

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені В.Н. КАРАЗІНА**

Факультет геології, географії, рекреації і туризму

Кафедра фізичної географії та картографії

До захисту допустити
Зав. кафедри _____ доцент **Анатолій БАЙНАЗАРОВ**
« _____ » _____ 2025 р.

**РОЗВИТОК ЗНАНЬ ПРО АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ТА
ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕКТОР У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА**

Виконав: студент 4-го курсу з.ф.н,
групи ГП- 41з
спеціальність: 014.07 Середня освіта
(Географія)
освітня програма: Географія,
природознавство та спортивно-туристська
робота
Надія Леонтіївна БРЕГЕДА
Науковий керівник:
доцент, к.геогр.н. Анатолій БАЙНАЗАРОВ

Кваліфікаційна робота захищена з оцінкою

Голова ЕК **Валентина РЕДІНА**

Секретар ЕК **Тетяна БУЛГАКОВА**

« _____ » _____ 2025 р.

Харків – 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	3
РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ.....	6
1.1. Енергетика як змістовна складова географічної освіти. Глобальні виклики і роль альтернативних джерел енергії у сталому розвитку	6
1.2. Формування екологічної свідомості школярів через вивчення альтернативної енергетики: педагогічні засади та значення	10
1.3. Альтернативні та відновлювані джерела енергії: поняття, види, значення.....	14
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТЕМАТИКИ У СУЧАСНОМУ ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ.....	19
2.1. Зарубіжний та вітчизняний досвід формування знань щодо відновлюваних джерел енергії в ході освітнього процесу	19
2.2. Аналіз шкільних програм з географії щодо висвітлення тематики енергетики та альтернативних енергетичних ресурсів. Пропозиції щодо поглиблення та удосконалення змісту.....	26
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ПРО АЛЬТЕРНАТИВНУ ЕНЕРГЕТИКУ ТА ВДЕ У ШКОЛЯРІВ В ХОДІ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ	46
3.1. Методичні основи формування системи знань про енергетичний сектор та альтернативні джерела енергії.....	46
2.2. Картографічні, статистичні та візуально-аналітичні матеріали для вивчення теми енергетики та альтернативних джерел енергії у шкільному курсі	54
3.4. Активні та інтерактивні методи вивчення альтернативної енергетики у шкільному курсі	75
ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	83

ВСТУП

Актуальність. У сучасному світі, де глобальні кліматичні зміни стають дедалі відчутнішими, перехід до альтернативних джерел енергії стає однією з ключових стратегій забезпечення сталого розвитку. ВДЕ є не лише засобом зменшення викидів парникових газів, а й важливим інструментом енергетичної безпеки. У контексті міжнародних зобов'язань, таких як Паризька угода, та національних стратегій, Україна активно впроваджує енергетичні реформи, спрямовані на досягнення вуглецевої нейтральності.

Освіта відіграє вирішальну роль у формуванні екологічної свідомості молоді, яка стане рушійною силою змін. Зокрема, інтеграція знань про альтернативну енергетику та джерела енергії в навчальні програми сприяє усвідомленню важливості ощадливого використання природних ресурсів. Розвиток екологічної освіти на рівні шкіл та університетів є важливим кроком для підготовки кваліфікованих кадрів та формування екологічно відповідального суспільства.

Попри значний прогрес у цій сфері, залишається низка невирішених питань, зокрема, недостатня інтеграція тематики альтернативної енергії в шкільні програми та обмеженість інноваційних методів навчання. Це підкреслює актуальність дослідження, спрямованого на розробку підходів до формування уявлень про альтернативні джерела енергії у школярів, підвищення їх екологічної грамотності та підготовки її до викликів майбутнього.

Об'єктом дослідження виступає процес формування знань учнів про альтернативні джерела енергії та енергетичний сектор у шкільному курсі географії, а **предметом** – методичні засади, змістові компоненти та освітні практики щодо вивчення відновлюваної енергетики у школі.

Метою роботи є обґрунтування теоретичних, змістових та методичних основ розвитку знань про альтернативні джерела енергії та енергетичний сектор у шкільному курсі географії, а також розроблення пропозицій щодо

удосконалення відповідного навчального змісту.

Для досягнення поставленої мети було визначено наступні **завдання**:

1. Розглянути теоретичні засади вивчення альтернативної енергетики у контексті глобальних викликів та сталого розвитку;
2. Обґрунтувати педагогічне значення формування екологічної свідомості учнів через вивчення тематики альтернативних джерел енергії;
3. Провести аналіз чинних навчальних програм із географії щодо висвітлення енергетичної тематики та запропонувати шляхи їх удосконалення та поглиблення за рахунок введення нових змістовних компонентів;
4. Розробити методичні підходи, активні та інтерактивні методи навчання для формування системних знань учнів про енергетику та альтернативні джерела енергії.

У ході виконання дослідження застосовано такі *методи*:

- загальнонаукові методи пізнання (аналіз і синтез, порівняльно-описовий, узагальнення) для вивчення теоретичних засад і педагогічного досвіду;
- методи контент-аналізу для опрацювання освітніх програм та навчальної літератури;
- методи системного підходу для розроблення структури навчального змісту та пропозицій до удосконалення освітнього процесу;
- педагогічне проектування для розробки практичних методичних рішень щодо навчання альтернативної енергетики.

До очікуваних *результатів дослідження* належать:

- розкрито методичні підходи до формування знань про альтернативні джерела енергії;
- проаналізовано сучасний стан відображення тематики ВДЕ у шкільному курсі географії;
- запропоновано змістові й методичні рекомендації щодо поглиблення вивчення альтернативної енергетики у середній школі.

Наукова новизна кваліфікаційної роботи полягає у комплексному підході до обґрунтування місця і ролі знань про альтернативні джерела енергії в сучасній географічній освіті та розробці методичних рішень для їх ефективного викладання.

Практичне значення кваліфікаційної роботи полягає в тому, що розроблені підходи, завдання та рекомендації можуть бути використані в навчально-методичній роботі вчителів географії для модернізації змісту освіти відповідно до сучасних викликів енергетичної трансформації.

