеціальність – 106 Географія
Спеціалізація – Географія

Науковий керівник – кандидат географічних наук,
Доцент Теліш Павло Степанович

(підпис магістра)

(підпис керівника)

Львів – 2023

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

Факультет _____ географічний _____
Кафедра _____ раціонального використання природних ресурсів і охорони
природи _____
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____ магістр _____
Спеціальність _____ 106 Географія _____
(шифр і назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Завідувач кафедри _____ доц. Рожко І. М
“ _____ ” _____ 2023__ року

З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ (МАГІСТЕРСЬКУ) РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Чмиру Остапу Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Відновлювальна енергетика Львівської області та перспективи її розвитку»

Керівник роботи Теліш Павло Степанович, доцент, кандидат географічних наук,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено Вченою радою факультету від “26” червня 2023 року, протокол
№ 6

2. Строк подання студентом роботи 15.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Статистичні матеріали Львова та області, літературні джерела, Інтернет-ресурси, власні польові дослідження.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Теоретичні основи еколого-географічних досліджень відновлювальної енергетики. Методичні основи дослідження відновлювальної енергетики. Чинники розвитку відновлювальної енергетики Львівської області. Сучасний стан відновлювальної енергетики у Львівській області. Перспективи розвитку відновлювальної енергетики у Львівській області.

5. Перелік графічного матеріалу Картосхеми: Територія досліджуваного району, схеми, таблиці.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____ 1.09.2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної (магістерської) роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1 Теоретичні основи еколого-географічних досліджень відновлювальної енергетики	1.09.2023 – 20.09.2023	
2	Розділ 2 Методичні основи дослідження відновлювальної енергетики	21.09.2023– 30.09.2023	
3	Розділ 3 Чинники розвитку відновлювальної енергетики Львівської області	1.10.2023 – 31.10.2023	
4	Розділ 4 Сучасний стан відновлювальної енергетики у Львівській області	1.11.2023 – 15.11.2023	
5	Розділ 5 Перспективи розвитку відновлювальної енергетики у Львівській області	16.11.2023 – 30.11.2023	
6	Вступ, висновки, список використаних джерел	1.12.2023 – 15.12.2023	

Студент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Чмир О.Я.

Керівник роботи _____
(підпис)

Теліш П.С.
(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ	стор.
ВСТУП.....	6
Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.....	8
1.1. Поняття про еколого-географічний аналіз.....	8
1.2. Відновлювальна енергетика: головні поняття.....	16
Розділ 2. МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.....	22
Розділ 3. ЧИННИКИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	24
3.1. Природньо-географічні чинники.....	24
3.2. Суспільно географічні чинники.....	26
Розділ 4. СУЧАСНИЙ СТАН ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.	28
4.1. Біоенергетика.....	39
4.2. Вітрова енергетика.....	51
4.3. Сонячна енергетика.....	53
4.4. Мала гідроенергетика.....	67
Розділ 5. ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.	75
ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	79

ВСТУП

Актуальність. Сучасний світ стикається з різноманітними проблемами в енергетичному секторі, такими як вичерпання природних ресурсів, забруднення навколишнього середовища та залежність від нестабільних джерел енергії. Однією з ключових стратегій вирішення цих проблем є розвиток відновлювальної енергетики. Дослідження відновлювальної енергетики у Львівській області набуває особливого значення, враховуючи потенціал регіону у розвитку екологічно чистих джерел енергії.

Мета. Метою даного дослідження є аналіз та оцінка сучасного стану та перспектив розвитку відновлювальної енергетики в Львівській області.

Завдання. Для досягнення поставленої мети робота вирізняється наступними завданнями:

- провести еколого-географічний аналіз відновлювальної енергетики.
- вивчити основні поняття відновлювальної енергетики та їх еколого-географічні аспекти.
- розглянути методичні основи дослідження відновлювальної енергетики.
- визначити чинники розвитку відновлювальної енергетики Львівської області, зокрема природньо-географічні та суспільно-географічні чинники.
- провести аналіз сучасного стану відновлювальної енергетики у Львівській області за різними напрямками: сонячною, вітровою, біо- та гідроенергетикою.
- визначити перспективи та можливості розвитку відновлювальної енергетики в регіоні.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження є відновлювана енергетика в Львівській області.

Предмет. Предметом дослідження є теоретичні та практичні аспекти використання відновлювальних джерел енергії в даному регіоні.

Методи дослідження. Для вирішення поставлених завдань буде використано комплекс методів, зокрема еколого-географічний аналіз, методи оцінки економічної ефективності, соціологічні методи, методи статистичного аналізу тощо.

Розділ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЕКОЛОГО-ГЕОГРАФІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

1.1 Поняття про еколого-географічний аналіз

Суть аналізу та оцінки еколого-географічної території полягає в застосуванні картографічного моделювання. Еколого-географічний аналіз та оцінка території є комплексним дослідженням стану екосистем у системі "суспільство – природа" з метою їх оптимізації. Дослідження екосистем має географічний характер за методами та об'єктами, але екологічний за сутністю. Еколого-географічний аналіз базується на системному картографічному моделюванні, що передбачає створення, аналіз та трансформацію картографічних моделей реальності для отримання нових екологічних знань про геосистеми та їх компоненти.

Об'єкт картографічного дослідження геосистеми конкретизується через визначення їх територіальних розмірів та ієрархій, що визначаються згідно з метою карт. Також важливо встановлення складу та структури системи карт, їх масштабів, вмісту, взаємозв'язків і взаємин.

Поняття геосистеми як об'єкта еколого-картографічного дослідження впливає з моделювання цього об'єкта у системі карт, що означає систематичне створення карт та систематичне дослідження за допомогою карт. Створення карт включає науково-технічні методи виготовлення карт як моделей геосистеми. Використання карт передбачає взаємодію науково-технічних методів для аналізу карт з метою розуміння зображених на них геосистем або їх частин.

Основу картографічного моделювання при екологічних дослідженнях складає вчення про взаємозв'язок об'єктів і явищ дійсності та закономірностей їх розвитку. Процес моделювання включає етапи вивчення параметрів реально існуючої геосистеми та побудови на їх основі моделі, дослідження моделі та застосування отриманих результатів на оригінал - геосистему. Основні напрями моделювання геосистем включають відтворення їх структури, взаємозв'язків та динаміки розвитку.

Моделі вивчення взаємозв'язків геосистеми є більш простими для складання та мають переважно пізнавальне і практичне значення.

Моделювання динаміки розвитку геосистеми включає територіальний та галузевий аспекти. Для дослідження структури та зв'язків в інтегративній геосистемі, яка об'єднує просторово-часові утворення з елементів природи, населення та господарства, використовуються структурно-графічні моделі об'єкта. Структурна модель еколого-географічних досліджень, запропонована В. А. Барановським, характеризує теоретичні концепції досліджень і базується на загальнонаукових і екологічних дослідженнях системи "суспільство-природа". Ця модель включає створення інформаційної бази еколого-географічних досліджень, яка формується в процесі моніторингу довкілля, та послідовності карт, що характеризують структурно-організаційні та функціональні аспекти об'єкта, що є основою для картографічного Метод картографічного дослідження використовує карти для наукового опису, аналізу та вивчення явищ. Основна ідея цього методу полягає в включенні географічної карти як моделі в процес дослідження дійсності, де карта служить інтермедійним етапом, що замінює реальні явища, які важко або неможливо вивчати безпосередньо.

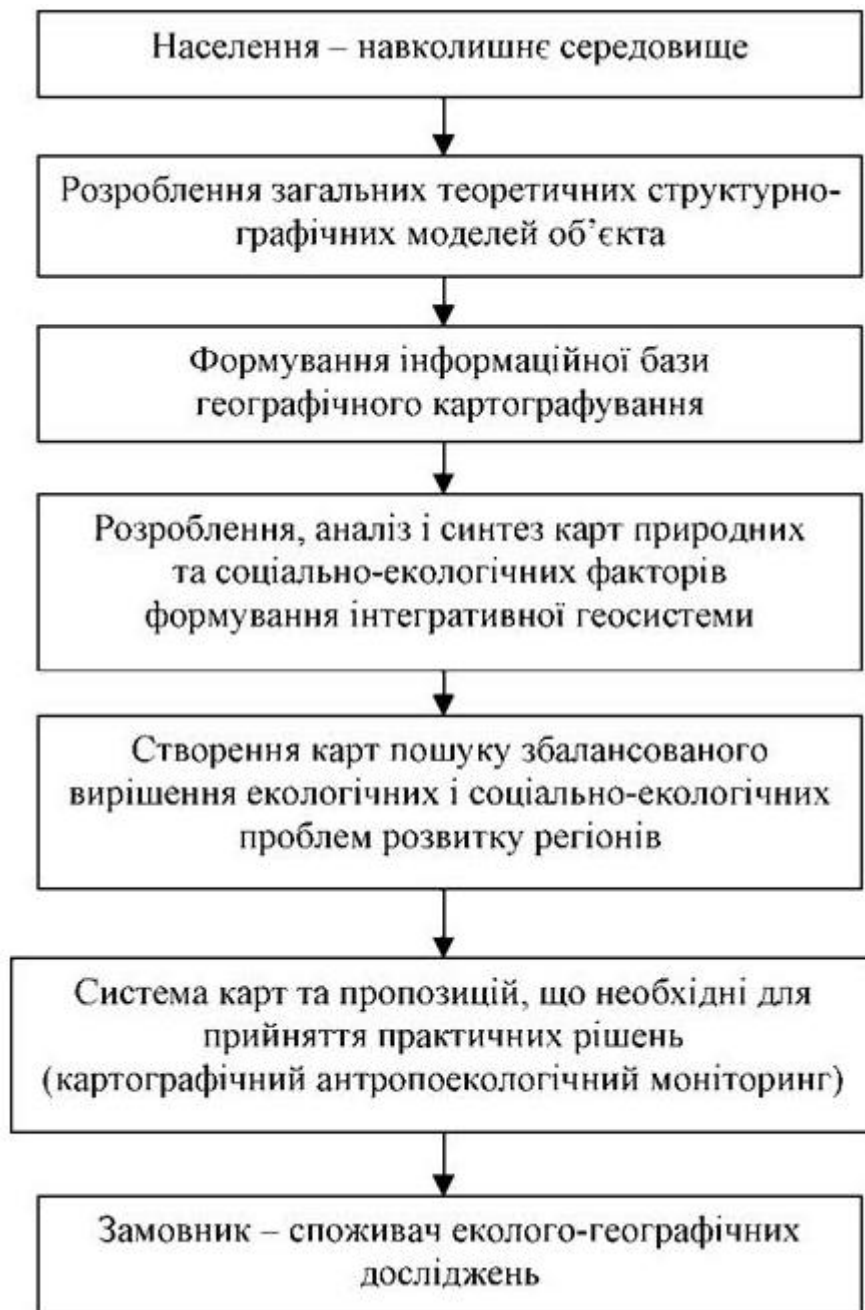


Рис. 1.1. Структурна модель еколого-географічних досліджень [16].

При використанні картографічного методу дослідження важливо не лише використовувати карту як сховище знань, що міститься в ній, але й активно використовувати можливості карт для розширення знань шляхом індуктивних і дедуктивних висновків.

Структурна модель картографічного методу вивчення дійсності вказує, що модель на карті не повністю збігається з пізнаною частиною дійсності. Під час дослідження феноменів і процесів, що відображені на карті,

дослідник отримує інформацію, яка служить основою для подальшого моделювання цих явищ у вигляді карти. Аналіз та узагальнення картографічних символів дозволяє отримати інформацію про досліджувану реальність, яка не завжди очевидна в початкових даних. Картографічний метод дослідження включає картографування - створення просторової образно-знакової моделі, а також вивчення цієї моделі для отримання нових знань про дійсність.

Різні підходи в картографічному методі дослідження включають візуальний аналіз, картометричні дослідження та інші методи, такі як графічний аналіз, математичне моделювання та використання теорії інформації.

Візуальний аналіз базується на особливостях карти як образно-знакової моделі, що надає візуальне відображення просторових форм, відносин та структури. Цей метод дозволяє аналізувати планетарні, регіональні та місцеві закономірності, надаючи можливість загального ознайомлення з досліджуваними явищами на ранніх стадіях дослідження.

Картометричні дослідження включають в себе вимірювання та обчислення кількісних характеристик явищ на картах з урахуванням точності отриманих результатів. Цей метод дозволяє отримувати різноманітні абсолютні та відносні показники, такі як градієнти, щільність, інтенсивність та інші, залежно від поставленої задачі дослідження.

Графічний аналіз включає в себе вивчення різноманітних конструкцій, які формуються за допомогою географічних карт. Ці конструкції включають в себе профілі, розрізи, перетини, блок-діаграми та рози напрямків. Зазвичай картометричний та графічний аналізи використовуються у поєднанні.

Математично-статистичний аналіз застосовується при вивченні явищ, які можна розглядати в їх картографічному зображенні як однорідні множини, змінюючись в просторі випадкових величин (таких, як висота, температура, опади, викиди шкідливих речовин, забруднення ґрунтів і т. д.).

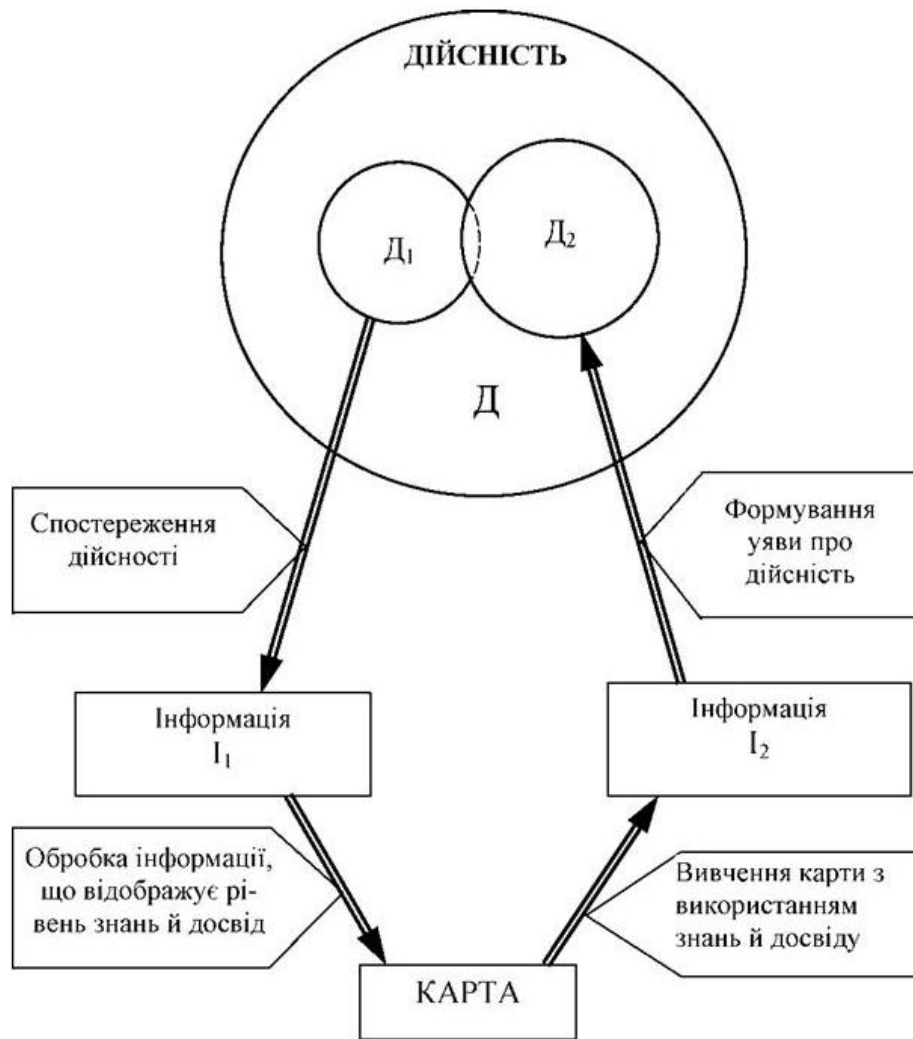


Рис. 1.2. Структурна модель картографічного методу пізнання дійсності [12].

Статистичні дослідження за допомогою карт передбачають:

- аналіз характеристик та закономірностей розміщення та змін однорідних явищ, які визначаються різними факторами з невідомою функціональною залежністю;
- вивчення просторових та часових залежностей явищ за допомогою обчислення кореляційних залежностей та показників взаємозв'язку;
- оцінка впливу окремих факторів на вивчене явище та виділення провідних факторів за допомогою дисперсійного та факторного аналізів або їх модифікацій.

Математичне моделювання ґрунтується на створенні просторових математичних моделей явищ або процесів з вихідними даними, отриманими з карти. Цей підхід можливий завдяки тому, що багато явищ та процесів, що відображаються на карті, пов'язані функціональною залежністю або розглядаються як функції простору та часу. Моделювання за допомогою рівнянь поверхонь, які можуть бути реальними або абстрактними, використовується для подальшого дослідження отриманої моделі з метою інтерпретації та пояснення явищ. При моделюванні складних явищ, на які впливають значні множини факторів, їх поверхні апроксимуються функціями, які розкладаються на більш прості.

Математична теорія інформації використовується для об'єктивного оцінювання просторової диференціації та взаємної відповідності явищ за допомогою карт. Інформаційна ємність карт виражається ентропією, що вказує на рівень неоднорідності картографічного зображення. Ентропія може визначатися для явищ, які представлені як числові дані, так і якісні характеристики.