Робота містить три розділи: у першому розкрито теоретичні засади вивчення альтернативної енергетики у шкільній освіті, у другому проаналізовано зміст шкільних програм та запропоновано напрями удосконалення вивчення енергетичних питань, у третьому розділі викладено методичні основи формування знань про енергетику та альтернативні джерела енергії, розроблено приклади практичних завдань і методичних підходів. Робота містить 24 рисунки, 5 таблиць, а список використаних джерел налічує 50 найменувань.

РОЗДІЛ 1: ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

1.1. Енергетика як змістовна складова географічної освіти. Глобальні виклики і роль альтернативних джерел енергії у сталому розвитку

Енергетика являє собою сукупність галузей, що включають паливну промисловість і енергетику разом із відповідною інфраструктурою, системами управління та науково-дослідною базою. Вона є фундаментом розвитку сучасного суспільства, сприяючи поліпшенню якості життя та забезпеченню технологічних процесів у всіх секторах економіки. Енергетичні підприємства здійснюють переробку і транспортування енергоресурсів, а також виробництво та доставку електричної та теплової енергії. Рівень розвитку енергетики країни визначається показниками забезпеченості енергоресурсами, рівнем енергоспоживання, енергоефективності та структурою паливно-енергетичного балансу.

В історичній ретроспективі людство спочатку використовувало мускульну силу (механічну енергію) та деревину як джерела енергії. Згодом, із розвитком науки і техніки, основними енергоносіями стали вугілля, нафта та природний газ, атомна енергія. Протягом XX століття паливно-енергетичний баланс суттєво змінився: якщо на початку століття домінували вугілля та деревина, то в другій половині основну роль почали відігравати нафта і газ, частка яких тривалий час становила близько 60% світового енергоспоживання. Наприкінці XX століття відбулося зменшення їх частки через зростання значення атомної енергетики [34].

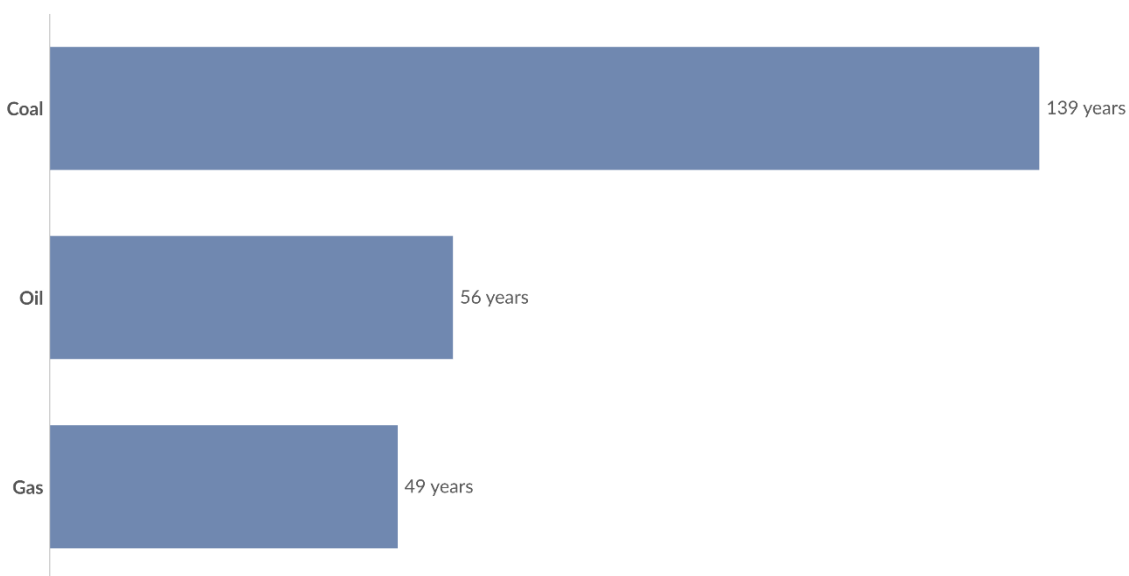
Викопне паливо забезпечує високу енергоємність і стабільність постачання енергії, однак використання вуглецевістких палив спричиняє переважну частину викидів парникових газів та забруднення довкілля. Крім того, викопні енергетичні ресурси мають обмежені запаси. За різними оцінками запасів викопних палив вистачить орієнтовно на 40-140 років. У

роботі Shafiee S., Topal E. [21] час виснаження запасів викопного палива для нафти, вугілля та газу оцінено приблизно у 35, 107 та 37 років відповідно. За іншими оцінками [5, 8] запасів вугілля вистачить на 139 років, нафти - на 56 років і газу - на 49 років (рис. 1; значення наведені для умов поточного споживання та наявних запасів і можуть змінюватися за рахунок розвідки нових покладів та зміни темпів виснаження).

Years of fossil fuel reserves left, 2020

Our World
in Data

Years of global coal, oil and natural gas left, reported as the reserves-to-product (R/P) ratio which measures the number of years of production left based on known reserves and present annual production levels. Note that these values can change with time based on the discovery of new reserves, and changes in annual production.



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2024)

OurWorldinData.org/fossil-fuels | CC BY

Рис. 1. На скільки років залишилось запасів викопного палива [5]

Залежність світової економіки від викопних видів палива й обмеженість їх ресурсів з одного боку та глобальні кліматичні виклики з іншого боку [2] призводять до пошуку нових стратегій енергетичної безпеки, заснованих на пошуку та використанні альтернативних енергетичних ресурсів та принципах сталого розвитку.

На виконання Паризької угоди (Paris Agreement), укладеної під час Рамкової конвенції ООН про зміну клімату (UNFCCC) у 2015 році, кожна з 195 країн-підписантів формує свій національно-визначений внесок для досягнення глобальної мети – утримання зростання середньої світової температури на

рівні нижче $+2^{\circ}\text{C}$ від доіндустріальних рівнів [22].

Перехід до альтернативних джерел енергії має ключове значення у вирішенні глобальної енергетичної проблеми та проблеми зміни клімату. Використання викопних палив, що домінувало у світовому енергетичному балансі протягом століть, призвело до вичерпання ресурсів, забруднення довкілля та значного збільшення концентрації парникових газів в атмосфері. Саме альтернативна енергетика, зокрема використання сонячної, вітрової, гідроенергії, геотермальної енергії та енергії біомаси, сприяє зменшенню негативного антропогенного впливу на довкілля та забезпечує сталий розвиток енергетичного сектору.