При використанні картографічного методу дослідження існують різні підходи: прямий аналіз окремих карт, аналіз поєднання карт з різних тематик, порівняння карт різних років, вивчення картаналогів та аналіз, пов'язаний з перетворенням картографічного зображення на його компоненти.

Точність і достовірність в картографічному дослідженні залежать від технічної точності вимірювань, якість карт та властивостей картографічного зображення, а також географічних особливостей об'єктів вимірювання. Визначення доцільної точності дослідження на карті враховує мету досліджень, обрані карти, методику і технічні засоби обробки картографічного зображення.

Кarti використовуються для вивчення закономірностей розміщення явищ, взаємозв'язків і залежностей між ними, а також для аналізу динаміки. У практичній діяльності та наукових дослідженнях картографічний метод дозволяє прогнозувати розповсюдження явищ та їх стан в просторі і часі.

Прогнозні карти використовуються для аналізу закономірностей розміщення явищ на вивчених територіях з урахуванням часових факторів, а також для екстраполяції та інтерполяції виявлених закономірностей на недосліджені простори.

Аналіз еколого-географічний є невід'ємною частиною географії та екології, орієнтованою на вивчення взаємодії між природним середовищем та суспільством. Цей підхід дозволяє розглядати вплив природних умов та географічних факторів на розвиток екосистем та наслідки людської діяльності для природи. Нижче розглядаються ключові аспекти еколого-географічного аналізу:

Географічні аспекти: фізична географія: Вивчення природних факторів, таких як рельєф, клімат, ґрунти, та гідрологічні умови, що визначають особливості розміщення екосистем на Землі.

Географія населення: Аналіз просторового розподілу населення, його міграцій, розташування населених пунктів та впливу людської діяльності на природу.

Екологічні аспекти: Біорізноманіття: Вивчення різноманіття видів, екосистем та їх взаємодії, включаючи збереження та відновлення біорізноманіття.

Екологічні взаємодії: Аналіз взаємодії між різними компонентами природного середовища, такими як рослини, тварини, бактерії, та їх вплив на екосистему.

Забруднення та ресурси:

Антропогенне забруднення: Дослідження впливу людської діяльності на повітря, воду та ґрунти, включаючи аналіз викидів, водних стічних вод та токсичних речовин.

Використання природних ресурсів: Оцінка впливу вирубування лісів, видобутку мінеральних ресурсів та іншої діяльності на рівновагу природних екосистем.

Кліматичні та гідрологічні аспекти: аналіз змін клімату: Вивчення впливу глобальних кліматичних змін на різні регіони та екосистеми.

Гідрологічні умови: Дослідження розподілу води, водних ресурсів та їх вплив на природу та суспільство.

Ландшафтна географія: різноманіття ландшафтів: Аналіз різноманітності ландшафтів, їх структури та еволюції під впливом природних та антропогенних факторів.

Сталий розвиток: стале використання ресурсів: Розробка стратегій сталого розвитку, які враховують екологічні аспекти та задовольняють потреби сучасного покоління, не обтяжуючи можливості майбутніх поколінь.

Еколого-географічний аналіз сприяє розумінню взаємодії між природним середовищем та людьми, а також розробці стратегій сталого використання ресурсів та охорони навколишнього середовища для забезпечення екологічної стійкості та збереження природної різноманітності.

1.2. Відновлювальна енергетика: головні поняття.

Відновлювана енергетика – це галузь енергетики, яка спеціалізується на отриманні та використанні енергії з відновлюваних джерел. До таких джерел відносяться природні ресурси, такі як сонячна енергія, вітер, гідроенергія, та інші, які періодично чи постійно поступають в природі та обмежені стабільністю планети Земля.

На початку 21 століття близько 21% світового енергоспоживання було забезпечено відновлюваними джерелами енергії. Розвиток цієї галузі має величезне значення для майбутнього людства, оскільки запаси корисних копалин, що зараз використовуються для виробництва енергії, обмежені та будуть вичерпані у майбутньому. Тому сталий розвиток, що передбачає баланс між виробництвом та споживанням, стає важливою концепцією.

Вітроенергетика – це одна з основних технологій відновлюваної енергетики. Вітер, який утворюється внаслідок нерівномірного нагрівання поверхні Землі, використовується для приведення в рух вітрових турбін. Принцип дії вітроустановок полягає у обертанні вітроколеса під дією вітру, що передає крутний момент генератору, що перетворює його на

електроенергію. Сучасні вітрові турбіни мають номінальну потужність від 600 кВт до 5 МВт та застосовуються в комерційних цілях. Ці технології вибірково використовують місцевості з потужними та сталими вітрами, такі як прибережні смуги та вершини гір.

Гідроенергетика – це галузь господарсько-економічної діяльності, яка зосереджена на використанні енергії водного потоку для виробництва електричної енергії. Ця область включає в себе природні та штучні підсистеми, такі як гідроелектростанції, призначені для перетворення потенціальної енергії води в електричну енергію. Потенційна енергія водного потоку, що використовується як джерело енергії, формується за рахунок евапорації води під впливом Сонця, утворення атмосферних опадів та руху води вниз річковими руслами.

Гідроелектростанції зазвичай розташовуються на річках і включають у себе греблі та водосховища. Крім того, можливе використання кінетичної енергії водного потоку на вільнопотокових (дериваційних) гідроелектростанціях.

Завдяки великій густині води порівняно з повітрям, навіть повільний потік води чи слабка океанська течія можуть генерувати значну кількість енергії.

Станом на 2006 рік гідроенергетика забезпечує до 88% відновлюваної та до 20% загальної світової електроенергії, а встановлена гідроенергетична потужність становить 777 ГВт.

Останнім часом проводяться обширні дослідження можливостей використання потенціалу течій у морях та океанах, таких як неперіодичні, мусонні (пасатні) та припливно-відпливні. Особлива увага приділяється використанню енергії головних неперіодичних течій, таких як Гольфстрім та Куросіо, чий енергетичний потенціал, за різними оцінками, оцінюється від 5 до 300 млрд кВт.

Щодо сонячної енергії, існують два основні методи її перетворення: термодинамічний та фотоелектричний.

Термодинамічний метод полягає у використанні сонячної енергії для отримання електричної енергії у теплових установках, де сонячне випромінювання концентрується на приймачі через використання дзеркал або інших концентраторів.

Є три типи сонячних теплоелектростанцій: з баштовим приймачем, де концентроване сонячне випромінювання фокусується на приймачі; параболічний (лотковий), де концентратори в формі параболічних.

В даному контексті термін "сонячна енергія" вказує на енергію, яку можна отримати від сонячного випромінювання. Існують різноманітні методи використання енергії сонячного випромінювання, включаючи:

- виробництво електроенергії за допомогою сонячних елементів.
- виробництво електроенергії за допомогою концентраторів сонячного випромінювання.
- виробництво електроенергії за допомогою нагрівання стисненого повітря для приведення в рух турбін.
- виробництво електроенергії на геосинхронній орбіті з використанням штучних супутників – орбітальної енергетичної системи.

Сучасна сонячна енергетика широко застосовується для теплопостачання, включаючи гаряче водопостачання і опалення, а також для холодопостачання, кондиціювання повітря, висушування та інших технологічних процесів.

Системи сонячного теплопостачання поділяються на такі види:

"Активні" системи сонячного теплопостачання, які використовують "активні" установки на основі сонячних колекторів з циркуляцією теплоносія, такого як рідина (вода, розчини солей) чи газ (повітря).

"Пасивні" системи сонячного опалення, в яких конструкційні елементи будівель використовуються в якості теплоприймачів сонячної енергії.

Комбіновані системи сонячного теплопостачання, що використовують елементи як "пасивного", так і "активного" сонячного теплопостачання.

Приклади прямого використання теплової енергії від сонячного світла включають обігрівання будівель за допомогою системи пасивного обігріву, нагрівання їжі в сонячних печах, підігрів води чи повітря для господарських потреб у сонячних колекторах, а також нагрівання та охолодження повітря за допомогою сонячних каменів та кондиціонування повітря.

Геотермальна енергетика визначається як індустріальне видобування енергії, зокрема електроенергії, з гарячих джерел та термальних підземних вод. Основним джерелом цієї геотермальної енергії служить сталий потік тепла з розжарених глибин, направлений на поверхню Землі. Земна кора отримує тепло внаслідок тертя ядра, радіоактивного розпаду елементів та хімічних реакцій.

Існують п'ять основних типів зон розподілу геотермальної енергії:

Нормальне поверхнєве тепло Землі на глибині від декількох десятків до сотень метрів.

Гідротермальні системи, або резервуари гарячої або теплої води, які в більшості випадків є самовиливними.

Парогідротермальні системи – родовища пари і самовиливної пароводяної суміші. Петрогеотермальні зони або теплота сухих гірничих порід. Магма (нагріті до 1300 °С розплавлені гірничі породи).

Практичне значення геотермальної теплоти проявляється в запасах гарячої води і пари в підземних резервуарах на відносно невеликих глибинах і гейзерах, які виходять на поверхню.

Основним показником придатності геотермальних джерел є їх природна температура, яка класифікується на низькотермальні (40-70°C), середньотермальні (70-100°C), високотермальні (100—150°C), парогідротерми та флюїди з температурою вище 150°C.

У багатьох країнах (Угорщина, Ісландія, Італія, Мексика, Нова Зеландія, Росія, США, Японія) геотермальна енергія широко використовується для теплопостачання та вироблення електроенергії.

Наприклад, в Ісландії понад чверть вироблення електроенергії забезпечується геотермальною енергією.

Станом на 2008 рік, світова встановлена потужність геотермальних електростанцій складає приблизно 11 мільйонів кВт, з виробленням 55 мільярдів кВт•год електроенергії.

Біомаса представляє собою одне з найдавніших джерел енергії, хоча до нещодавнього часу її використання обмежувалося прямим спалюванням на відкритому вогні або у печах та топках з відносно низьким ККД. Термін "біомаса" включає в себе органічні речовини, які утворюються в рослинах під час фотосинтезу і можуть служити джерелом енергії. Сюди входять всі види рослинності, сільськогосподарські відходи, деревообробна та інші відходи промисловості, а також побутові відходи.

Біомаса відіграє важливу роль у енергетичних балансах промислово розвинених країн. Наприклад, в США її частка становить 4%, в Данії – 6%, в Канаді – 7%, в Австрії – 14%, а в Швеції – 16% від загального споживання первинних енергоресурсів. У 2004 році встановлена потужність електростанцій на біомасі склала 39 мільйонів кВт у світі.

Основними технологіями використання біомаси в біоенергетиці є фізичний метод (пряме спалювання), хімічні методи (піроліз, газифікація, виробництво спиртів і масел для моторного палива) та мікробіологічний метод (анаеробна ферментація з утворенням метану).

Використання хімічної енергії біомаси є значним ресурсом для відновлюваної енергетики. Біомасу можна безпосередньо перетворювати в паливо для транспорту, або вона може вирощуватися спеціально для виробництва енергії, у такому випадку це біомаса третього покоління. Також можуть використовуватися відходи біологічної маси, призначеної для інших цілей, і тоді це буде біомаса другого покоління.

Біопаливо, яке може бути використане в транспорті, виготовляється з олій, тваринних жирів та жирних відходів і, за даними на 2011 рік, складає 2,7% від споживання палива транспортом.

РОЗДІЛ 2: МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ.

Методичні засади дослідження відновлювальної енергетики ґрунтуються на ряді методологічних підходів, що дозволяють вивчати та оцінювати різноманітні аспекти цієї галузі. Ключові аспекти методичних засад дослідження відновлювальної енергетики включають:

Аналіз технічно-економічних параметрів:

- вивчення технічних характеристик відновлювальних енергетичних технологій.
- економічний аналіз вартості виробництва та інвестиційної привабливості проектів ВЕ.

Оцінка потенціалу розвитку:

- розрахунок потенціалу відновлювальних ресурсів у конкретній географічній області.
- прогнозування та аналіз тенденцій розвитку відновлювальних джерел енергії.

Екологічний аналіз:

- визначення впливу відновлювальних технологій на навколишнє середовище.
- порівняння екологічної ефективності ВЕ із традиційними енергетичними джерелами.

Соціальний аспект:

- аналіз соціальних вигод та втрат від впровадження відновлювальних проектів.
- визначення соціальних наслідків для місцевого населення та сприяння збалансованому розвитку.

Технологічний аналіз:

- дослідження новітніх технологічних рішень у сфері відновлювальної енергетики.

- аналіз конкурентоспроможності різних технологій та їх можливостей впровадження.
- оцінка конкурентоспроможності різних технологій та їх можливостей впровадження є однією з складових.

Стратегічне планування:

розробка стратегій впровадження та розвитку відновлювальної енергетики.

аналіз факторів, які можуть впливати на стратегічний розвиток цієї галузі.

Правовий та регуляторний аналіз:

- вивчення законодавства, яке регулює сферу відновлювальної енергетики.
- аналіз інструментів підтримки та стимулювання відновлювальних проектів.

Аналіз соціально-економічних вигод:

- визначення позитивного впливу відновлювальної енергетики на розвиток місцевих економік та створення робочих місць.
- аналіз впливу відновлювальної енергетики на енергетичну безпеку та зменшення викидів парникових газів.

Дослідження відновлювальної енергетики має бути комплексним та мультидисциплінарним, оскільки воно включає технічні, екологічні, економічні, соціальні та правові аспекти. Врахування всіх цих факторів дозволяє розробляти ефективні та реалістичні стратегії розвитку відновлювальної енергетики.

РОЗДІЛ 3: ЧИННИКИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.

3.1 Природньо-географічні чинники.

Клімат Львівщини визначається як помірно-континентальний і характеризується м'якою зимою, тривалою вологою весною, теплим дощовим літом та відносно сухою теплою осінню. У січні середня температура становить -5°C , а в липні вона коливається від $+18^{\circ}\text{C}$ у центральній частині області до $+12^{\circ}\text{C}$ в горах. Територія Львівської області належить до зони надмірного зволоження, а річна кількість опадів варіює від 600 мм на рівнині до 1000 мм в горах. Такі кліматичні умови разом з природними мінеральними та водними ресурсами створюють сприятливий фон для різних видів економічної діяльності, включаючи промислові та сільськогосподарські галузі, а також розвитку рекреаційно-оздоровчого туризму [36].

Сприяння розвитку сонячної та вітрової енергетики в Україні було зумовлено впровадженням "зеленого" тарифу в 2009 році. Промислові та приватні сонячні електростанції (СЕС), вітрові електростанції (ВЕС), малі гідроелектростанції (МГЕС) і біоелектростанції (БіоЕС) є основними об'єктами, що використовують відновлювані джерела енергії. Впровадження "зеленого" тарифу та нові виклики для територіальних громад у сфері житлово-комунального господарства сприяли інтенсивному розвитку відновлюваної енергетики в Львівській області. Станом на 2022 рік у Львівській області функціонує 2 231 об'єкт відновлюваної енергетики, загальна потужність яких становить 431,96 МВт. Це включає 72 промислові СЕС, три промислові ВЕС, три МГЕС і дві БіоЕС. Водночас більшість об'єктів відновлюваної енергетики у регіоні (2 151; 96,4%) належать сонячним електростанціям приватних домогосподарств (СЕСдг). Більш детальний огляд географії та поточного стану об'єктів відновлюваної енергетики у регіоні наведено в монографії та статтях. Пропонується коротко

розглянути основні віхи історії виникнення та розвитку відновлюваної енергетики в досліджуваному регіоні [28].

Мала гідроенергетика в регіоні розпочалася із функціонування першої малої гідроелектростанції у с. Сторонибаби Золочівського району ще у 1911 році. Протягом XX століття в регіоні працювало сім малих гідроелектростанцій, з яких п'ять наразі не функціонують. За даними на 2022 рік у регіоні експлуатують лише дві малі гідроелектростанції: Явірську на річці Стрий (с. Явора Самбірського району) і Новошицьку на річці Бистриця (с. Новошичі Дрогобицького району). Ще одна мала гідроелектростанція на річці Західний Буг (с. Ульвівок Червоноградського району) знаходиться на етапі реконструкції [11].

Щодо вітрової енергетики, розвиток цієї галузі в Львівській області розпочався у 1997 році з введенням в дію Східницької (Трускавецької) вітрової електростанції (ВЕС), яка була споруджена для вивчення ефективності функціонування вітрових електростанцій в Українських Карпатах. Ця пілотна вітрова електростанція з загальною встановленою потужністю 0,75 МВт розташована в ур. Бухів (939,5 м) біля смт Східниця. Електростанція включає сім американських вітроагрегатів типу USW 56-100, виготовлених в Україні за ліцензією. У 2015 році була запущена в експлуатацію перша черга ВЕС "Старий Самбір-1" загальною потужністю 6,6 МВт, яка буде постачати електроенергію за "зеленим" тарифом до 2030 року. Це перша вітрова електростанція в Західній Україні та гірському регіоні Українських Карпат. У 2017 році була збудована ВЕС "Старий Самбір-2" (с. Стрільбичі) потужністю 20,7 МВт. Загалом в Львівській області на даний момент працюють дві промислові та одна експериментальна вітрова електростанція, загальна потужність яких складає 34,65 МВт. Сонячна енергетика в Львівській області розпочала своє функціонування у грудні 2012 року із запуску першої промислової сонячної електростанції потужністю 3,116 МВт у селі Ралівка Самбірського району. Її спорудження здійснено ТЗОВ "Еко-Оптіма" у співпраці із чеськими інвесторами на

земельній ділянці, що займає понад 20 гектарів і не придатної для сільськогосподарського використання. У грудні 2016 року була отримана ліцензія та встановлено "зелений" тариф для дахової сонячної електростанції "Синтез-1" у Бориславі потужністю 1,14 МВт.

Щодо біоенергетики, в області діють три міні-ТЕЦ, які використовують біомасу для виробництва як електричної, так і теплової енергії. Міні-ТЕЦ у селі Полове Червоноградського району використовує відходи деревообробки від ТЗОВ "Мебель-Сервіс", розташованого в селі Гоголів, з електричною потужністю 2,4 МВт і тепловою потужністю 7,5 МВт. Ця станція забезпечує тепловою енергією процес сушіння деревини та виробничі приміщення, і, крім того, виробляє електроенергію, яка подається в громадську мережу. Додатково, в області функціонує одна біоенергетична установка, яка працює на базі свиногомплексу ТЗОВ "Еко-Міт" у селі Батятичі Львівського району, а також 15 малих підприємств у Дрогобицькому, Золочівському, Львівському та Червоноградському районах, які виробляють паливні брикети та гранули із деревини та інших природних сировин (соломи, стебел і лузги соняшника, кукурудзи тощо). Отримані брикети та гранули використовуються для опалення житлових приміщень в приватних господарствах [22].

Взагалі історія інтенсивного розвитку відновлюваної енергетики в Львівській області налічує лише 10-15 років. Зараз ми розглядаємо значні перспективи використання інших джерел альтернативної енергії в регіоні, зокрема водневої та малої атомної енергетики. Враховуючи важливість різноманітних природних факторів для розвитку об'єктів відновлювальної енергетики на Львівщині та ураховуючи екологічні обмеження під час їх планування, ми передбачаємо, що в наступному десятилітті відбудуться значущі зміни у розвитку відновлювальної енергетики. Ці зміни відкриють нові перспективи для цієї галузі в досліджуваному регіоні.

3.2 Суспільно-географічні чинники.

Природно-географічне положення Львівщини в різних природних зонах робить її привабливою з точки зору туристично-рекреаційного потенціалу. Свідченням цього є наявність близько 365 об'єктів природно-заповідного фонду з загальною площею 158,3 тис. гектарів, що становить 7,2% від загальної площі області. Регіональний ландшафтний парк "Надсянський", що входить до складу Міжнародного резервату біосфери "Східні Карпати", має високу природну цінність у світовому контексті та об'єднує природоохоронні території України, Польщі та Словаччини.

Львівщина розташована на заході України, прилягає до Волинської, Рівненської, Тернопільської, Івано-Франківської та Закарпатської областей, а також має державний кордон з Республікою Польща протяжністю 278,2 км, що означає наявність спільного кордону з Європейським Союзом.

У Львівській області численні водні ресурси, такі як річки, потоки та струмки, загальною протяжністю 16343 км. Річки області входять до басейнів Чорного та Балтійського морів. Лісові території займають більше 31% общої площі області, що відображає високий рівень використання земель для сільського господарства (58,2%). Щодо надр, Львівщина багата нафтою, газом, сланцевим газом, вугіллям, сіркою, торфом, калійною і кухонною сіллю, а також різними будівельними матеріалами. Окремим багатством є лікувальні мінеральні води, представлені такими відомими курортами, як Трускавець, Моршин, Шкло, Немирів, Східниця та Великий Любінь. Львівська область володіє значним потенціалом для розвитку відновлюваної енергетики. Технічно досяжний обсяг сонячної енергії оцінюється на рівні 1,12 млрд кВтгод/рік, вітрової енергії - 6 млрд кВтгод/рік, а гідроенергетичний потенціал складає 0,5 млрд. кВт*год/рік. Біоенергетика є одним із ключових напрямків розвитку сектору відновлюваних джерел енергії. В Львівській області є приблизно 5,7 тис. га вільних земельних ділянок, які можуть бути використані для вирощування енергетичних

культур. На території області діє 59 сонячних електростанцій загальною потужністю 331,5 МВт, 3 вітрові електростанції загальною потужністю 33,9 МВт, дві міні-гідроелектростанції загальною потужністю 570 кВт та теплоелектроцентральною на біопаливі, електрична потужність якої становить 2,4 МВт, а теплова потужність - 7,5 МВт

Розділ 4: СУЧАСНИЙ СТАН ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Характерною особливістю сучасного енергетичного сектору є пріоритетний розвиток екологічно чистих технологій, заснованих на нетрадиційних та відновлюваних джерелах енергії (НВДЕ). Використання НВДЕ сприяє вирішенню не лише завдань ефективного енергозабезпечення, але й великої кількості екологічних, економічних і соціальних проблем громад. Це є одним із пріоритетів світової політики низькокарбонового розвитку і засобом зменшення викидів діоксиду карбону (CO₂) в атмосферу з метою протидії парниковому ефекту.

Згідно з Національним планом дій з розвитку відновлюваної енергетики на період до 2020 року, затвердженим Кабінетом Міністрів України 01.10.2014 року № 902-р, передбачено збільшення частки відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в кінцевому споживанні енергії до 11% до 2020 року (порівняно з 20%, які планується досягти в ЄС).

Важливо відзначити, що в Новій енергетичній стратегії (НЕС) України до 2035 року під назвою "Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність" передбачено розширення використання всіх видів відновлюваної енергетики, яке стане одним із інструментів гарантування енергетичної безпеки держави. У найближчих та середньострокових планах (до 2025 року) НЕС передбачає зростання частки відновлюваної енергетики до 12% від ЗППЕ (загального первинного постачання енергії) та не менше 25% до 2035 року (включаючи всі гідрогенеруючі потужності). Отже, стрімкий прогрес у науково-технічному розвитку відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та інших альтернативних видів палива розкриває для України можливості вибору первинних енергетичних ресурсів та потенційного зменшення викидів парникових газів. Таким чином, використання НВДЕ стає шляхом до створення нової державної економіки, заснованої на пріоритетності інноваційного технологічного розвитку та формуванні нових можливостей та інструментів для підвищення конкурентоспроможності на

світових ринках. Враховуючи це, збір об'єктивної інформації про наявність НВДЕ в окремих регіонах України дозволить визначити переваги та ідентифікувати зони особливого інтересу для потенційних інвесторів у розвитку різних джерел енергії.

Щодо короткої характеристики та класифікації джерел енергії, вичерпність традиційних ресурсів призвела світову спільноту до зосередження на збільшенні використання нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії як екологічно безпечної альтернативи. Світова Енергетична Рада класифікує енергетичні ресурси Землі на 16 видів та поділяє їх за рівнем освоєння (традиційні та нетрадиційні) та природою енергоутворення (відновлювані та невідновлювані). Таким чином, до нетрадиційних енергоресурсів відносяться всі види ВДЕ, а також невідновлювані ресурси, які включають природний газ та інші. Зазначимо, що відновлювані ресурси є екологічно безпечною альтернативою, в той час як невідновлювані (вичерпні) ресурси включають вугілля, торф, нафту, природний газ та ядерне паливо.

Відновлювані (невичерпні) енергоресурси представляють собою природні, практично нескінченні та екологічно безпечні джерела енергії, які виникають внаслідок сонячної активності, гравітаційної сили та тепла Землі. Ці ресурси постійно поновлюються і можуть служити джерелом теплової та електричної енергії. До відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) відносяться променева енергія Сонця, енергія вітру, гідроенергія течій, хвиль, припливів, тепла енергія навколишнього середовища (Землі, повітря, морів та океанів), а також енергія мускульної сили людей і тварин. Всі види рослинної біомаси також включаються до ВДЕ, де під час фотосинтезу сонячний потік енергії перетворюється в енергію хімічних зв'язків органічних сполук. Геотермальна енергія також вважається ВДЕ, але слід зауважити, що її тепла енергія виникає внаслідок хімічних реакцій і розпаду радіоактивних елементів, природні резерви яких є обмеженими, що дозволяє класифікувати її як не відновлюване джерело енергії.

Класифікація джерел енергії

Невідновлювальні	1	Вугілля(включаючи лігніт)	Традиційні
	2	Сира нафта і газовий конденсат	
	3	Важкі нафти,пальні сланці,бітум	
	4	Природний газ	
	5	Ядерна енергія	
Відновлювальні	6	Торф	
	7	Дрова	
	8	Гідроенергія	
	9	Енергія мускульної сили тварин та людей	
	10	Біомаса(за винятком дров)	
Невідновлювальні	11	Сонячна енергія	Нетрадиційні
	12	Геотермальна енергія	
	13	Вітрова енергія	
	14	Енергія припливів	
	15	Енергія хвиль	
Невідновлювальні	1	Вугілля(включаючи лігніт)	Традиційні
	2	Сира нафта і газовий конденсат	
	3	Важкі нафти,пальні сланці,бітум	
	4	Природний газ	
	5	Ядерна енергія	
	6	Торф	
	7	Дрова	
	8	Гідроенергія	
	9	Енергія мускульної сили тварин та людей	

Відновлювальні	10	Біомаса(за винятком дров)	Нетрадиційні
	11	Сонячна енергія	
	12	Геотермальна енергія	
	13	Вітрова енергія	
	14	Енергія припливів	
	15	Енергія хвиль	
	16	Теплова енергія океану	

Загалом, всі потоки енергії відновлюваних джерел поділяються на дві основні групи: пряму енергію сонячного випромінювання та вторинні прояви сонячної енергії у вигляді енергії вітру, гідроенергії, теплової енергії навколишнього середовища, енергії біомаси та інших. Україні наразі відсутня єдина класифікація енергетичних ресурсів, і наукова дискусія в цьому питанні триває.

Важливо відзначити, що визначення термінів "нетрадиційні" та "відновлювальні" енергоресурси має різні тлумачення серед вчених, і законодавство України використовує термін "альтернативні джерела енергії" для опису відновлюваних джерел. Враховуючи той факт, що більшість енергоресурсів, розглядуваних як "нетрадиційні" (наприклад, енергія води, Сонця, вітру і т.д.), використовувалися протягом тривалого періоду, Ю.О. Копецька вважає некоректним називати їх таким чином. З прийняттям Закону України "Про альтернативні джерела енергії" термін "альтернативні джерела енергії" став законодавчо закріпленим, однак терміни "нетрадиційні джерела" та "відновлювальні джерела" не вказуються і не відміняються як самостійні. Згідно з цим законом, альтернативні джерела енергії охоплюють відновлювані джерела, такі як сонячна, вітрова, геотермальна, енергія хвиль і припливів, а також гідроенергія, енергія біомаси, газ з органічних відходів, газ каналізаційно-очисних станцій, біогази, а також вторинні енергетичні ресурси, такі як доменний і коксовий газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів.

Визначення поняття "нетрадиційних джерел енергії" подається в законах України "Про енергозбереження" та "Про альтернативні види палива", проте трактування цього поняття розходиться. Так, в Законі України "Про енергозбереження" подається наступне визначення: "Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії - це джерела, які постійно існують або періодично з'являються в навколишньому природному середовищі у вигляді потоків енергії від Сонця, вітру, тепла Землі, енергії морів, океанів, річок та біомаси". У Законі України "Про альтернативні види палива" міститься наступне визначення: "Нетрадиційні джерела та види енергетичної сировини - це сировина рослинного походження, відходи, тверді горючі речовини, інші природні і штучні джерела та види енергетичної сировини, включаючи нафтові, газові, газоконденсатні і нафтогазоконденсатні вичерпані, непромислового значення та техногенні родовища, важкі сорти нафти, природні бітуми, газонасичені води, газогідрати тощо, виробництво (видобуток) і переробка яких потребує застосування новітніх технологій і не використовуються для виробництва (видобутку) традиційних видів палива".

Також вважається, що більш доцільно використовувати термін "енергетичний ресурс" для опису нетрадиційних та поновлюваних джерел енергії, а не "джерело енергії". У зв'язку з полісемією терміна "біоенергетика", що визначає галузь, яка займається отриманням енергії з біомаси (біопалива), пропонується вдосконалена назва – "біотехноенергетика".

Щодо енергетичного потенціалу НВДЕ та загальної характеристики, для успішної реалізації державної Енергетичної Стратегії та Національного плану дій з розвитку відновлюваної енергетики необхідно, в першу чергу, об'єктивно оцінити територію України за її природно-енергетичним потенціалом. Вдруге, використати отриманий оціночний матеріал для вирішення конкретних завдань енергозабезпечення, а втретє, спрогнозувати енергетичні можливості України в контексті альтернативної енергетики. Для оцінки енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел, а

також встановлення можливих обсягів його практичного використання та заміщення традиційних паливно-енергетичних ресурсів, застосовують три його різновиди – загальний, технічний (технічно-досяжний) і доцільно-економічний.

Загальний потенціал – Це обсяг енергії, який визначається для кожного з розглянутих енергоресурсів. Технічний потенціал (технічно-досяжний) представляє собою частину енергії загального потенціалу, яку можна використати за допомогою сучасних технічних засобів. Доцільно-економічний потенціал визначає кількість енергії, яку є доцільно використовувати, враховуючи економічні, екологічні, техніко-технологічні, соціальні та політичні чинники. За результатами такої оцінки Львівська область має достатній природний потенціал відновлюваних джерел енергії для виробництва теплоенергії та електроенергії в промислових масштабах. Загальний технічно-досяжний енергетичний потенціал ВДЕ в області становить 4,27 млн т у.п./рік (табл.1.1), що складає 4,3% від загального показника в Україні, і є найвищим серед інших областей Карпатського регіону.

Ураховуючи високі показники технічно-досяжного потенціалу вітрової енергії, малих рік, та біомаси, в Львівській області відкривається реальна можливість заміщення органічного палива енергією з відновлюваних джерел на 49,4%. Окремі райони, такі як Бродівський, Бузький, Жидачівський, Золочівський, Радехівський та Сокальський, в перспективі можуть стати енергонезалежними завдяки використанню місцевих джерел відновлюваної енергії.

Для кращої інформативності ми проаналізуємо структуру енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) в Львівській області за окремими його складовими і порівняємо її з іншими областями Західного регіону України.

Таблиця 4.2

Технічно-досяжний енергетичний потенціал відновлюваних джерел енергії у перерахунку на умовне паливо (млн. т у.п.) та обсяги заміщення паливно-енергетичних ресурсів в західних областях України [35].

Області	Вид джерел енергії						Всього	Заміщення оргпалива за рахунок
	Сонця	вітру	Малих ГЕС	Геотермальних станцій	біомаси	довкілля		
Волинська	0,18	0,2	0,03	0,24	1,11	0,29	2,05	66,8
Закарпатська	0,14	0,3	1,11	0,85	0,71	0,16	3,27	253,5
Івано-Франківська	0,13	0,27	0,10	0,18	0,77	0,29	1,74	25,1
Львівська	0,22	1,27	0,44	0,79	1,03	0,52	4,27	49,4
Рівненська	0,17	0,2	0,07	0,74	0,93	0,17	2,28	99,6
Тернопільська	0,15	0,14	0,1	0,17	0,93	0,15	1,64	63,8
Чернівецька	0,09	0,3	0,22	0,07	0,72	0,33	1,73	125,4
Всього	1,08	2,68	2,07	3,04	6,2	1,91	16,98	48,2

Сонячна енергія: Потенціал сонячної енергії в Львівській області, за середнім показником сонячного випромінювання 1150 кВт·год·м⁻² за рік, створює сприятливі умови для розвитку геліоенергетики, зокрема фотовольтаїки. Економічно-доцільний потенціал сонячної енергії області складає 1,9·10⁵ МВт·год·рік⁻¹, що становить 3,6% від загального потенціалу сонячної енергії України. Цей показник менший в порівнянні з найвищим значенням в державі (3,4·10⁵ МВт·год·рік⁻¹ в Одеській області) в 1,8 рази, але є найбільшим серед областей Західного регіону. Загалом, використання потенціалу сонячної енергії в області дозволяє вирішувати питання гарячого водопостачання в теплу пору року та забезпечення електроенергією індивідуальних споживачів і невеликих домогосподарств.

Енергія малих рік: Львівська область посідає друге місце в Україні за технічно-досяжним потенціалом енергії малих рік, випереджаючи інші області, крім Закарпаття. Технічно-досяжний потенціал області складає 0,44 млн.т у.п./рік (див. таб. 4.3). Значна частка енергетичного потенціалу від малих річок Львівщини (1814 млн кВт·год·рік⁻¹ на 1 тис. км²) припадає на

гірську частину, де надходить близько 284 тис. кВт-год/рік на 1 км², тоді як на решті території області цей показник становить приблизно 10,2 тис. кВт-год/рік-1 на 1 км². Детальніша інформація подана в "Атласі економічно доцільного та технічно обґрунтованого гідроенергетичного потенціалу річок Карпатського регіону".

Таблиця 4.2.

Потенціал сонячної енергетики Західного регіону України [24].

№ з/п	Область	Потенціал сонячної енергії МВт-год/рік		Технічно- досяжний потенціал в млн. т. у./рік	Економічна оцінка потенціалу в млн грн./рік
		Загальний потенціал (x10)	Економічно- доцільний потенціал (x10)		
1	Волинська	21,8	1,6	0,18	983,6
2	Закарпатська	15,5	1,2	0,14	765,0
3	Івано- Франківська	16,4	1,2	0,13	710,3
4	Львівська	25,4	1,9	0,22	1 202,1
5	Рівненська	21,8	1,6	0,17	928,9
6	Тернопільська	16,3	1,2	0,15	819,6
7	Чернівецька	9,6	0,7	0,09	491,8
	Разом:	126,8	9,4	1,08	5901,3

Потенціал вітроенергетики Львівської області, оцінений у технічно-досяжних показниках, складає 1,27 тис. т у.п., що представляє 4,9% від загальнонаціонального показника (див. Таблицю 7.5). У гірських районах енергетичні ресурси вітру досягають максимуму в зимовий період при швидкостях вітру 7-8 м/с. Відповідно, тривалість оптимальної швидкості вітру понад 3 м/с у цей період найвища, досягаючи 800-1200 годин за зиму. Питома потужність вітроенергії взимку також вкрай висока і становить 471-597 Вт/м.