Цілі сталого розвитку (ЦСР) ([UN Sustainable Development Goals](https://www.un.org/sustainabledevelopment/)), прийняті ООН у 2015 році, прямо пов'язані із завданням переходу до альтернативних джерел енергії. Зокрема, ЦСР 7 "Забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх" акцентує увагу на потребі розвитку «чистої» енергетики (рис. 2). Досягнення цієї цілі передбачає збільшення частки відновлюваної енергетики у світовому енергетичному балансі, підвищення енергоефективності та розширення доступу до сучасних енергетичних послуг. Україною на державному рівні затверджено цілі сталого розвитку ООН на період до 2030 року [46].



Рис. 2. Цілі сталого розвитку на період до 2030 року

Для досягнення ЦСР 7 та вирішення наростаючих глобальних енергетичної та кліматичної проблем розвинені країни запровадили стратегії "зеленого переходу" (Green transition) та "енергетичного переходу" (energy transition). Під зеленим переходом розуміють більш широкий процес, що передбачає трансформацію всієї економіки і суспільства з метою досягнення сталого розвитку, мінімізації впливу на довкілля, збереження біорізноманіття, зниження викидів парникових газів та ресурсозбереження. Енергетичний перехід є частиною зеленого переходу, яка стосується глобального процесу зміни енергетичних систем: від домінування викопних вуглецевих видів палива (вугілля, нафти, газу) до більш чистих, відновлюваних та низьковуглецевих джерел енергії з метою прискорення декарбонізації економіки. Це процес глибоких змін у виробництві, розподілі та споживанні енергії, що забезпечує скорочення викидів парникових газів та сприяє досягненню кліматичних цілей, визначених у Паризькій угоді.

Європейський Союз, зокрема, прийняв Європейський зелений курс (European Green Deal) [7], спрямований на досягнення вуглецевої нейтральності до 2050 року й «зелену» трансформацію економіки, а також низку регламентів та програм для його впровадження.

Дослідження Міжнародного агентства з відновлюваних джерел енергії (IRENA) [11] підкреслюють, що реалізація енергетичного переходу сприятиме не лише охороні довкілля, але й створенню нових робочих місць, розвитку технологій та зменшенню енергетичної залежності держав. Таким чином, перехід до альтернативної енергетики є стратегічним напрямом розвитку глобального суспільства, спрямованим на забезпечення сталого майбутнього для наступних поколінь.

Україна, рухаючись в євроінтеграційному напрямку, підтримала Європейський зелений курс та визначила в національній Енергетичній стратегії до 2050 року мету досягнення вуглецевої нейтральності в енергетичному секторі у термін до 2050 року та в економіці загалом – до 2060 року [35]. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року

передбачає досягнення 27% частки ВДЕ у загальному кінцевому енергоспоживанні в Україні [41]. Нарощення частки ВДЕ у структурі енергетичного балансу є вирішальним фактором для досягнення поставлених цілей. Забезпечення цього процесу кваліфікованими кадрами в енергетичному, управлінському, природоохоронному секторах вимагає відповідного відклику освітньої сфери, де відбувається формування професійних якостей та ідейних принципів майбутніх фахівців. Не менш важливо формування знань про енергетику, ВДЕ, раціональне використання природних ресурсів у широких мас населення, починаючи із закладання основи ще в школі в ході вивчення географії. Усвідомлення пересічними людьми важливості переходу до альтернативних джерел енергії та знання про їх переваги сприятиме більшому поширенню відповідних технологій у приватних домогосподарствах, оскільки поінформовані громадяни активніше інвестуватимуть у сонячні панелі, теплові насоси, системи зберігання енергії та інші рішення, що забезпечують енергетичну незалежність і економію витрат.

Більш широке використання ВДЕ на рівні домогосподарств також сприятиме зменшенню навантаження на централізовані енергетичні мережі, зниженню загального рівня викидів парникових газів та формуванню екологічно відповідальної культури споживання енергії в суспільстві. Крім того, розвиток децентралізованої енергетики зміцнить місцеву економіку через створення нових робочих місць у сфері монтажу, обслуговування та виробництва енергетичного обладнання.

1.2. Формування екологічної свідомості школярів через вивчення альтернативної енергетики: педагогічні засади та значення

В Україні на законодавчому рівні передбачено формування у молоді та працівників свідомого ставлення до довкілля та раціонального використання енергетичних ресурсів. У зв'язку з цим, на освітню сферу покладено завдання забезпечити навчання та активне поширення знань про економічні, екологічні

та соціальні переваги енергозбереження та ВДЕ. Освітні установи мають інтегрувати відповідні курси з енергозбереження до навчальних програм. Крім того, володіння знаннями у галузі енергозбереження та екології є обов'язковим для всіх посадових осіб, чия діяльність пов'язана з використанням паливно-енергетичних ресурсів [38].

У Законі «Про освіту» визначено, що освіта має сприяти формуванню екологічної культури та свідомого ставлення до природних ресурсів. Загальні положення цього Закону передбачають наступне:

- Стаття 6. Принципи державної політики у сфері освіти: «державна політика у сфері освіти базується на принципах сталого розвитку суспільства».
- Стаття 7. Мова освіти: «освіта спрямована на формування у здобувачів освіти екологічної культури та відповідального ставлення до навколишнього середовища».

Освіта щодо ВДЕ є важливою на різних етапах навчання. Вона дозволяє учням глибше ознайомитись з принципами сталого розвитку, технологіями, що сприяють збереженню природних ресурсів, і забезпечують майбутнє без забруднення довкілля. Враховуючи важливість цього питання для сучасного світу, вивчення ВДЕ має бути включено в шкільну програму як частина загальної географічної освіти, а також у фахові дисципліни з підготовки географів та екологів у технікумах та вищих навчальних закладах.