Малими гідроелектростанціями, а також міні- та мікро-ГЕС можна ефективно забезпечити енергією Львівську область, особливо гірські її райони. Це яскраво ілюструється на прикладі невеликих річок Сколівського

району (див. Таблицю 1.4), енергетичний потенціал яких є достатнім для вироблення понад 78 МВт-год електроенергії на рік.

Таблиця 4.3.

Потенціал малої гідроенергетики Західного регіону України [23].

№ з/п	Область	Потенціал малих рік млн.кВт-год/рік			Економічна оцінка потенціалу в млн грн/рік
		Загальний потенціал	Економічно-доцільний потенціал	Технічно-досяжний потенціал в млн т у. п./рік	
1	Волинська	115	35	0,03	163,9
2	Закарпатська	4532	1357	1,11	6 065,3
3	Івано-Франківська	399	120	0,10	546,4
4	Львівська	1814	544	0,44	2 404,2
5	Рівненська	304	91	0,07	382,5
6	Тернопільська	427	128	0,1	546,4
7	Чернівецька	884	265	0,22	1 202,1
	Разом:	8475	2540	2,07	11 310,9

Джерело: розраховано з використанням даних.

Влітку ресурси вітру менш доступні, з тривалістю робочої швидкості вітру, яка становить 550-600 годин, а на рівнинних територіях Західного регіону ще менше, вважається нерентабельним для будівництва вітроелектростанцій (ВЕС) в українських Карпатах. У Львівській області є області з середньорічними швидкостями вітру на висоті 80 м – 6,0-7,5 м/сек, що дозволяє встановлювати промислові ВЕС з сучасними вітроустановками. Компанія "ЕКО-ОПТИМА" працює над проектами будівництва ВЕС до 2026 року, плануючи досягти загальної потужності вітроустановок в 346 МВт.

Таблиця 4.3.

Енергетичний потенціал малих рік Сколівського району.

№ з/п	Проектна назва ГЕС, річка	Потужність	Орієнтоване виробництво
1	В. Синьовидне-1 на р. Стрий	2080	8360
2	В. Синьовидне-2 на р. Стрий	2080	8360
3	В. Синьовидне-3 на р. Стрий	1200	4750
4	Корчин на р. Стрий	1750	7410
5	Крушельниця-1 на р.Стрий	1400	7410

6	Крушельниця-2 на р. Стрий	1400	7410
7	Підгірці-1 на р. Стрий	1300	7410
8	Підгірці-2 на р. Стрий	1300	7410
9	Меджиброди на р. Стрий	2800	11020
10	Демна	1000	3800
11	Орява-1	500	1900
12	Славське-1	250	950
13	Славське-2	250	950
14	Славське-3	250	950
	Всього:	20550	78090

Щодо геотермальної енергії, потенціал Львівської області складає 0,79 млн. т у.п./рік, що становить 6,5% від загальнонаціонального показника. У Мостиському та Яворівському районах виявлено унікальне родовище геотермальних вод, що простягається до Перемишля.

Таблиця 1.5.

Вітроенергетичний потенціал гірських областей Західного регіону

Область	Природний потенціал вітру, кВт-год/м ² на рік	Технічно-досяжний потенціал вітру, кВт-год/м ² на рік	Площа області в км ²	Технічно-досяжний потенціал в млн. т у.п./рік	Економічний оцінка потенціалу вітру, в млн. грн/рік
Львівська	7230	1150	21833	1,27	6 939,5
Івано-Франківська	5810	1020	13900	0,27	1 475,3
Чернівецька	4320	830	8097	0,3	1 639,3
Закарпатська	4320	830	12777	0,3	1 639,3
Разом:				2,14	11 693,4

Розраховано з використанням даних:

Ці води з температурою від 95 до 130⁰С, розташовані на глибині 3 км, створюють умови для будівництва теплових електростанцій (ТЕЦ) потужністю 200 мВт. Також в області є свердловини, які колись видобували газ, нафту та нафтогаз, і які, хоч і не експлуатуються, можуть слугувати джерелом геотермальної енергії. Використання цих ресурсів потребує менших капіталовкладень, порівняно з бурінням нових свердловин для видобутку термальних вод, і може бути економічно вигідним, особливо при одночасному видобутку вуглеводнів.

Таблиця 1.6

Потенціал геотермальної енергетики Західного регіону України

Область	Технічно-досяжний тепловий потенціал в млн. т у.п./рік	Економічна оцінка (в млн. грн/рік)
Волинська	0,24	1 311,4
Закарпатська	0,85	4 644,6
Івано-Франківська	0,18	983,6
Львівська	0,79	4 316,7
Рівненська	0,74	4 043,5
Тернопільська	0,17	928,9
Чернівецька	0,07	382,5
Разом:	3,04	16 611,1

До потенційно важливих для промислового використання геотермальних ресурсів відносяться термальні води, зокрема підземні води, які нагріваються та виводяться з нафтових та газових свердловин разом із нафтою та газом, а також тепло, що випромінюється з глибин Землі. Використання геотермальних свердловин в Львівській області стає економічно доцільним, особливо враховуючи наявну промислову інфраструктуру. Існуючі геологорозвідувальні та видобувні підприємства, які не працюють на повну потужність через виснаження родовищ, можна переорієнтувати на використання геотермальних ресурсів.

Раціональним використанням геотермальної енергії є опалення, водопостачання та кондиціонування повітря в житлових і громадських будівлях як в містах, так і в сільській місцевості, а також в технологічних процесах в різних галузях промисловості і сільського господарства.

Щодо енергії біомаси, це одне з найпоширеніших джерел відновлюваної енергії. Біомаса визначається як "відновлювані органічні енергоносії" і включає органічні речовини, які можна використовувати для

виробництва тепла, електроенергії та рідкого органічного палива в рамках відновлюваної енергетики.

4.1. Біоенергетика.

Біомаса, відома як найстаріше джерело енергії, раніше використовувалася головним чином у формі прямого спалювання у відкритих вогнищах чи топках, із невеликим коефіцієнтом корисної дії. Проте в останні роки зросла увага до ефективного використання енергії біомаси, і з'явилися нові аргументи на її підтримку:

Використання рослинної біомаси, при умові її безперервного відновлення, не призводить до збільшення концентрації CO₂ в атмосфері.

В промислово розвинених країнах є надлишки невикористаної сільськогосподарської землі, яку можна використовувати під енергетичні плантації.

Використання енергії відходів (сільськогосподарських, промислових і побутових) допомагає вирішувати екологічні проблеми.

Інноваційні технології дозволяють ефективніше використовувати біомасу.

З іншого боку, термін "енергія біомаси" охоплює енергію органічних речовин рослинної та тваринної природи, яку можна використовувати для отримання тепла, електроенергії та рідкого органічного палива. Біомасу поділяють на дві основні групи: первинну (зазначеною наземним і водним рослинним світом) і вторинну (у тому числі відходи, утворені після обробки первинної біомаси в товарні продукти та зумовлені життєдіяльністю людей і тварин). Біомаса може бути карбонмісткою (рослинний матеріал, деревна тріска, тирса, зерно, папір, пакувальна тара) або цукромісткою (цукровий буряк, сорго). Основні групи відновлюваних органічних енергоносіїв включають в себе:

Матеріали, такі як деревина, її залишки, продукти санітарної рубки лісів, торф, опалий лист, тирса та інші.

Рослини, які спеціально вирощуються для енергетичних цілей, такі як тополя, верба, міскантус, морські водорості і інші.

Відходи виробництва рослинного та тваринного походження в сільському господарстві, такі як стебла рослин, лушпиння, підстилковий гній, курячий послід та інші.

Відходи від життєдіяльності людей, включаючи промислову діяльність, такі як тверді та рідкі побутові відходи, відходи харчової промисловості, сміття та інші. Деревина, яка використовується як енергетична сировина, включає в себе залишки деревини від лісового господарства та обробленої деревини, такі як обрізки гілок та крон, що швидко ростуть, та дерева з енергетичних лісів, таких як верба (ротація 3-5 років) та тополя (ротація 6-15 років). Деревина може бути використана у різних формах, таких як колоди або поліна, стружка, тріски, тирса та навіть у вигляді пилу. Тирса та пил деревини зазвичай використовуються у формі брикетів. Відходи, що утворюються під час лісозаготівлі та лісопереробки, можна розділити на дві категорії: відходи лісу, які утворюються безпосередньо в лісі і включають різні залишки деревини, такі як некондиційні стовбури, гілки, листя, глиця, кора; відходи, які утворюються під час промислової переробки лісоматеріалів, такі як обрізки, обапіл, тирса, стружка та інше.

Під час використання як енергоресурсів, перша група відходів представляє собою відносно прийнятний вид сировини. Кількість відходів, таких як поламані гілки, крони та коріння дерев, залежить від різноманітних факторів, таких як порода лісу, його географічне положення, характер місцевості, методи заготівлі тощо. Друга група відходів складається з промислових відходів первинної обробки лісоматеріалів (головно кора, обрізки дерев, обапіл, тирса, стружка), а також відходів, що утворюються при приготуванні пульпи для виробництва паперу (кора та відхідний лужний розчин).

При класифікації деревинних відходів за їх походженням, важливо оцінювати обсяги утворених лісових відходів, відходів від промислового

перероблення деревини та використовуваної деревини. У Львівській області, через значне виснаження лісових ресурсів, для енергетичних потреб слід зосереджуватися переважно на відходах лісу та паперовій промисловості. Річний обсяг деревної біомаси, доступний для використання в енергетичних цілях, залежить від інтенсивності роботи лісгоспів та лісової промисловості в регіоні. В цілому, область має достатній економічно доцільний потенціал відходів деревини лісової та деревообробної промисловості (140 тис. т.у.п. · рік⁻¹) для виробництва теплової енергії, що відкриває можливості для будівництва установок потужністю 5 МВт, які працюватимуть виключно на відходах деревини.

Щодо енергетичних культур, до поширених енергетичних культур відносять тополь, вербу, міскантус, вільху та акацію. З урахуванням майже удвічі більшого щорічного приросту біомаси порівняно з деревиною і теплотворною здатністю, що перевищує в півтора рази, ці рослини можна розглядати як значущий вид відновлюваного твердого палива. Питома теплота згорання сухої деревної маси понад 15 МДж·кг⁻¹ робить паливо з цих культур конкурентоспроможним порівняно з іншими видами твердого палива, такими як хвойні породи дерев (18,5 МДж·кг⁻¹). Зібрана біомаса може бути використана для виробництва теплової та електричної енергії, а також як сировина для виробництва твердого біопалива, такого як паливні гранули і брикети.

Особливу увагу в Львівській області заслуговує так звана "енергетична верба". Вид *Salix viminalis*, верба прутovidна, є найбільш придатним до природних і кліматичних умов Західного регіону України. Тривалість використання одного кореневища становить приблизно 30 років, а кількість циклів збору урожаю з однієї посадки – 7-8 разів. Урожайність цієї культури, в перерахунку на калориметричні показники, є найвищою серед інших енергетичних рослин і досягає 20 т сухої маси з 1 гектара. Важливо, що біопаливо, виготовлене з біомаси енергетичної верби, є придатним для спалювання безпосередньо в котлах. Прогнозується, що енергетичні рослини

у період 2015-2020 рр. за обсягами біомаси врівноважать із соломою зернових культур, а потім, із часом, займуть лідируюче положення, оскільки вони будуть вирощуватися в основному на землях, що не підходять для сільськогосподарського використання (долини річок, рекультивовані полігони ТПВ, шахтні терикони та інші). В Україні існує приблизно 4 мільйони гектарів невертільних земель, які можна використовувати для вирощування енергетичних культур. Зокрема, в Львівській області для цього пропонується використати 5745,02 гектарів земель різних форм власності (таблиця 1.7).

Таблиця 4.7.

Земельні ділянки Львівської області, які можуть бути використані для вирощування енергетичних культур (верба, тополя, міскантус та інші) (за даними Управління енергозбереження ЛОДА)

№ з/п	Місце розташування(район та/або населений пункт)	Площа Ділянки(га)	Статус землі
1	Городоцький	250,00	Землі запасу
2	Дрогобицький	422,72	Державна форма власності
3	Жовківський	8,00	Державна форма власності
4	Кам'янка-Бузький район	675,67	Державна і комунальна
5	Пустомитівський	560,60	Землі запасу
6	Самбірський	113,50	Землі запасу
7	Сокальський	3489,23	Пайовий фонд
8	Стрийський	95,70	Землі запасу
9	Турківський	129,60	Державна форма власності
	Всього	5745,02	

Відповідно до даних Управління енергозбереження Львівської обласної державної адміністрації, в області вже здійснюється культивування енергетичних культур, таких як верба і тополя, особливо в Сокальському, Городоцькому і Радехівському районах на площі 629 гектарів (таблиця 1.8).

Сільськогосподарські відходи біомаси поділяються на рослинні (відходи від сільськогосподарських культур) і тваринні (відходи від домашніх тварин і птахів). Рослинні сільськогосподарські відходи можна розділити на дві основні групи: 1) відходи від сільськогосподарського виробництва - рослинні залишки після збору врожаю сільськогосподарських культур (солома злакових культур, стебла соняшника і кукурудзи, бадилля овочевих культур тощо); 2) відходи від переробної промисловості (лушпиння, полова тощо). При оцінці біомаси, яка може бути використана як енергетичний ресурс, важливо не враховувати частку, призначену для інших сільськогосподарських потреб, таких як силос, підстилка, кормові продукти тощо. Енергетичний потенціал рослинної біомаси в області становить 850 тисяч мегават-годин на рік і змінюється річно в залежності від видів рослин та їхніх площ.

Максимальний приріст сухої речовини біомаси до 10 тонн на гектар або 1000 тонн на квадратний кілометр властивий кукурудзі серед сільськогосподарських культур. При середній продуктивності угідь регіону на рівні 500 тонн на квадратний кілометр загальний приріст біомаси в Львівській області становить майже 11 мільйонів тонн. Реально для виробництва палива можна використовувати до 4 мільйонів тонн біомаси, що є еквівалентом витрат 2 мільярдів метрів кубічних природного газу, який повністю задовольняє обласні потреби.

З використанням біомаси рослин можна виробляти теплову та електричну енергію, а також різні види палив, такі як біогаз, біоетанол, біодизель, паливні брикети і інші. Сучасні технології переробки рослинної біомаси вирішують проблему утилізації шкідливих побутових і промислових відходів, перетворюючи їх на високоякісні добрива та будівельні матеріали. Слід зазначити, що енергетичний потенціал біомаси є змінною величиною і значно залежить від обсягів виробництва сільськогосподарських культур, структури посівних площ, погодно-кліматичних умов і т.д.

Таблиця 4.8.

Земельні ділянки Львівської області з існуючими плантаціями енергетичних культур (верба, тополя)(1,526)

№ з/п	Місце розташування (район)	Місцева рада	Площа (га)	Кадастровий номер	Вид енергетичної культури, продуцент, контактна інформація
1	Городоцький	Бучалівська рада, с. Катериничі	100,0		Тополь (ВАТ “Львівський обласний виробничий рибний комбінат”)81642, Львівська обл., Миколаївський р-н, с Рудники, вул. Рибгоспна, 9 (032)2407608, факс:(032)2407519
2	Радехівський	Кустинська сільська рада	10,0		Верба (експериментальне вирощування ТЗОВ “Агро-Радехів”80242, Львівська обл., Радехівський р-н, с. Кустин, вул. Данилюка, 1а (097)8476194, (032)5521750
3	Сокальський	Корчівська сільська рада	12,9 16,7 7,3 3,4 12,9 7,1 39,7	1316519038 1316519037 1316519035 1316519036 1316519034 1316519039 Природні кормові угіддя	Тополь (ТЗОВ “Біопроєкт-К” 80060 Україна, Львівська, Корчів, вул Центральна 45, 067-350-36-96)
4	Сокальський	Великомостівська міська рада	80,9 46,55 15,9 275,65	1316507003 2 1316507003 3	Верба ТЗОВ “Саліксенерджі” Адреса головного офісу: 01001 м. Київ, вул. Велика Житомирська 8а

				1316507004 0 Природні кормові угіддя	044-278-31-44; 044-278-28-64.
Разом			629,0		

Тваринні сільськогосподарські відходи, такі як підстилковий гній та гнойові стоки великої рогатої худоби та свиней, курячий послід, можуть бути використані для виробництва біогазу. Супутні матеріали для підстилання, такі як солома, трава, торф, також піддаються біоконверсії. У Львівській області вже є приклади успішного використання біогазових установок (БГУ), які працюють на тваринних відходах. Наприклад, в селі Батятичі, Кам'янка-Бузького району, діє побутова БГУ (ТОВ "Західно-Українські газові технології"), яка була запущена в експлуатацію в лютому 2011 року з потужністю 1 МВт та здатна обробляти 40 м³ біометану.

Енергетичний потенціал біомаси від тваринництва оцінюється як високий і економічно доцільний для використання, але варто враховувати, що він тісно залежить від поголів'я тварин. У середньому, з тваринницької біомаси можна виробляти 665 мільйонів метрів кубічних біогазу на рік, що дозволяє замінити 532 тисяч тонн еквіваленту природного газу. Цей потенціал біомаси може повністю задовольнити локальні енергетичні потреби.

Промислові та міські відходи поділяються на дві основні групи: тверді відходи та осади міських і промислових стічних вод. Рациональне використання твердих відходів (побутові, відходи промисловості, будівельне сміття і т. д.) є однією з ключових екологічних проблем промислових підприємств і великих міст. Значна частина цих відходів є горючими матеріалами, з яких понад половина має біологічне походження, такі як папір, харчові та тваринні відходи. Співвідношення окремих компонентів залежить від багатьох факторів, включаючи сезон, а також особливості

конкретного місцезнаходження. Для визначення їхнього енергетичного потенціалу потрібно виконати кількісну оцінку відходів та проаналізувати їх склад.

За даними Департаменту екології і природних ресурсів Львівської облдержадміністрації (станом на 2016 рік), 56 суб'єктів підприємницької діяльності займалися використанням твердих відходів як вторинної сировини, з основним переробником макулатури – ВАТ "Кохавинська паперова фабрика".

Осади міських і промислових стічних вод є одним з видів вторинних енергетичних ресурсів, використання яких вирішує важливі екологічні, енергетичні і соціальні проблеми великих міст. Приблизно 40% комунальних відходів складаються з органічних речовин, а осади, утворені у відстійниках, мають високу енергетичну цінність, схожу до торфу та бурого вугілля після висихання. Їх використовують як додаток до традиційних твердих палив, і хоча об'єм осадів становить лише 0,6-1% від очищеної води, ефективніше їх використання полягає у виробництві метану через анаеробне зброджування, оскільки безпосереднє використання як палива виявляється неефективним через великі енергозатрати на сушіння. Враховуючи це, для покращення каналізаційних очисних споруд (КОС) та створення станції виробництва біогазу у місті Львові запропоновано інвестиційний проект, який передбачає оновлення інфраструктури для очищення стічних вод. Інвесторами цього проекту будуть Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР), Північна екологічна фінансова корпорація (НЕФКО) і Східноєвропейське партнерство у сфері енергоефективності та екології (E5P). Під час анаеробного зброджування у метантенках біогазової станції 3000 м³/добу суміші осаду і мулу утворюється 42,000 н.м³/добу біогазу, що дозволить виробляти до 39,400 МВт електроенергії щорічно і зменшити викиди парникових газів на близько 128,600 тонн еквіваленту CO₂.

Торф є окремим типом біомаси, вважається таким, що відновлюється в обсягах щорічного приросту біомаси болотної рослинності. Основні якісні

показники торфової сировини і торф'яного палива включають ступінь розкладання, вологість, зольність, теплоту згоряння і щільність об'ємної маси торфу. В Львівській області виявлено понад два мільярди тонн торфових запасів, що складає одну десяту від усіх запасів корисної копалини в Україні. На даний момент отримано спеціальні дозволи на дослідження та промислову розробку двох родовищ: "Скварява – Золочів" та "Львівське" (Гамаліївка – Малі Підліски). Резерви на другому родовищі оцінюються на 77 мільйонів кубічних метрів, що еквівалентно 1300 гектарам землі. В кінцевому підсумку, планується виробляти з цього родовища спеціальні брикети, які будуть використовуватися для обігрівання приміщень. Таким чином, загальний енергетичний потенціал біомаси Львівської області (2604,8 млн. м3) більше ніж вдвічі перевищує обсяги споживання природного газу (1169 млн. м3) у всіх її районах. Якщо встановити виробництво біодизелю, біоетанолу та біогазу з органічних відходів, область може повністю відмовитися від використання природного газу. Загалом, технічно-досяжний потенціал біомаси Львівської області складає 1,12 млн т.у.п./рік-1 (таблиця 1.9), що становить 3,3% від загальноукраїнського показника.

№ з/п	Область	Технічно-досяжний тепловий потенціал в млн. т у.п./рік	Економічна оцінка (в млн. грн/рік)
1.	Волинська	1,75	9614
2.	Закарпатська	0,87	4753,7
3.	Івано-Франківська	0,95	5792,1
4.	Львівська	1,12	8469,6
5.	Рівненська	1,05	6979,3
6.	Тернопільська	1,03	6922,5
7.	Чернівецька	0,85	5737,4
	Разом:	7,62	48268,6

Таблиця 1.9 Річний потенціал біоенергетики на основі біомаси Західного регіону України(1,529)

Екологічна енергія. Природні енергетичні резерви включають в себе тепло атмосферного повітря, води річок, морів, верхнього шару ґрунту та ґрунтових вод. Енергія, яку висвітлює Сонце, зберігається в шарі ґрунту в осадових та гірських породах на різних глибинах до ізотермічної (нейтральної) поверхні. Цей ґрунтовий шар, який знаходиться між глибиною прогріву та ізотермічною поверхнею, розглядається як природний сезонний акумулятор теплової енергії, причому енергія, використана взимку, відновлюється влітку. Це також стосується ґрунтових вод та осадових порід. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал енергії докiлля в Україні дорівнює 12,6 млн тон надміцного еквіваленту, а його використання дозволяє зекономити приблизно 15,6 млрд кубічних метрів природного газу. Згідно з прогнозом Світового енергетичного комітету до 2020 року, використання теплових насосів для опалення та гарячого водопостачання складатиме 75%. За даними Держенергоефективності, енергетичні потенціали верхнього шару ґрунту та повітря Львівської області є найбільшими серед західних областей і складають відповідно 189 тис. тон надміцного еквіваленту на рік та 175 тис. тон на рік (таблиця 1.10). Теплову енергію ґрунту та ґрунтових вод можна використовувати для обігріву та вентиляції приміщень.

Таблиця 4.10

Енергетичні потенціали верхнього шару ґрунту та повітря в Західному регіоні України.

№ з/п	Області	Технічно-досяжний тепловий потенціал, тис. т н.е./рік*	
		Верхнього шару грунту	повітря
1	Волинська	119	84
2	Закарпатська	56	56
3	Івано-Франківська	119	84
4	Львівська	189	175
5	Рівненська	63	56
6	Тернопільська	63	42
7	Чернівецька	119	112

**Потенціал розрахований у т н.е. (тонна нафтового еквіваленту). т н. е. – тонна умовного палива з теплотою згорання 10 тис. ккал/кг, умовне паливо – паливо з теплотою згорання 7 тис. ккал/кг.*

Незважаючи на великий природний потенціал, в більшості областей Західного регіону України розвиток відновлюваної енергетики відбувається повільними темпами, і відповідно частка використаного потенціалу відновлюваної енергетики залишається невеликою.

Як видно із таблиці 4.11, у Львівській області є значні резерви для подальшого використання природного потенціалу відновлюваних джерел енергії, оскільки показники використаної частки загального потенціалу на даний момент є низькими. Рекомендується активізувати впровадження відновлюваної енергетики в області як на промисловому рівні, так і для окремих споживачів.

З огляду на перспективність відновлюваної енергетики, Фонд Східна Європа та Посольство Фінляндії в Україні надали грант у розмірі 35 000 \$

асоціації "Агенція регіонального розвитку та європейської інтеграції" для впровадження проекту "Тепло Бескидів".

Таблиця 1.11
Використання потенціалу відновлюваної енергетики в Карпатському регіоні України станом на 2017 р.

Область	Енергія				
	Сонця	вітру	малих рік	геотермальна	біомаси
	%				
Закарпатська	5,6%	<0,1%	4,86%	1,68%	8,5%
Івано-Франківська	1,7%	<0,1%	2,72%	<0,1%	23,5%
Львівська	2,03%	1,08%	0,46%	<0,1%	5,7%
Чернівецька	0,42%	<0,1%	0%	0%	6,5%

У межах цього проекту експерти проведуть дослідження природних сировинних ресурсів, придатних для виробництва енергії, у п'яти гірських районах Львівщини: Дрогобицькому, Самбірському, Сколівському, Старосамбірському та Турківському. Після цього буде проведено аналіз можливостей використання цих ресурсів для опалення та освітлення об'єктів бюджетної сфери районів.

4.2 Вітрова енергетика

На сьогодні одним із основних пріоритетів у розвитку енергетики в більшості розвинених країн світу є використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). Країни, такі як США, Німеччина, Іспанія, Швеція, Данія, та Японія, планують досягти до 50% частки ВДЕ у своїх енергобалансах у першій половині XXI століття. Україна, яка є членом Європейського енергетичного співтовариства, також взяла на себе зобов'язання до 2025 року досягти частки відновлюваних джерел енергії на рівні 12% від загального

первинного постачання енергії та до 25% до 2035 року (включаючи всі гідроенергетичні та теплові ресурси) (Про схвалення..., 2017).

Відповідно, стимулювання розвитку відновлюваної енергетики є одним із пріоритетів державної політики України. Запорука енергетичної стійкості та захисту навколишнього середовища вбачається в активному впровадженні технологій ВДЕ.

Значний імпульс для розвитку сонячної та вітрової енергетики в Україні отримано завдяки запровадженню "зеленого тарифу" у 2009 році (Закон..., 2009). Станом на 2019 рік частка ВДЕ у виробництві електроенергії в загальному енергобалансі України становить приблизно 4%. Серед об'єктів, які використовують відновлювані джерела енергії, можна виділити промислові та приватні сонячні електростанції (СЕС), вітрові електростанції (ВЕС), малі гідроелектростанції (МГЕС) і біоелектростанції (БіоЕС).

На даний момент більшість (65%) встановлених потужностей СЕС і ВЕС зосереджена у п'яти південних областях країни: Херсонській (16%), Запорізькій (16%), Миколаївській (12%), Дніпропетровській (12%) та Одеській (9%) (Буславець, 2020). У Львівській області понад 6% встановлених потужностей належать до сектору відновлюваної енергетики, що робить область лідером серед західних регіонів України. За останні роки спостерігається позитивна динаміка у виробництві електроенергії з використанням відновлюваних джерел, зростаючи від 3,76 млн кВт•год. у 2013 році до 318,187 млн кВт•год. у 2019 році (Стратегія..., 2019).

Відповідно, в 2019 році частка відновлюваної енергетики в структурі загального виробництва електроенергії в області становила понад 4% (Головне, 2020). На 1 березня 2020 року в Львівській області функціонує 66 об'єктів відновлюваної та альтернативної енергетики, з загальною потужністю 309,46 МВт. Більшість з них надає електроенергію в єдиної енергетичній системі за "зеленим" тарифом. Серед них треба відзначити три вітрові електростанції на території Старосамбірського району, загальною потужністю 34,65 МВт (рис. 1.3.); 57 промислових.



Рис. 4.3. Вітрові електростанції “Старий Самбір 1” і “Старий Самбір 2”

4.3 Сонячна енергетика



Рис.4.4. Перша черга сонячної електростанції “Яворів-1”

В межах 15 адміністративних районів та міст Борислав і Червоноград встановлено сонячні електростанції загальною потужністю 274,24 МВт (рис.

1.4). На території Турківського і Дрогобицького районів розташовані дві малі гідроелектростанції з загальною потужністю 0,576 МВт, а також три міні-ТЕЦ, що працюють на біомасі і виробляють як електричну, так і теплову енергію (Радехівська ТЕС з електричною потужністю 2,4 МВт, інші ТЕС з тепловою потужністю 3,66 МВт). Одна біоенергетична установка діє на базі свинокомплексу ТзОВ "Еко-Міт" в с. Батятичі Кам'яно-Бузького району (рис. 1.4).

Крім того, в Львівській області на території 20-ти районів і дев'яти міст побудовано 887 сонячних електростанцій приватних домогосподарств з потужністю 18,57 МВт, що еквівалентно середній потужності промислової сонячної електростанції (Департамент..., 2020).

Станом на 1 січня 2020 року в структурі виробництва електроенергії на Львівщині об'єктами ВДЕ більше 70% припадає на сонячну енергетику (Департамент..., 2020).

У той же час, згідно зі Стратегією розвитку Львівської області на період 2021–2027 років, заплановано збільшити частку вітрової енергетики та розвивати біо-ТЕЦ та біогазові установки для виробництва електроенергії.

Сонячна енергетика.

Головною передумовою для розвитку сонячної енергетики у конкретному регіоні є наявність геліоенергетичних кліматичних ресурсів. У сучасних дослідженнях, пов'язаних із створенням мережі сонячних електростанцій та розрахунком їх потенційної потужності, використовується показник глобального горизонтального випромінювання (інсоляція) у кількості кіловат годин на квадратний метр (кВт год/м²).

Цей показник вказує на потужність електромагнітного випромінювання, отриманого від Сонця на одиницю площі протягом певного періоду часу (інтенсивність сонячної радіації). Львівщина, згідно із даними інформаційного ресурсу SolarGIS, розташована в зоні, де глобальне

горизонтальне випромінювання коливається в межах 1100–1150 кВт год/м² (SolarGIS, 2021). В порівнянні з іншими регіонами України, область входить у четверту зону інтенсивності сонячного випромінювання з найнижчими значеннями.

Тим не менше, Львівщина є однією з провідних областей за інтенсивністю будівництва сонячних електростанцій у західному регіоні України. Загалом в області переважають ареали з показниками інсоляції в межах 1120–1130 кВт год/м². Найвищі показники (понад 1140 кВт год/м²) характерні для південно-східних районів рівнинної частини Львівської області (Жидачівський, Миколаївський, Пустомитівський райони) (Лопушанська, 2019).

Умовні позначення до рис. 2.1

№ з/п	Найменування	Потужність, МВт	№ з/п	Найменування	Потужність, МВт
<i>1.Наземні сонячні електростанції</i>			<i>2.Дахові сонячні електростанції</i>		
1.1	Радехівська	8,455	2,1	Червоноград	0,628
1.2	Терновиця 2 і 4	5,940	2,2	Великий Дорошів	1,000
1.3	Терновиця Енерджі 2	5,797	2,3	Суховоля	1,037
1.4	Терновиця 1 і 3	5,797	2,4	Малехів	2,000
1.5	Терновиця Сонячна 2	5,797	2,5	Запитів	0,500
1.6	Терновиця Енерджі 1	5,940	2,6	Городок	0,181
1.7	Терновиця Сонячна 1	5,940	2,7	Львів, вул. Героїв УПА, 72	0,220
1.8	Терновиця Санлайт 1	13,023	2,8	Львів, вул. Щирецька, 36	0,619

1.9	Терновиця Санлайт 2	15,537	2,9	Скинлів	0,189
1.10	Терновиця Солар 1	12,831	2,10	Львів, вул.. Пластова, 10	0,980
1.11	Терновиця Солар 2	15,537	2,11	Львів, вул. Бузкова, 2	0,700
1.12	Терновиця Солар Плюс 1	36.753	2,12	Винники 1	0,248
1.13	Терновиця Солар Плюс 2	36,753	2,13	Винники 2	1,403
1.14	Озерна	9,900	2,14	Підберізці	0,218
1.15	Приозерна	9,940	2,15	Лисиничі	-
1.16	Вороців	3,201	2,16	Чишки	0,567
1.17	Старояричівська	2,745	2,17	Сокільники	0,066
1.18	Нагірне	1,795	2,18	Стільсько	-
1.19	Щирець-1	2,035	2,19	Самбір	0,748
1.20	Щирець-2	4,488	2,20	Бориславська Синтез-1	1,110
1.21	Семенівка	1,141	2,21	Розвадів	-
1.22	Глиняни-1	3,346	2,22	Грабовець	0,211
1.23	Глиняни-2	17,952	<i>3.Комунальні сонячні електростанції</i>		
1.24	Самбірська	3,116	3.1	Варяжська	-
1.25	Самбірська-2	4,982	<i>4.Вітрові електростанції</i>		
1.26	Південна	9,949	4.1	Старий Самбір-2	20,700
1.27	Північна	9,949	4.2	Старий Самбір-1	13,200
1.28	Роздільська	19,898	4.3	Східницька(Трускавецька)	0,800
1.29	Ходорів	4,212	<i>5.Малі гідроелектростанції</i>		
1.30	Бориславська	8,452	5.1	Новошицька	0,165

1.31	Бориславська 2	0,326	5.2	Явірська	0,450
1.32	Добрівляни	5,768	6.Об'єкти біоенергетики		
1.33	Добрівляни 2	10,122	6.1	Полове	2,400
1.34	Гніздичів	2,158	6.2	Рава-Руська теплостанція	2,160

Таблиця (16,516) Використання природних ресурсів та проблеми їхньої охорони.

У грудні 2012 року на Львівщині була введена в експлуатацію перша промислова сонячна електростанція на території приміського села Ралівка Самбірського району. Зведена компанією ТОВ "Еко-Оптіма" у співпраці з чеськими інвесторами, ця електростанція має потужність 3,116 МВт і розташована на земельній ділянці площею понад 20 гектарів, яка не підходить для сільськогосподарського використання. В грудні 2016 року Бориславській СЕС "Синтез-1" отримала ліцензію та була обладнана "зеленим" тарифом, маючи потужність 1,14 МВт.