Вивчення тематики відновлюваних джерел енергії у шкільному курсі є важливою складовою реалізації наскрізної лінії «Екологічна безпека та сталий розвиток», передбаченої сучасними освітніми програмами. Наскрізні лінії виступають важливими соціальними надпредметними темами, що сприяють комплексному формуванню в учнів цілісного бачення суспільних процесів, розвитку критичного мислення та вміння застосовувати отримані знання у практичних життєвих ситуаціях. Їхня основна мета полягає у тому, щоб спрямувати діяльність учителів-предметників, класних керівників та всього педагогічного колективу на досягнення важливих для особистості та

суспільства цілей, зокрема на розвиток ключових компетентностей, які є основою для активної громадянської позиції й відповідальної поведінки у сфері охорони навколишнього середовища [45].

Інтеграція знань про альтернативну енергетику сприяє формуванню в учнів екологічної свідомості, відповідальності за стан довкілля та соціальної активності. Засвоєння матеріалу з цієї тематики допомагає учням усвідомити необхідність ощадливого ставлення до природних ресурсів та важливість дотримання принципів сталого розвитку як основи для збереження навколишнього середовища й забезпечення добробуту майбутніх поколінь.

Вивчення ВДЕ в школах може бути інтегроване в кілька дисциплін. Однією з таких дисциплін є географія, де учні можуть ознайомитись з різними типами ВДЕ, їх потенціалом і впливом на навколишнє середовище. Також під час вивчення теми паливно-енергетичного комплексу України та різних частин світу потрібно підсвітити трансформаційні зміни в структурі енергетики, показати частку та зростаючу роль альтернативної енергетики в сучасних умовах. Важливо включити розгляд глобальних та місцевих ініціатив у використанні ВДЕ, їх зв'язок з кліматичними змінами та стратегіями сталого розвитку. В рамках загальних тем, присвячених питанням раціонального природокористування, глобальних проблем людства та сталого розвитку, учні можуть вивчати питання впливу енергетичних проєктів на природні екосистеми, а також різні методи оцінки ризиків для біорізноманіття, у тому числі таких, що виникають в ході використання вітрових і сонячних електростанцій.

Додатково можна розглядати використання ВДЕ на уроках фізики, де учні зможуть детально вивчити принципи роботи сонячних батарей, вітрових турбін та інших пристроїв для генерації енергії з відновлювальних джерел. Включення тематики ВДЕ у шкільну програму сприятиме розвитку екологічної свідомості серед молоді та підвищенню її обізнаності щодо важливості сталого розвитку та збереження природних ресурсів.

Важливо також зазначити, що стереотипне ставлення до ВДЕ як до

таких, що є екологічними та повністю безпечними для довкілля, може призвести до недооцінки потенційних екологічних ризиків. Альтернативна енергетика дійсно безпечніша для довкілля, ніж викопні види палива, проте, як і будь-які технології, електростанції на ВДЕ мають певний вплив на навколишнє середовище. Зокрема, великі сонячні електростанції займають значні площі земельних ресурсів, що може призводити до деградації ґрунтового покриву, природних екосистем та зміни ландшафтів. Будівництво вітрових електростанцій може впливати на міграційні маршрути птахів, спричиняти загрозу існуванню рідкісних видів птахів та кажанів через розміщення вітроелектростанцій поблизу їх середовища існування, створювати надмірне шумове навантаження для довколишніх житлових поселень або ефект мерехтіння, що може впливати на психічний стан людини. Використання біомаси, як джерела енергії, пов'язане з ризиком надмірної експлуатації лісових ресурсів або аграрних відходів, що може призводити до зменшення кормової бази для тваринництва, а також конкуренції за органічні ресурси, які традиційно використовуються для удобрення ґрунтів. Використання геотермальної енергії води, зокрема для теплових насосів, може призводити до утворення локальних "островів холоду" у ґрунтових водах або поверхневих водах, якщо процес відбору тепла організовано без належного балансу.

Тому при розвитку альтернативної енергетики надзвичайно важливо враховувати принципи сталого використання природних ресурсів, мінімізувати локальні екологічні впливи та впроваджувати найкращі доступні технології для зменшення можливих негативних наслідків.

Отже, на фоні наростаючих глобальних проблем, пов'язаних з вичерпністю традиційних ресурсів та змінами клімату, важливим є формування екологічно свідомого суспільства. І розширення освітнього компоненту щодо альтернативної енергетики у школах сприятиме підвищенню екологічної обізнаності зростаючого покоління. Наукові дослідження (Zyadin, A. et al. [25], Revák, I. M. et al. [18], Hasan, S. T. [9]) свідчать, що інтеграція

теми ВДЕ в навчальні програми, сприяє формуванню відповідального ставлення до природних ресурсів.

1.3. Альтернативні та відновлювані джерела енергії: поняття, види, значення.

У процесі вивчення географії територій, їхніх природних умов та ресурсного потенціалу важливе місце займає аналіз відновлюваних джерел енергії, які завдяки стрімкому розвитку та широкому впровадженню у всіх регіонах світу стали невід'ємною складовою енергетичної інфраструктури. Сучасні тенденції енергетичного сектору зумовлюють необхідність комплексного розгляду можливостей використання відновлюваних ресурсів як одного з ключових чинників сталого розвитку територій.

Формування знань про альтернативні або відновлювані джерела енергії необхідно починати з пояснення базових понять у сфері альтернативної енергетики, продовжуючи вивченням видів джерел енергії, їх властивостей, умов використання та значення для розвитку енергетичного сектору.

Наразі відсутнє єдине, загальноприйняте трактування базових понять у сфері альтернативної енергетики. У науковій літературі, нормативно-правових актах і технічній сфері поряд із терміном «альтернативна енергетика» широко застосовуються також поняття «відновлювана енергетика» та «нетрадиційна енергетика», що, у свою чергу, зумовлює використання відповідних визначень джерел енергії — «відновлювані», «нетрадиційні» та «альтернативні».

В Законі України «Про альтернативні джерела енергії» № 555-IV від 20.02.2003 р. визначені наступні поняття:

- «альтернативна енергетика - сфера енергетики, що забезпечує вироблення електричної, теплової та механічної енергії з альтернативних джерел енергії»;
- «альтернативні джерела енергії - відновлювані джерела енергії, до яких належать енергія сонячна, вітрова, геотермальна, гідротермальна,

аеротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ, перетворення скидного енергопотенціалу технологічних процесів»;

- «відновлювані джерела енергії - відновлювані невикопні джерела енергії, а саме енергія сонячна, вітрова, аеротермальна, геотермальна, гідротермальна, енергія хвиль та припливів, гідроенергія, енергія біомаси, газу з органічних відходів, газу каналізаційно-очисних станцій, біогазів» [37].