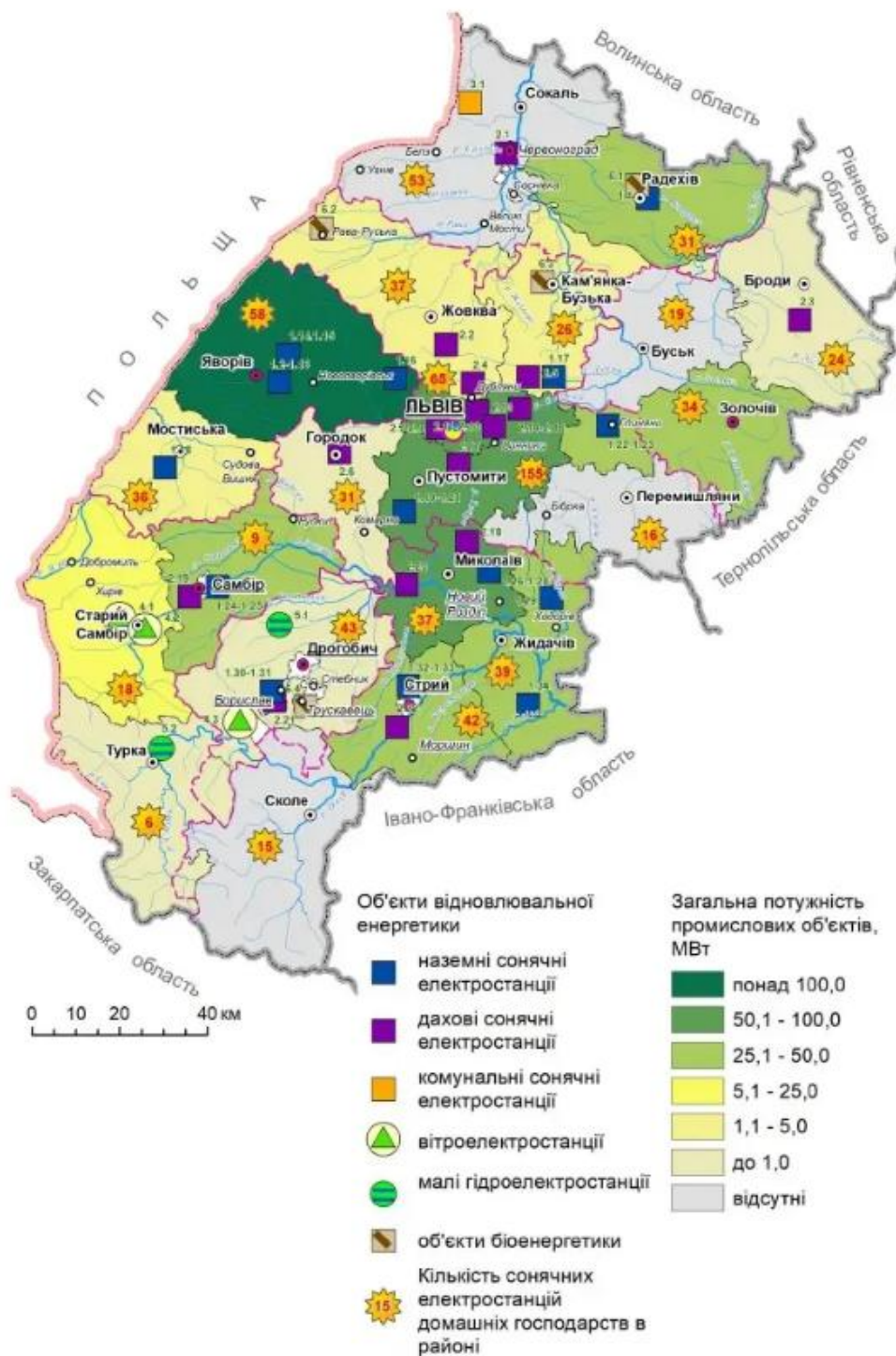


Рис. 4.5. Розташування об'єктів відновлюваної та альтернативної енергетики у Львівській області (складено за даними щомісячних звітів Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг)

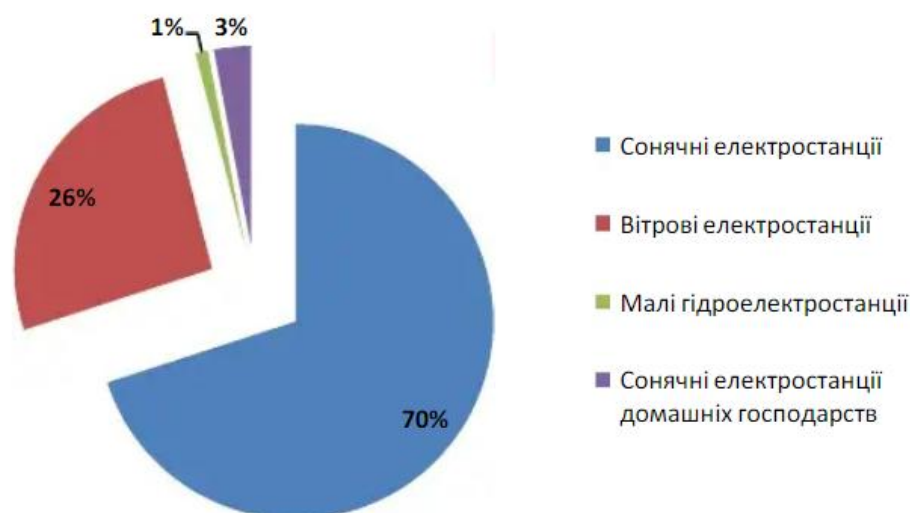


Рис. 4.6. Структура виробництва електроенергії об'єктами відновлюваної енергетики в Львівській області у 2019 році (складено на основі звітів Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг)

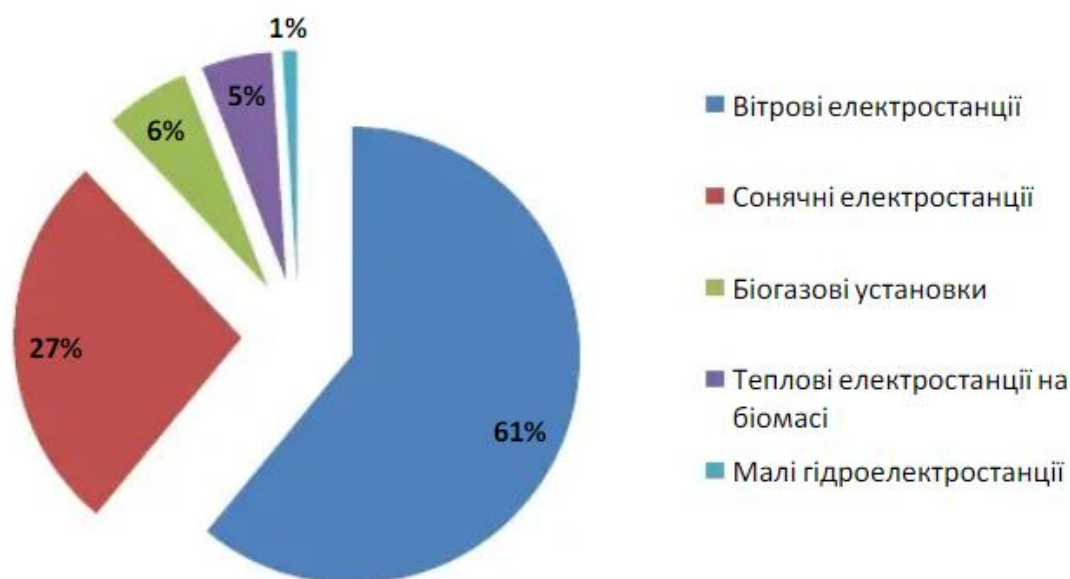


Рис. 4.7. Прогноз виробництва електричної енергії об'єктами відновлюваної енергетики в Львівській області на період 2019–2023 рр (Стратегія..., 2019)

Як вже було вказано, на території Львівщини налічується 56 промислових сонячних електростанцій, з яких 34 розташовані на землі, а 22 – на дахах. Розподіл виробництва електроенергії від цих електростанцій є нерівномірним. Найбільша встановлена потужність (140 МВт) генерується 15 сонячними електростанціями, що розташовані у Яворівському районі

неподалік від села Терновиця. Ці електростанції розміщені на теренах, які раніше використовувалися як промислові майданчики Яворівської ДГХП "Сірка". Схожими загальними потужностями відзначаються сонячні електростанції Миколаївського (39,8 МВт), Золочівського (21,6 МВт) і Стрийського (15,9 МВт) районів. Промислових сонячних електростанцій немає в гірських районах області, а також в Перемишлянському і Буському районах.

Більшість промислових сонячних електростанцій області розташовані в межах зони з достатнім рівнем інсоляції (від 1 130 до 1 139 кВт год/м²), за винятком Бориславської сонячної електростанції, що знаходиться в Передкарпатті на межі з гірською частиною Карпат, де рівень інсоляції є порівняно нижчим (від 1 110 до 1 119 кВт год/м²). Восьмох сонячних електростанцій побудовано в регіоні з найвищими рівнями інсоляції (Пустомитівський, Миколаївський і Жидачівський райони), проте їхня загальна встановлена потужність значно відстає від потужностей сонячних електростанцій, що розташовані у Яворівському районі.

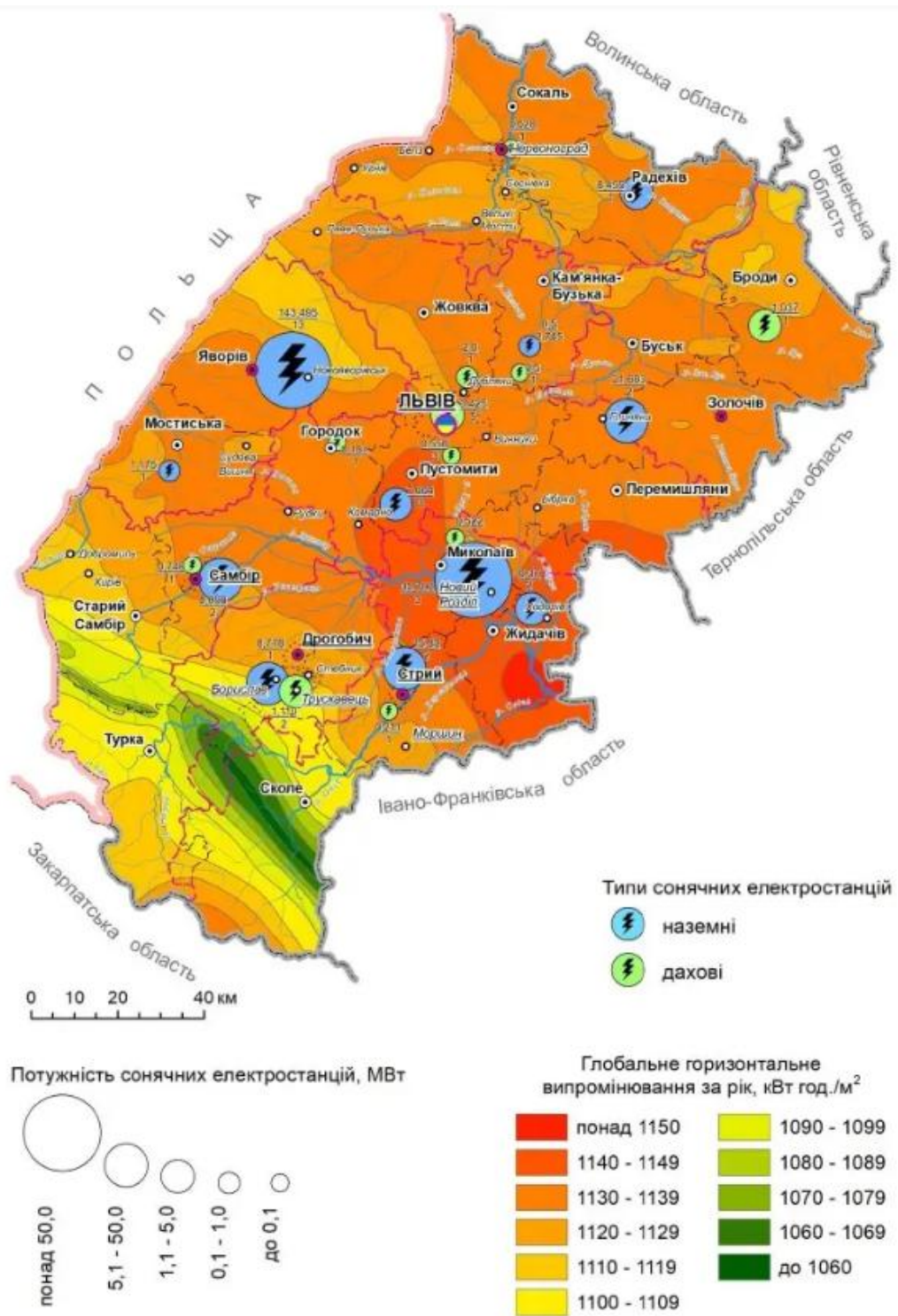


Рис. 4.7. Глобальне горизонтальне випромінювання на території Львівської області та загальна потужність встановлених промислових (наземних і дахових) сонячних електростанцій

У Львівській області спостерігається зростання кількості приватних сонячних електростанцій (СЕС) в останні роки. Перша приватна СЕС була введена в експлуатацію у 2014 році в селі Солонка, Пустомитівський район, з потужністю 4 і 10 кВт. Значно збільшилася кількість встановлених домашніх СЕС у серпні 2018 року. Найбільше з них розташовані в межах Пустомитівського району (155 приватних домогосподарств), а також у місті Львові (65) та Яворівському районі (58). Це пояснюється наявністю розвиненої енергетичної інфраструктури, до якої можна підключити новозбудовані наземні чи дахові домашні СЕС, а також вищим рівнем фінансового забезпечення населення обласного центру та цих районів. Щодо адміністративного поділу, найбільше приватних СЕС встановлено в Дрогобичі (21), Стрию (19) і Бориславі (18).

Загалом спостерігається позитивна тенденція до зростання приватних домашніх СЕС в кожному районі Львівської області. Це обумовлено збільшенням обізнаності населення та зацікавленістю у зеленій енергетиці. Велика кількість мешканців інвестує кошти у домашні СЕС завдяки наявності державної підтримки, такої як пільгове кредитування та можливість продажу електроенергії за "зеленим" тарифом за умови її надлишку, що забезпечує домогосподарства екологічно чистою електроенергією. На перспективу у період з 2020 по 2024 роки в Львівській області передбачено розширення мережі комунальних сонячних електростанцій (СЕС) у Сокальському районі, а також будівництво дев'яти наземних та 18 дахових промислових СЕС (згідно з планом на 2020 рік) (див. рис.4.6). Однак враховуючи обмежений геліопотенціал у регіоні та введення "зелених аукціонів" з 1 січня 2020 року для СЕС з потужністю понад 1 МВт, це може призвести до швидкого зниження інтересу інвесторів до інвестицій в відновлювальну енергетику в даному напрямку.

Щодо вітрової енергетики, ресурси визначаються згідно з середньорічною швидкістю вітру та середньорічною питомою потужністю вітрового потоку на різних висотах над поверхнею землі (10, 50 та 100 м).

Питома потужність вітрового потоку, вимірювана у Вт/м^2 , залежить від середньої швидкості вітру, його поривчастості, щільності повітря, локальних факторів місцевості та інших параметрів.

Важливими є показники питомої потужності та швидкості вітру на рівні 10–50 м для вивчення вітропотенціалу при встановленні домашніх вітрових установок. Сучасні промислові вітроенергетичні установки, зазвичай, використовують вітер на висоті понад 100 м від поверхні землі. За даними Global Wind Atlas (3.0), середні показники питомої потужності вітрового потоку для України на висоті 100 м становлять 293 Вт/м^2 , а середня швидкість вітру - $7,49 \text{ м/с}$. За оцінками експертів, використання вітроенергетичних установок для виробництва електроенергії в Україні в промислових розмірах найбільш ефективно на узбережжі Азовського та Чорного морів, в областях Одеській, Херсонській, Запорізькій, Донецькій, Луганській, Миколаївській, в Криму та в Карпатах. Щодо Львівської області, показники вітрового потенціалу на висоті 100 м виглядають наступним чином: питома потужність вітрового потоку складає 371 Вт/м^2 (від 193 до 549 Вт/м^2), середня швидкість вітру становить $6,6 \text{ м/с}$ (від $5,44$ до $7,75 \text{ м/с}$). Території Волинської височини, Скибових Карпат (з показником понад 424 Вт/м^2), Передкарпаття, Подільської височини (з показником понад 321 Вт/м^2) та Надсяння володіють найкращими ресурсами для будівництва вітрових електростанцій у Львівській області. З адміністративного погляду, це охоплює Сокальський, Старосамбірський, Сколівський, Турківський, Мостиський та Дрогобицький райони. Важливо зауважити, що, незважаючи на високий потенціал вітрової енергії в гірській частині регіону та на Подільській височині, обмеження проектування вітрових електростанцій на цих територіях виникають через щільне розміщення територій природно-заповідного фонду та ділянок Смарагдової мережі.

Розвиток галузі вітроенергетики у Львівській області розпочався у 1997 році з введенням в експлуатацію Східницької (Трускавецької) вітрової електростанції. Цей об'єкт був спроектований для вивчення ефективності

функціонування вітрових електростанцій в Карпатах. Східницька вітрова електростанція є пілотним проектом з встановленою потужністю 750 кВт і розташована в урочищі Бухів (939,5 м) поблизу селища Східниця. Електростанція включає сім американських вітрогенераторів типу USW 56-100, вироблених в Україні за ліцензією.