У Законі України «Про альтернативні види палива» [36] наведено наступні визначення:

- «альтернативні види палива - тверде, рідке та газове паливо, яке є альтернативою традиційним видам палива і яке виробляється (видобувається) з нетрадиційних джерел та видів енергетичної сировини»;

- «нетрадиційні джерела та види енергетичної сировини - сировина рослинного походження, відходи, тверді горючі речовини, інші природні і штучні джерела та види енергетичної сировини, у тому числі 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 потребують застосування новітніх технологій і які не використовуються для виробництва (видобутку) традиційних видів палива».

З наведених визначень слідує, що поняття «альтернативних джерел енергії» ширше, ніж поняття «відновлювані джерела енергії», та охоплює на додаток до ВДЕ (вітру, Сонця, геотермальної енергії, гідроенергії та біомаси) нетрадиційне використання викопних видів палива, вторинних енергетичних ресурсів, до яких належать доменний та коксівний газ, газ метан дегазації вугільних родовищ тощо.

Нетрадиційні джерела енергії можуть бути визначені як такі джерела енергії, для освоєння яких застосовуються новітні технології та які є

альтернативою традиційним джерелам (нафта, газ, вугілля, великі водотоки, деревина) (рис. 3).

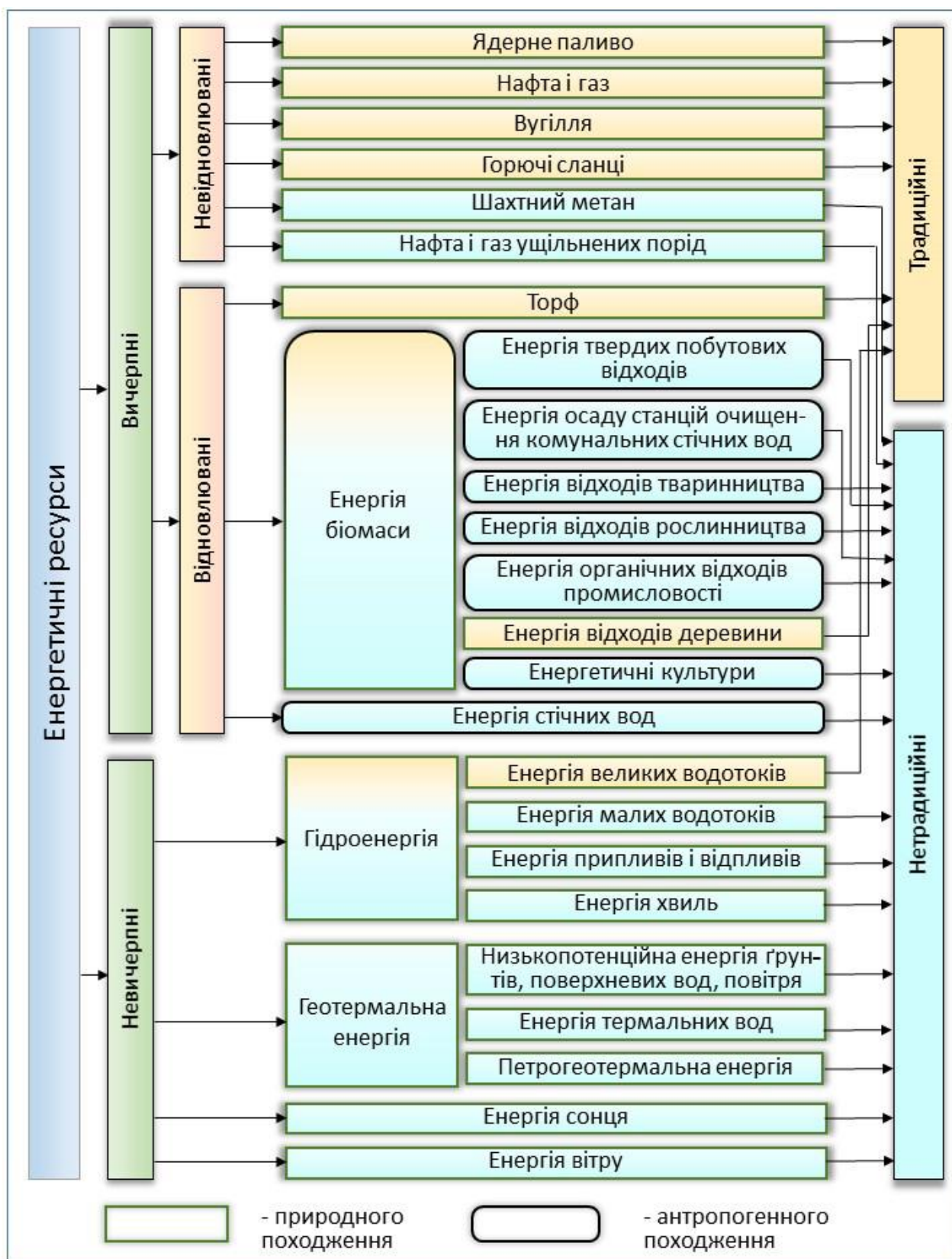


Рис. 3. Класифікація енергетичних ресурсів [27].

На сучасному етапі розвитку суспільства ці джерела енергії мають нижчий рівень промислового впровадження та поширення. Поняття «нетрадиційні енергетичні ресурси» та «альтернативні енергетичні ресурси» вважаються синонімічними, оскільки обидва позначають джерела, що протиставляються традиційним.

У науковій літературі, а також у міжнародних і державних стандартах більш широко застосовуються поняття «відновлювана енергетика» та «відновлювані джерела енергії» (renewable energy sources). На сайті Організації Об'єднаних Націй (ООН) [23] відновлювана енергія визначається як енергія, отримана з природних джерел, які поповнюються швидше, ніж споживаються. Схоже визначення надається у звіті Міжурядової групи експертів з питань зміни клімату (ІРСС): «відновлювана енергія — це будь-яка форма енергії, що надходить із сонячних, геофізичних або біологічних джерел, які відновлюються природними процесами з такою швидкістю, яка дорівнює або перевищує швидкість їх використання» [17].