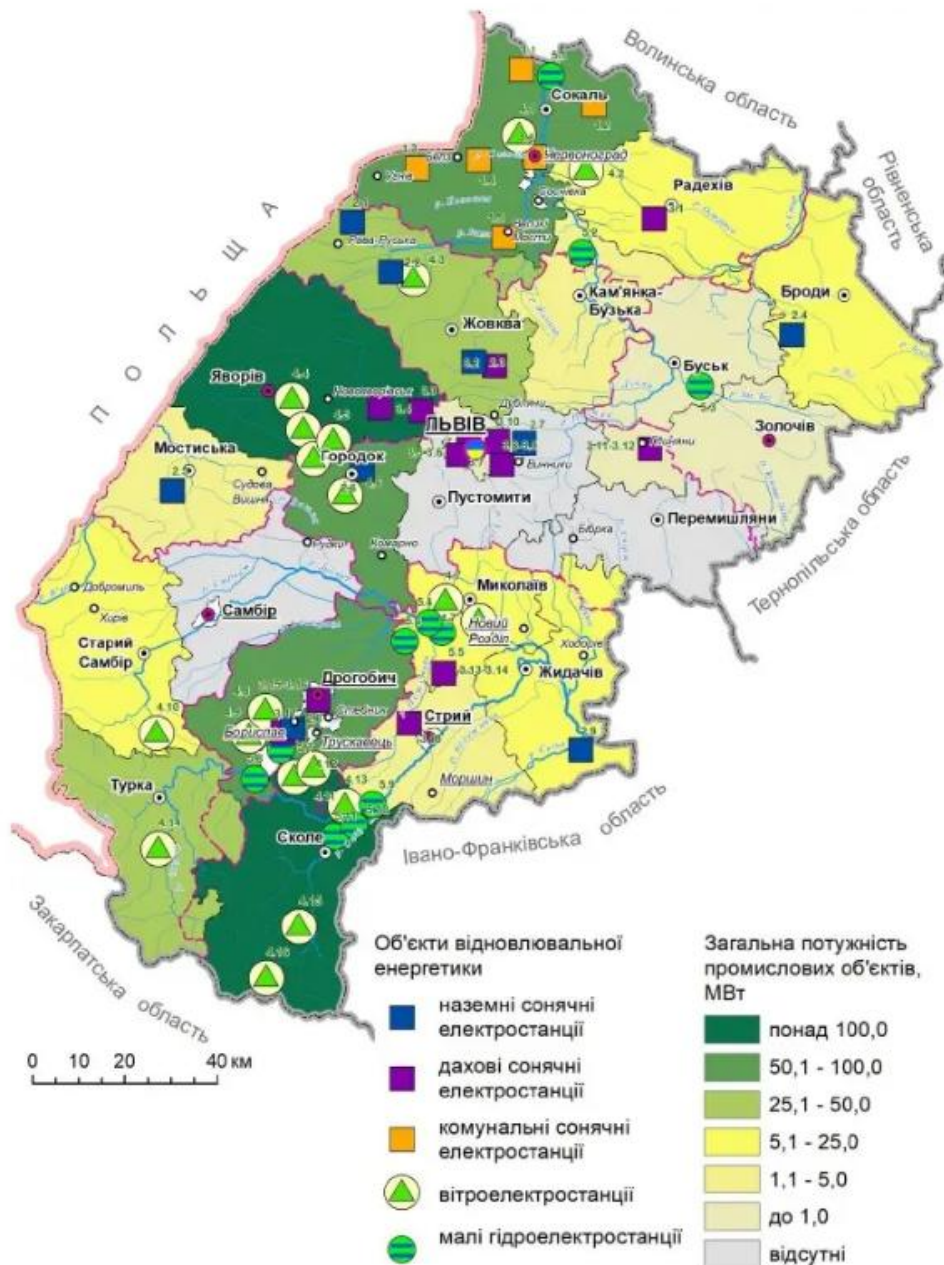


Рис. 4.7. Розташування проєктованих об'єктів відновлюваної енергетики в Львівській області на період 2020–2024 рр. (складено за даними ПрАТ “Львівобленерго”)

Умовні позначення до рис. 3.1

№ з/п	Найменування	Потужність, МВт	№ з/п	Найменування	Потужність, МВт
<i>1. Комунальні електростанції</i>		<i>сонячні</i>	3,16	Дрогобич-2	-
1.1	Хоробрів	-	3,17	Борислав	-
1.2	Тартатків	-	3,18	Ланівка	-
1.3	Корчів	-	<i>4. Вітрові електростанції</i>		
1.4	Булз	-	4,1	Сокальська	45,2
1.5	Великі мости	-	4,2	Поздимир	15,0
1.6	Червоноград	2,5	4,3	Боброїди	14,0
<i>2. Наземні сонячні електростанції</i>			4,4	Яворів Енерго 2	4,4
2.1	Рава-Руська	4,5	4,5	Яворів Енерго	150,0
2.2	Добросин	10,0	4,6	Черлянське Передмістя	1,5
2.3	Куликів	3,0	4,7	Яром-4	18
2.4	Заболотці	6,0	4,8	Яром-6	6,6
2.5	Нагірне- Буховичі	1,6	4,9	Опака	50
2.6	Городок	1,2	4,10	Ясениця Пауер	-
2.7	Винники	2,0	4,11	Сколівська(Орівська ВЕС)	53,2
2.8	Борислав	9,0	4,12	Сколівська (Сколівська ВЕС)	60,0
2.9	Володимирці	9,9	4,13	Яром	7
<i>3. Дахові сонячні електростанції</i>			4,14	Карпатська	4,14
3.1	Вузлове	2,0	4,15	Яром -1	10
3.2	Звертів	1,3	4,16	Сколівська	40
3.3	Жорниська	1,0	<i>5. Малі гідроелектростанції</i>		

3.4	Івано-Франкове	1,2	5,1	Ульвівок, Сокальське в-ще	0,98
3.5	Львів, вул.Данила Апостола	1,7	5,2	Добротвірська	-
3.6	Львів, вул. Щирецька	0,36	5,3	Сторонибаби	-
3.7	Львів, вул. Дозвільна	0,04	5,4	Липиці	0,2
3.8	Львів, вул. Зелена	0,08	5,5	Липиці Гірська	0,2
3.9	Львів, вул. Бузкова	0,7	5,6	Нижнє Синьовидне(Гірське)	
3.10	Львів, вул. Пекарська	0,05	5,7	Бориславська	0,36
3.11	Глиняни-1	0,4	5,8	Довге	2,0
3.12	Глиняни-2	0,4	5,9	Нижня Стинава	-
3.13	Київець-1	1,0	5,10	Нижнє Синьовидне	-
3.14	Київець-2	1,0	5,11	Верхнє Синьовидне	-
3.15	Дрогобич-1	0,74			

Таблиця (16) Використання природних ресурсів та проблеми їхньої охорони.

У 2015 році введено в експлуатацію першу чергу вітрової електростанції (ВЕС) "Старий Самбір-1" з двома турбінами і загальною потужністю 6,6 МВт, яка надаватиме електроенергію за "зеленим" тарифом до 2030 року. Ця станція стала першою в своєму роді в Західній Україні та гірському регіоні Українських Карпат. У 2017 році була завершена будівництво ВЕС "Старий Самбір-2" у селі Стрілбичі з потужністю 20,7 МВт. Таким чином, на даний момент у Львівській області працюють дві

промислові і одна експериментальна ВЕС з загальною потужністю 34,65 МВт.

В майбутньому, згідно зі стратегією розвитку Львівської області на 2021–2027 роки, планується спорудження ще 16 ВЕС у восьми районах області з загальною встановленою потужністю понад 505 МВт (див. рис. 3.1). Зазначимо, що ця потужність ВЕС дорівнює потужності Добротвірської теплової електростанції. Найбільші проєкції потужностей передбачають введення в експлуатацію ВЕС у Яворівському (2 ВЕС, 200,0 МВт) та Сколівському (4 ВЕС, 160,2 МВт) районах.

Загалом розвиток вітрової енергетики є перспективним для області. Проте, на сучасному етапі, вітрові установки вимагають значно більших інвестицій порівняно із сонячними панелями. У процесі їх проєктування важливо враховувати вплив на довкілля, орнітофауну та хіроптерофауну прилеглих територій. Важливим аспектом є також належна кількість спеціальних документів для введення ВЕС в експлуатацію.

4.4 Мала гідроенергетика

Мала гідроенергетика визначається як використання механічної енергії води малих річок, що рухається з поздовжнім ухилом під впливом власної маси, для можливості зведення малих гідроелектростанцій (МГЕС). Фахівці оцінюють гідроенергетичний потенціал Львівської області на рівні 1 814 млн кВт•год/рік, що робить його другим за обсягом в Україні після Закарпатської області (5 232,0 млн кВт•год/рік). Значна частка цього потенціалу припадає на гірську частину регіону.

В загальному у всій Україні об'єктами малої гідроенергетики є гідроелектростанції: головні – не більше 10 МВт, міні – від 0,1 до 1,0 МВт, мікро – не більше 0,1 МВт. Для створення напору в МГЕС використовуються основні схеми: гребельна, дериваційна і змішана.

Перша МГЕС на Львівщині була побудована у селі Сторонибаби Буського району ще у 1911 році. Протягом ХХ століття в регіоні функціонувало сім МГЕС, проте п'ять із них зараз вже не діють. На 2020 рік у

Львівській області діють лише дві МГЕС: Явірська на річці Стрий (село Явора Турківського району) і Новошицька на річці Бистриця (село Новошичі Дрогобицького району). У 2019 році Явірська МГЕС виробила 1 256,8 тис. кВт•год електроенергії, а Новошицька МГЕС – 570,8 тис. кВт•год.

Згідно з Програмою розвитку малої гідроенергетики України до 2020 року в Львівській області були визначені місця для будівництва 34 мікро- та міні-гідроелектростанцій (МГЕС) загальною потужністю 24 МВт (Мала..., 2018). Незважаючи на ці плани, жоден з цих заходів не був реалізований. На початок 2020 року в області було розроблено проекти для будівництва 11 МГЕС. Більшість з них планується розташувати в долинах річок, зокрема на річках Дністер (дві МГЕС у Миколаївському районі), Стрий (три МГЕС у Дрогобицькому і Сколівському районах), Опір (одна МГЕС у Сколівському районі), Західний Буг (одна МГЕС у Бузькому районі) та Стинавка (одна МГЕС у Стрийському районі). Крім того, планується будівництво гідроелектростанцій на основі водосховищ у містах Борислав і Добротвір, селі Ульвівок Сокальського району.

Важливо відзначити, що сучасні науково-технічні та природоохоронні дослідження в областях, де діють гідроелектростанції, свідчать про низьку ефективність їхньої експлуатації та необґрунтованість використання "зеленого тарифу". Суттєве зменшення витрат води у річках, які розташовані нижче за течією від місця функціонування МГЕС, представляє собою одну з основних екологічних проблем. Ці різкі зміни витрат води пов'язані із наповненням водосховищ для генерації електроенергії, що призводить до зменшення водних потоків у річках нижче за течією.

Наприклад, ми провели аналіз впливу Явірської мікрогідроелектростанції (МГЕС) на зміни витрат води у річці Стрий. Ми порівняли динаміку щоденних витрат води у періоди низького рівня води (2003 рік) та періоди високого рівня води (2008 рік) у двох гідроелектростанціях: гідропості у с. Завадівка (вище за течією від діючої МГЕС) та гідропості у с. Ясениця (нижче за течією від МГЕС). Слід зауважити, що відстань між

гідростанціями складає 24 км, і на цьому відрізку річки Стрий має 14 водотоків першого порядку, 13 водотоків другого порядку та вісім водотоків третього та вищого порядків, серед яких такі повноводні річки, як Яблунька та Ясениця. Отже, цей річковий відрізок характеризується щільною гідромережею допливів та високим рівнем водозабезпечення, а отже, очікується, що витрати води у нижній гідропості будуть значно вищими, ніж у верхній.

Отримані результати аналізу показали, що в осінньо-зимовий період з низьким рівнем води в 2003 році у гідропості (с. Ясениця), що розташований нижче за течією від Явірської МГЕС, у окремі дні жовтня, листопада та грудня витрати води були меншими, ніж у гідропості, що розташований перед МГЕС (рис. 3.1). Аналогічний аналіз, проведений у літній період 2008 року, показує, що показники витрат води є досить близькими, а в окремі дні серпня і листопада в нижній гідропості (с. Ясениця) вони є меншими, ніж у верхній гідропості (с. Завадівка).

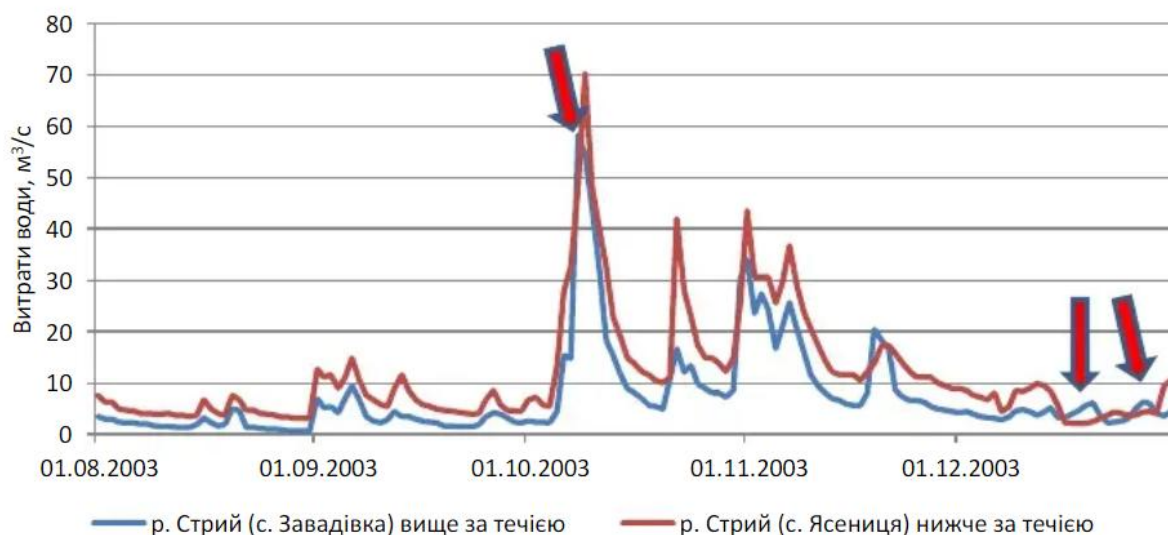


Рис. 4.8. Динаміка щоденних витрат води для гідропостів, що розташовані вище та нижче за течією від Явірської МГЕС у маловодний 2003 рік

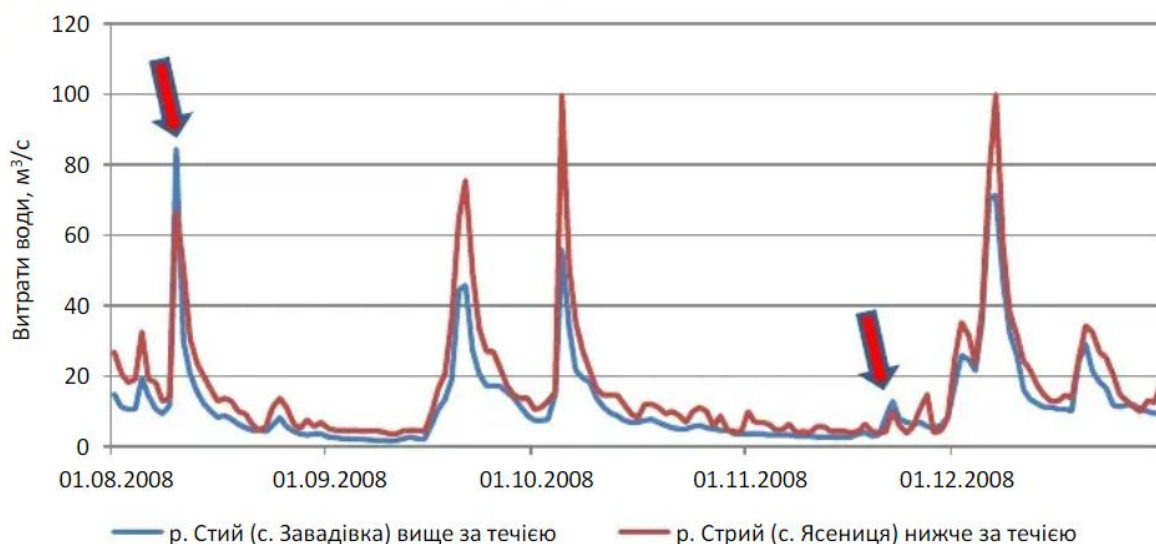


Рис. 4.9. Динаміка щоденних витрат води для гідропостів, що розташовані вище та нижче за течією від Явірської МГЕС у багатоводний 2008 рік

Коливання витрат води становлять загрозу як для екосистеми річки, так і для екосистеми водосховища мікрогідроелектростанції (МГЕС), особливо в контексті гідробіологічних, термічних та кисневих режимів, про що науковці Інституту екології Карпат повідомляли у своїх дослідженнях (Микітчак, Штупун, 2017). Крім того, зниження витрат води в гірській річці представляє соціальний ризик, оскільки басейн річки Стрий є джерелом водопостачання для побутових, промислових та рекреаційних потреб населення.

Серед існуючих проектів з будівництва мікрогідроелектростанцій (МГЕС) на річці Стрий особливе занепокоєння викликає проект у селі Довге Дрогобицького району, де планується будівництво МГЕС потужністю 2 МВт. Проведений наш науковий аналіз звіту з оцінки впливу на довкілля стосовно цього об'єкта та відповідних руслорегулюючих робіт на річці Стрий виявив численні неточності та недостовірну інформацію. Тому ми вважаємо, що з урахуванням низької ефективності цієї МГЕС та значних екологічних ризиків для водного середовища та руслово-заплавного комплексу річки Стрий будівництво цього об'єкта є необґрунтованим (Пилипович, Іванов, 2019).