Вітчизняні науковці Інституту відновлюваної енергетики НАН України (Кудря С. О. та співавтори [40]) надають наступне визначення: «Відновлювана енергетика - область господарювання, науки і техніки, що охоплює виробництво, передачу, перетворення, накопичення і споживання електричної, теплової і механічної енергії за рахунок використання в якості первинних енергоресурсів відновлюваних джерел енергії». А ВДЕ - це «потoki енергії, що постійно або періодично діють у навколишньому середовищі» і поділяються на «дві основні групи: пряму енергію сонячного випромінювання та вторинні прояви енергії сонячного випромінювання у вигляді енергії вітру, гідроенергії, теплової енергії навколишнього середовища, енергії біомаси та ін.». До цього варто ще додати власну теплову енергію Землі – теплового потоку, що формує геотермальну енергію гірських порід та підземних вод, а також силу гравітаційного тяжіння та відцентрової сили, що спричиняють припливи.

Таким чином, при вивченні тематики альтернативної енергетики

доцільно звертати увагу не лише на ВДЕ, але й на нетрадиційне використання викопних ресурсів та вторинних енергетичних ресурсів, що сприяє підвищенню загальної енергоефективності та раціоналізації ресурсного потенціалу. Водночас, з огляду на пріоритети сталого розвитку та цілі декарбонізації, у шкільному курсі географії та природничих дисциплін основний акцент доцільно робити саме на ВДЕ як ключовій складовій енергетичної трансформації.

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ТЕМАТИКИ У СУЧАСНОМУ ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ

2.1. Зарубіжний та вітчизняний досвід формування знань щодо відновлюваних джерел енергії в ході освітнього процесу

Низка проаналізованих нами закордонних наукових досліджень присвячена вивченню ролі навчання у сфері ВДЕ, оцінці рівня знань, обізнаності та ставлення учнів і студентів до енергетичних питань. Особливу увагу в цих роботах приділено виявленню освітніх потреб молодого покоління, аналізу прогалин у знаннях, а також розробці стратегій удосконалення змісту навчальних програм для формування енергетичної грамотності, екологічної свідомості та активної громадянської позиції у сфері енергетичної трансформації.

Дослідження Kiriaki M. Keramitsoglou (2015) [13] за результатами опитувань 243 студентів показало, що рівень знань підлітків про ВДЕ є недостатнім: більшість з опитуваних продемонстрували обмежену обізнаність щодо технологій ВДЕ, не усвідомлювали можливостей для кар'єри в цій сфері та схильні були до нейтрального або байдужого ставлення до питань зміни клімату та розвитку ВДЕ. Результати підтверджують необхідність поглиблення змісту освіти у сфері енергетики через підвищення інформованості, розвиток критичного мислення щодо енергетичних питань, створення гнучких і творчих підходів до викладання та акцент на залученні учнів до активної участі у формуванні енергетичної політики. Це безпосередньо співвідноситься з метою інтеграції знань про альтернативну енергетику в освітні програми та формування екологічної свідомості школярів.

Досвід попередніх досліджень, свідчить про важливість підвищення обізнаності про ВДЕ учнів та студентів вищих навчальних закладів (Roman, M. [19]) в контексті екологічної освіти. Zyadin та співавт. (2014) [25]

зазначають, що залучення молоді до навчання про відновлювану енергію підвищує їхню обізнаність та стимулює до участі в екологічних ініціативах.

Дослідження Revák та ін. (2020) [18] показують, що додаткові знання про ВДЕ сприяють розвитку ощадливого ставлення до енергетичних ресурсів. Ученики навчальних програм, до яких інтегровано теми відновлюваної енергетики, виявляли більшу зацікавленість у захисті довкілля та бажання впроваджувати енергозберігаючі заходи у повсякденному житті.

Існують приклади запровадження спеціальних програм підвищення обізнаності щодо ВДЕ у країнах світу. Зокрема, Рада екологічної освіти Альберти (ACEE – Alberta Council for Environmental Education) у 2018 році опублікувала рекомендації стосовно методів (набір інтерактивних заходів, ігор, студентських проєктів), які могли б сприяти розвитку позитивного ставлення до ВДЕ в Канаді та США, доповнюючи ними основні заняття, спрямовані на засвоєння фахових знань. Подібні методичні підходи запроваджувалися й у Європі, де акцент був зроблений на інтерактивних заняттях та програмах з вивчення ВДЕ, на додаток до змістовних компонентів, інтегрованих у різні курси (Cavanagh, 2007; Colin, 2008; Papadimitriou, 2004). Papadimitriou (2004) [16] описує методику інтеграції інформації про ВДЕ у шкільні предмети, такі як фізика, хімія, географія, що дозволяє учням краще зрозуміти вплив енергетики на довкілля. Результати цих робіт показують, що додаткові знання про ВДЕ сприяють ощадливому використанню енергетичних ресурсів і свідомому ставленню до довкілля.

Аналіз європейського досвіду також засвідчує системний, інтегрований підхід до навчання основам енергозбереження у школах країн Європейського Союзу, зокрема Німеччини, Франції та Італії. У цих країнах формування енергозберезувальної компетентності розпочинається вже з початкової школи і продовжується у старших класах через міжпредметну інтеграцію, використання цифрових ресурсів, експериментальну діяльність та участь у міжнародних екологічних проєктах, зокрема програмі «Еко школа». Результати демонструють високу ефективність комплексного підходу до формування у

здобувачів освіти знань, навичок і цінностей, необхідних для відповідального енергоспоживання. Такий досвід є надзвичайно важливим для адаптації в українському освітньому середовищі, особливо в умовах енергетичних викликів і потреби у сталому розвитку держави [47].

Hasan (2017) [9] підкреслює, що інтерактивні методи навчання, такі як симуляції, практичні завдання та проєктна діяльність, є найбільш ефективними для засвоєння знань про ВДЕ.