Рис. 4.10. Явірська мала гідроелектростанція потужністю 0,45 МВт.



Рис.4.11. Енергетична тріска як джерело енергії на Рава-Руській тепловій електростанції

Малі гідроелектростанції можуть виявитися недоцільними з еколого-економічного погляду та мати значний негативний вплив на довкілля. Навіть при широкому використанні "зеленої" енергетики, порівняння обсягів виробленої електроенергії з обсягами екологічних втрат вказує на не вигідність будівництва гідроелектростанцій. Малі гідроелектростанції мають невеликі обсяги виробництва електроенергії, і їх розташування на особливо цінних природних територіях призводить до значних екологічних втрат.

У зв'язку зі змінами клімату, які відзначаються в Україні, штучне зменшення витрат води через роботу малих гідроелектростанцій визнається як небезпечне і необгрунтоване.

Щодо енергії біомаси, Львівська область має значний потенціал у використанні цього альтернативного джерела енергії. Під терміном "біомаса" в енергетиці розуміють органічні матеріали, такі як відходи лісового та сільського господарства, рибальства, а також інші відходи та залишки, які

можуть бути використані для виробництва тепла, електроенергії та рідкого органічного палива.

За експертними оцінками, загальний енергетичний потенціал біомаси в Львівській області становить 2 604,8 млн м³, що більше ніж удвічі перевищує обсяги використання природного газу (1 169 млн м³). Якщо запустити виробництво біодизелю, біоетанолу та біогазу з органічних відходів, область може повністю відмовитися від використання природного газу (Башинська, Гамкало, 2017). Загалом, технічно-досяжний потенціал біомаси в Львівській області становить 1,12 млн теплових одиниць на рік, що дорівнює 3,3% від загальнонаціонального показника (Атлас, 2001). Наразі в області працюють три міні-ТЕЦ, які використовують біомасу для виробництва як електричної, так і теплової енергії. Міні-ТЕЦ у селі Полове Радехівського району використовує відходи деревообробки від ТзОВ "Мебель-Сервіс" з села Гоголів цього ж району, забезпечуючи тепловою енергією камеру сушіння деревини та виробничі приміщення. Загальна електрична потужність цієї міні-ТЕЦ становить 2,4 МВт, а тепла - 7,5 МВт, причому вироблена електроенергія подається в громадську мережу. Ще дві ТЕС на біомасі є частиною ТзОВ "Рава-Руська теплостанція". Благодаря цьому проекту чотири вугільні котельні в місті Рава-Руська переключено на місцеве паливо - тріску деревини (рис. 3.5). Ще одна подібна ТЕС розташована в Трускавці і постачає теплову енергію санаторію "Перлина Прикарпаття", замінюючи 420 тис. м³ газу щорічно.

Крім цього, в області існує ще одна біоенергетична установка, яка функціонує на базі свиногокомплексу ТзОВ "Еко-Міт" у селі Батятичі Кам'янка-Бузького району, а також 15 підприємств у Кам'янка-Бузькому, Золочівському, Радехівському і Дрогобицькому районах. Ці підприємства спеціалізуються на виробництві паливних брикетів та гранул із деревини та інших природних сировин (солома, стебла соняшнику, лузга соняшнику, кукурудза і т.д.). Такі паливні брикети та гранули застосовуються у приватних господарствах для обігріву житлових приміщень.

Розвиток відновлюваної енергетики в Україні напряду залежить від розміру "зеленого" тарифу. Саме фінансовий стимул призвів до стрімкого зростання частки відновлюваних джерел енергії у загальному виробництві електроенергії в Україні, зокрема в Львівській області.

З урахуванням нових викликів, які виникли з 1 січня 2020 року із запровадженням так званих "зелених" аукціонів для об'єктів відновлюваної енергетики, чия потужність перевищує встановлений ліміт, можливе припинення схвалення нових проєктів. Тим часом важливо здійснювати уважний аналіз проєктів з будівництва малих гідроелектростанцій, які мають відносно низькі потужності та економічні показники, проте можуть мати значний негативний вплив на навколишнє середовище. Більш перспективними напрямками використання відновлюваних джерел енергії в області є розвиток вітро- та біоенергетики.

Розділ 5: ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАЛЬНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ.

Енергетика становить основну сферу справедливої трансформації, яка вже відчуває наслідки переходу від використання вугілля на сучасному етапі. Важливість цієї стратегічно важливої галузі визначає не лише функціонування всіх економічних секторів, але й соціальної інфраструктури в цілому. Умови повномасштабної війни з Росією додають актуальності питанню енергетичної безпеки України. Енергетика країни є необхідною складовою європейської енергетичної безпеки, і тому реформи в національному енергетичному секторі, які впроваджує Україна в умовах війни, здійснюються взаємодії з Євросоюзом. Головною метою на сьогодні є інтеграція та уніфікація національного енергетичного сектору з європейським, відповідно до норм та стандартів ЄС. Це включає створення конкурентоспроможних ринків енергоносіїв з прозорими правилами ціноутворення та належним захистом прав споживачів. Щодо Львівщини, тут зафіксовано значний прогрес відновлювальної енергетики протягом останніх десяти років. Регіон визначає відновлювальну енергетику як один з пріоритетів у своїй Стратегії розвитку. Підходять до цього питання в двох напрямках: оптимізація паливно-енергетичного балансу з поступовим відмовою від вугілля на користь альтернативних джерел енергії та скорочення споживання традиційних вуглеводнів.

Децентралізація енергетики на сьогодні є однією з найважливіших і, водночас, найскладніших ініціатив. Ми були свідомі відсутності гарантій, що цей процес буде легким. Таким чином, Україна, включаючи Львівщину, не лише відстоює свою незалежність від агресора, а й активно та послідовно впроваджує децентралізацію у сфері енергетики, роблячи це ключовим елементом національної безпеки. В умовах війни ми вивчаємо та впроваджуємо більш ефективні та асиметричні підходи. Тепер реалізація інноваційних енергетичних проектів, хоч і невеликих за обсягом, стає

більшим викликом, що потребує активної участі державних органів, бізнесу та місцевих громад. На Львівщині департамент економічної політики, у співпраці з громадами, провів інвентаризацію наявних інвестиційних земельних ділянок для нових енергетичних проєктів. Відновлювальні джерела енергії вже існують у численних громадах, служачи відмінним прикладом для інших. Тому у найближчому майбутньому можна очікувати збільшення кількості сонячних та вітрових електростанцій. Крім того, необхідно враховувати можливості малої гідроенергетики та біоенергетики. Використання органічних відходів для виробництва біогазу та його подальше використання для виробництва тепла та електроенергії – це концепція, яка вже розробляється і може стати реальністю. Деякі громади Червоноградського вугільного мікрорегіону вже отримали конкретні пропозиції щодо проєктів з використання біогазу, які мають економічне та технічне обґрунтування. Також варто розглядати перспективи використання водню як інноваційного напрямку, адже Німеччина вже має водневу стратегію, і можливості Львівщини можуть допомогти нашим європейським партнерам реалізувати водневу революцію.

Зрозуміло, що наша мета – не лише забезпечити додаткову генерацію електроенергії, але й зменшити витрати енергоносіїв. Навіть у умовах війни Львівщина продовжує впроваджувати проєкти з енергозбереження. Наприклад, в межах обласної цільової програми ми спільно фінансуємо заходи з енергоефективності в комунальному секторі територіальних громад. Після впровадження заходів щодо модернізації котелень, заміни теплових мереж тощо, економія фінансових ресурсів у громадах становить від 10% до 40%.

Я вважаю, що ми повинні активно пропагувати фінансування проєктів з енергозбереження для всіх громадян України, які не отримують субсидії. Загалом, на майбутнє важливо розглянути, що буде більш вигідним – субсидіювання нераціонального використання енергоносіїв у побуті чи фінансування проєктів з енергозбереження для домогосподарств.

ВИСНОВКИ.

У ході виконання магістерської роботи було проведено аналіз сучасного стану відновлювальної енергетики Львівської області. Дослідження включало в себе вивчення поточних об'ємів вироблення енергії з використанням відновлювальних джерел, аналіз правового регулювання та економічних аспектів розвитку цієї галузі.

Отримані результати свідчать про те, що Львівська область має значний потенціал для розвитку відновлювальної енергетики. Зокрема, область володіє великими резервами сонячної та вітрової енергії, а також можливістю використання біомаси для виробництва електроенергії.

Проте, дослідження також виявило ряд викликів, з якими стикається відновлювальна енергетика в регіоні, таких як нестабільність погодних умов, недостатнє фінансування та потреба у подальших інвестиціях у розвиток інфраструктури.

На підставі проведеного аналізу рекомендується прийняття комплексних заходів для підтримки та стимулювання розвитку відновлювальної енергетики в Львівській області. Це може включати в себе удосконалення законодавства, надання фінансових стимулів для інвесторів, а також розробку стратегії з ефективного використання відновлювальних ресурсів.

Загальний висновок дозволяє зробити висновок, що розвиток відновлювальної енергетики в Львівській області є перспективним напрямком, який може призвести до покращення енергетичної ефективності та зменшення негативного впливу на довкілля, сприяючи сталому розвитку регіону.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. URL:https://zaxid.net/perspektivi_lvivshhini_v_konteksti_svitovoyi_politiki_borotbi_zi_zminami_klimatu_n1573715.
2. Аналіз сучасного стану альтернативної енергетики та рекомендації по екологізації паливно-енергетичного комплексу України / В. Г. Петрук, С. С. Коцюбинська, Д. В. Мацюк // Зб. матеріалів II-го Всеукр. з'їзду екологів з міжнар. участю. Вінниця, 2016. С. 56–62.
3. Атлас енергетичного потенціалу нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії. – К., 2008. – 54 с.
4. Башинська Ю. І. До питання конкурентоспроможності відновлюваної енергетики в Західному регіоні України. Соціально-економічні проблеми сучасного періоду України. Механізм регулювання регіонального розвитку в Україні: зб.наук.пр. / редкол.: В. С. Кравців (відп. ред.). Львів:Ін-т регіональних досліджень НАН України, 2016. Вип. 5 (109). С. 98-108.
5. Боротьба з вітряками: чому утилізувати відпрацьовані вітряні турбіни виявилось складно. *Mind*. 2021. 26 червня. URL: <https://mind.ua/news/20227900-borotba-z-vitryakami-chomu-utilizuvati-vidpracovani-vitryani-turbini-viyavilosya-skladno>
6. Будова та компоненти вітряних установок. ПКП «Техноноватор». URL: <http://tehnovator.com.ua/ua/energy-ua/wind-energy-ua/construction-wind-system-ua.html>
7. Буслова Н. В., Федоренко К. Д. Особливості електрогенеруючих систем вітроелектростанцій. Міжнародний науково-технічний журнал «Перспективні запитання світової науки» (15-22 грудня 2018, м. Софія). Софія, 2018. 41 с.
8. Буслова Н. В., Федоренко К. Д. Порівняльний аналіз ефективності роботи вітрової енергетики у провідних країнах світу та Україні. Міжнародний науковотехнічний журнал «Освіта і наука без меж» (07-15 грудня 2018, м. Перемишль). Перемишль, 2018. 41 с.

9. Використання природних ресурсів та проблеми їхньої охорони URL:
<https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/06/Brusak-Suchasni-napriamy-vyrishennia-ekol-probl-book-2021.pdf>
10. Відновлювана енергетика та системи розосередженої генерації URL:
<https://ep.kpi.ua/uk/node/24>
11. Вітер у розетках. URL: <https://zbruc.eu/node/68312>
12. Вітрова енергетика в Україні та світі : веб сайт. URL :
<https://hmarochos.kiev.ua/2022/01/18/vitrova-energetyka-v-ukrayini-ta-sviti/>
13. Вітрова енергетика в Україні: 7 найпотужніших станцій : веб сайт. URL :
<https://shotam.info/vitrova-enerhetyka-v-ukraini-7-naypotuzhnishykh-stantsiy/>
14. Вітрова енергетика в Україні: 7 найпотужніших станцій. URL:
<https://shotam.info/vitrova-enerhetyka-v-ukraini-7-naypotuzhnishykh-stantsiy/>
15. Вітрова енергетика у Львівській області та проблеми перероблення непридатних вітрових установок = Wind energy in Lviv region and problems of recycling unusable wind turbines : веб сайт. URL :
https://www.researchgate.net/publication/360748833_Vitrova_energetika_u_Lvivs_kij_oblasti_ta_problemi_nepridatnih_vitrovih_ustanovok_Wind_energy_in_Lviv_region_and_problems_of_recycling_unusable_wind_turbines
16. Вітрова установка загорілася біля узбережжя Великої Британії. URL:
<https://usm.media/vitrova-ustanowka-zahorilasia-bilia-uzbererzszsia-velykoji-brytaniiji-video/>
17. Вітроенергетика : веб сайт. URL : <https://avenston.com/articles/wind/>
18. Вітроенергетика як ключовий елемент енергетичної стратегії : веб сайт. URL :
<https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib/15812/1/%D0%92%D0%86%D0%9E%D0%87%20%D0%A1%D0%A2%D0%A0%D0%90%D0%A2%D0%95%D0%93%D0%86%D0%87.pdf>
19. Вознюк М. А. Регіональна інвестиційна політика енергозбереження: монографія. Львів: Ін-т регіон. досліджень НАН України ім. М.І.Долішнього, 2015. 416 с.

20. Геоєкологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
21. Геоєкологія Львівської області URL: https://www.academia.edu/59893178/%D0%93%D0%B5%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F_%D0%9B%D1%8C%D0%B2%D1%96%D0%B2%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%BE%D1%97_%D0%BE%D0%B1%D0%BB%D0%B0%D1%81%D1%82%D1%96
22. Департамент паливно-енергетичного комплексу та енергозбереження Львівської ОДА: офіційний сайт. URL: https://loda.gov.ua/departament_palyvno_energetychnogo_kompleksu_ta_energoz_berezhennya
23. Дикий М.О. Поновлювані джерела енергії. К : Вища шк., 1993. 416 с.
24. Екологічний паспорт Львівщини URL: <https://estonia.mfa.gov.ua/storage/app/sites/27/investitsiyniy-pasport-prezentatsiya.pdf>
25. Еко-Оптіма: офіційний сайт. URL: <http://www.ecooptima.com.ua/#projects>
26. Еко-Оптіма: офіційний сайт. URL: <http://www.ecooptima.com.ua/#projects>
27. Енергетика, сучасність і майбутнє. URL: <http://energetika.in.ua/ua/>
28. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. [Електронний ресурс]. Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/signal/kr06145a.doc.
29. Енергетична стратегія України на період до 2030 року. URL: www.cfin.ru/press/management/2001-6/13.pshtml. www.raoes.ru/ru/reforming/foreign/mo-/England.pdf.
30. Єдиний реєстр з оцінки впливу на довкілля. URL: <http://eia.menr.gov.ua/>
31. Закон України „Про альтернативні джерела енергії” (20.02.2003 № 555–IV). Офіц. Вісник України, 2003, № 12. С. 73–78 (№ 522).

32. ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ URL: https://www.researchgate.net/publication/374753209_Istoria_rozvitku_vidnovluva_noi_energetiki_u_Lvivskij_oblasti
33. Ковальов І.О. Ратушний О.В. Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії України: навч. посіб. Суми: СДУ, 2016. 201 с.
34. КОМПЛЕКСНЕ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ URL: https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/48635/1/Kompleksne_2022.pdf
35. Кудря С.О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України. 50 с.
36. НЕТРАДИЦІЙНІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ //Львівська область: природні умови та ресурси. URL:https://www.researchgate.net/publication/328465529_NETRADICIJNI_TA_VIDNOVLUALNI_DZERELA_ENERGII_Lvivska_oblast_prirodni_umovi_ta_r_esursi ст.515-530.
37. Сиротюк М.І. Поновлювані джерела енергії: навч. посібник. Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. 248 с.
38. СТРАТЕГІЯ розвитку Львівської області на період 2021-2027 років URL: <http://ibh.asd.company/wp-content/uploads/2020/07/strategija-rozvytku-lvivshchyny-do-2027.pdf>
39. СТРАТЕГІЯ розвитку Львівської області на період до 2020 року URL: <http://dialog.lviv.ua/wp-content/uploads/2016/04/Strategiya-Lvivshhini.pdf>
40. СУСПІЛЬНО-ГЕОГРАФІЧНІ ЧИННИКИ РОЗВИТКУ РЕГІОНІВ URL: https://repository.ldufk.edu.ua/bitstream/34606048/29541/1/zbirnyk_SG_chynnyk_y_21_%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D0%B0%D1%80%D0%B0%20%D1%81%D1%82%2089_%D0%9A%D1%83%D1%85%D1%82%D1%96%D0%B9%20%D1%81%D1%82%20109_removed_removed.pdf
41. Суть еколого-географічного аналізу і оцінювання території на основі картографічного моделювання URL: <https://buklib.net/books/35745/>

42. Твайделл Дж., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии: Пер. с англ. М.: Энергоатомиздат, 1990. 392 с.
43. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ У СВІТІ ТА В УКРАЇНІ URL: <http://www.vestnik-econom.mgu.od.ua/journal/2015/14-2015/3.pdf>
44. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони: закон України від 16 вересня 2014 р. № 1678-VII. Відомості Верховної Ради України. 2014. № 40. Ст. 2021. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/984_011#Text
45. Черванев И.Г., Боков В.А. Введение в инвайронментальную энергетику. Энергетика для устойчивого развития. Учеб. пособие. Харьков: Штрих, 2004. 128 с.