В Україні також є приклади успішної реалізації таких програм. Зокрема, проєкт «Школа Енергії 2.0» [28], реалізований Асоціацією «Енергоефективні міста України», включав організацію тематичних днів енергії, інтерактивні заходи та квести тощо. Проєкт спрямований на підвищення енергоефективності та впровадження практик енергозбереження в обраних школах шляхом організації систем енергомоніторингу та енергоменеджменту. Крім того, ініціатива має на меті підвищити рівень обізнаності учнів, надати їм технічні знання про процеси енергоспоживання та сприяти поширенню отриманого досвіду серед місцевої громади й інших навчальних та освітніх закладів. До участі в проєкті було залучено 15 шкіл з різних регіонів України.

Інші дослідження вказують на важливість впровадження довгострокових освітніх стратегій. Наприклад, Rushton, E. A., Sharp, S., & Walshe, N. (2023) [20] у своїй роботі підкреслюють значення багатокomпонентних освітніх програм, які включають співпрацю з місцевими громадами, науковими установами та приватними компаніями. Такі програми націлені на створення інтегрованих платформ для навчання, де учні можуть дізнаватися про реальні приклади використання ВДЕ.

Asikgoz (2011) [1] досліджував досвід Туреччини у впровадженні освіти з відновлюваної енергетики, способи мотивації студентів до енергетичних тем, пов'язаних з ВДЕ, а також розвиток дидактичних компетенцій у спеціальних змішаних навчальних програмах для педагогів. Автор акцентує увагу на тому, що енергетична освіта має стати новою дисципліною як у розвинених країнах, так і в країнах, що розвиваються. Він наголошує на важливості державної

підтримки програм, які включають екологічну освіту, зокрема у сільських районах, де рівень обізнаності про ВДЕ є найнижчим.

Colmenares-Quintero et al. (2022) [3] аналізують навчальні та викладацькі стилі викладання матеріалу щодо ВДЕ у контексті цілей сталого розвитку в державних школах Колумбії. Результати дослідження виявили важливу узгодженість між стилями викладання та навчання: як учні, так і вчителі віддавали перевагу рефлексивному стилю, що створює сприятливе середовище для впровадження критично-аналітичного підходу до вивчення тематики ВДЕ. Така стилістична відповідність, хоч і не підтверджена статистично значущими відмінностями, але є цінною з точки зору педагогічної практики, оскільки дозволяє проектувати навчальні стратегії, що ґрунтуються на активному навчанні та самостійності учнів у межах вивчення Цілей сталого розвитку (ЦСР). Водночас, менша поширеність прагматичного та дослідницького стилів серед учнів і вчителів вказує на потребу адаптації підходів, що сприяють розвитку навичок вирішення проблем і прийняття рішень у сфері сталого розвитку. Отже, результати підтверджують потенціал для посилення інтеграції ВДЕ в освітні програми шляхом залучення рефлексивних стратегій викладання, що відповідають уподобанням школярів.

Ноуе та співавт. (2022) [10] пропонують нові методи натхнення учнів середніх шкіл на вивчення ВДЕ. Вони наголошують на важливості участі учнів у практичних завданнях і міждисциплінарних проєктах, які розширюють їхнє розуміння відновлюваної енергії та її значення для сталого розвитку.

Middleton (2018) [14] розглядає техніки, які допомагають просувати освіту для сталого життя через акцент на ВДЕ. У дослідженні описано інтеграцію тематичних блоків про відновлювану енергію в навчальні програми та використання інноваційних методів навчання, таких як симуляції та польові експерименти.

Da Silva та співавт. (2015) [4] презентують методологію та інструменти, розроблені для викладання кліматичних змін і ВДЕ. У дослідженні представлено стратегії, які дозволяють інтегрувати ці теми у навчальні

програми на різних рівнях освіти.

У роботі Матвійчука А. та Іванчука А. [43] наголошується на тому, що в чинних українських навчальних програмах існують прогалини в частині висвітлення питань енергетики в 5–9 класах, що свідчить про необхідність розробки інтегрованого освітнього контенту, який би формував у здобувачів освіти науково обґрунтовані уявлення про сучасну енергетику, її виклики та перспективи, забезпечуючи підґрунтя для професійного самовизначення і сприяючи вибору кар'єрної траєкторії в енергетичній галузі. Результати дослідження засвідчують нагальну потребу в системній інтеграції знань про сучасну енергетику, зокрема «зелену» енергетику та енергозбереження, в освітній процес закладів загальної середньої та професійної освіти. Авторами була запропонована система лабораторних робіт у рамках практично-технічної підготовки майбутніх електротехнічних працівників, що сприяє формуванню предметних компетентностей і забезпечує засвоєння фундаментальних знань про будову, принципи дії та параметри сучасних джерел електроенергії. Це особливо актуально в контексті розвитку STEM/STEAM/STREAM-освіти, яка вимагає міждисциплінарного підходу і впровадження знань про екологічно безпечні технології в навчальний зміст.

Результати дослідження Абасова А. [26] в українських школах свідчать про ефективність інтеграції екологічної складової в процес навчання фізики шляхом застосування особистісно-діяльнісного підходу, проєктних, дослідницьких та інтерактивних методів. Встановлено, що такі підходи сприяють не лише глибшому засвоєнню фізичних понять, а й формуванню екологічної компетентності учнів, зокрема розвитку критичного мислення, комунікативних навичок і відповідального ставлення до довкілля. Важливим є те, що лабораторні роботи, практичні заняття та позакласна діяльність, орієнтовані на дослідження реальних екологічних проблем, дозволяють учням на практиці оцінити вплив фізичних процесів на навколишнє середовище. Отже, інтеграція екологічних тем у навчальні програми з фізики розширює функціональні можливості шкільної освіти, трансформуючи її в інструмент

сталого розвитку.

У роботі Санковської І. [48], присвяченій формуванню в учнів початкової школи навичок раціонального використання енергії, пропонуються важливі кроки для впровадження тем енергозбереження та енергоефективності в навчальний процес. Особливу увагу приділено формуванню в учнів початкових класів навичок раціонального використання енергії, що є важливим етапом у їхній екологічній освіті. Пропоновані уроки і вправи сприяють розвитку відповідального ставлення до енергоресурсів та зменшення споживання енергії, що є критично важливим в умовах війни. Пропоновані вправи уроку включають перегляд відео та анімацій, завдання на з'єднання термінів, складання тематичного кросворду, поради з енергозбереження, вивчення поняття енергоаудиту, а також обговорення енергетичної безпеки та ВДЕ.

У статті О. Шестидесатної [50] розглядається важливість впровадження в навчальний процес знань про альтернативні джерела енергії, зокрема геотермальну енергію, в контексті обмежених ресурсів та екологічної стійкості. Автор акцентує увагу на потенціалі геотермальних ресурсів, зокрема в Карпатах, Криму та Дніпро-Донецькій западині, та на можливостях розвитку геотермальної енергетики для забезпечення енергоефективності й збереження природних ресурсів. Стаття підкреслює важливість цього аспекту в шкільній географії, щоб сформувати в учнів розуміння важливості альтернативної енергетики для сталого розвитку країни.

Osetkiewicz та співавт. (2017) [15] аналізують польський досвід освіти для сталого розвитку. Автори зазначають, що включення блоків про ВДЕ в освітній процес сприяє підвищенню обізнаності учнів про енергетичні ресурси та екологічні виклики.

Kandpal і Broman (2014) [12] виконали глобальний огляд освіти з відновлюваної енергетики. Їхнє дослідження показує, що інтеграція цієї тематики в освітні програми сприяє формуванню екологічної свідомості на всіх рівнях суспільства.

Суспільне усвідомлення потреби переходу до ВЕ є вкрай важливим. Так у дослідженні Agbonifo (2021) [2] проведено аналіз можливостей і бар'єрів розвитку відновлюваної енергетики у контексті глобальної енергетичної політики. Автор наголошує, що відновлювана енергетика є ключовим чинником забезпечення сталого розвитку, оскільки дозволяє задовольняти потреби нинішніх поколінь без шкоди для майбутніх. Стаття підкреслює необхідність інтеграції ВДЕ у три взаємопов'язані виміри сталості: екологічний, економічний і соціальний. Серед основних бар'єрів розвитку відновлюваної енергетики визначено недостатню узгодженість енергетичної політики, обмежений доступ до технологій, специфічні економічні умови країн, інвестиційні проблеми та виклики, пов'язані зі зростанням населення. Попри значний прогрес, станом на 2020 рік понад 79% світового споживання енергії припадало на викопні види палива, що свідчить про потребу в прискоренні енергетичного переходу. Автор робить висновок, що для забезпечення енергетичної безпеки, економічного розвитку та екологічної стабільності необхідно кардинально переглянути глобальні енергетичні стратегії та перейти до моделей сталого енергоспоживання, де відновлювана енергетика відіграє центральну роль.

Отже, інтеграція тематики ВДЕ в освітній процес на рівні шкіл є важливим кроком для формування екологічної свідомості молоді. Поєднання інтерактивних методів навчання, тематичних занять та проєктної діяльності є найбільш ефективними засобами для досягнення цієї мети. Такий підхід дозволяє не лише підвищити обізнаність учнів, а й сформувати у них відповідальне ставлення до природних ресурсів та енергоспоживання, що є необхідним для сталого розвитку суспільства.

2.2. Аналіз шкільних програм з географії щодо висвітлення тематики енергетики та альтернативних енергетичних ресурсів. Пропозиції щодо поглиблення та удосконалення змісту

З метою подальшої розробки пропозицій щодо інтеграції знань про альтернативну енергетику та ВДЕ у шкільний курс географії та поглиблення вивчення відповідної тематики школярами було проведено аналіз чинних навчальних програм з географії для закладів загальної середньої освіти [29, 30, 31, 32], затверджених Міністерством освіти і науки України.

У процесі аналізу було визначено теми та змістові блоки (табл. 1), що наразі присутні в чинних навчальних програмах з географії і мають безпосередній або опосередкований зв'язок із тематикою альтернативної енергетики. Зокрема, були ідентифіковані розділи, присвячені енергетичним ресурсам, природним умовам та потенціалу окремих регіонів світу й України, питанням сталого розвитку, глобальним екологічним проблемам, а також змінам клімату та використанню відновлюваних природних ресурсів.

Таблиця 1

Теми навчальних програм з географії для закладів загальної середньої освіти, що мають безпосередній або опосередкований зв'язок із тематикою альтернативної енергетики

**Примітка. У змісті навчального матеріалу деякі компоненти, що не мають безпосереднього або опосередкованого зв'язку тематикою альтернативно енергетики, наведено в скороченому вигляді*

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
Навчальна програма з географії для 6 – 9 класів закладів загальної середньої освіти [32]		
6 клас		
РОЗДІЛ IV. Планета людей Тема 3. Вплив людини на природу	Зміст: Зміни компонентів географічної оболонки під впливом людської діяльності. Зміни природних комплексів Землі. Забруднення довкілля та його охорона. Діяльнісний компонент: характеризує види господарської діяльності та її наслідки у своєму населеному пункті; Ціннісний компонент: оцінює вплив людини на природу, рівень забруднення навколишнього середовища в результаті різних видів	Зміст: вплив енергетики та спалювання викопного палива на стан довкілля (забруднення повітря, зміни клімату); зв'язок між споживанням енергії, станом довкілля і необхідністю альтернативних технологій; шляхи утилізації твердих побутових відходів та їх використання в якості сировини та джерела енергії.

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	господарської діяльності; висловлює судження про заходи щодо усунення негативних наслідків господарської діяльності у своєму населеному пункті; розробляє за допомогою членів родини міні-проект з утилізації побутових відходів.	Дослідження: знайти інформацію, яка частина викидів утворюється внаслідок спалювання викопних видів палива, дослідити глобальні та державні ініціативи з вирішення цієї проблеми
7 клас		
РОЗДІЛ VI. Вплив людини на природу материків та океанів Тема 1. Використання природних багатств материків та океанів	Зміст: Природні багатства материків та океанів, їх основні види. Наслідки використання ресурсів людиною. Порушення природної рівноваги. Антропогенні ландшафти. Діяльнісний компонент: пояснює зміни природних комплексів під впливом людської діяльності Ціннісний компонент обґрунтовує зміни природних умов внаслідок інтенсивного природокористування; оцінює наслідки використання людиною природних багатств материків і океанів; дає господарську оцінку природним ресурсам.	Зміст: Проблема глобального потепління. Поняття та використання альтернативних енергетичних ресурсів (сонячної, вітрової енергії, гідроенергії, геотермальної енергії та біомаси) Практичне завдання: визначити в межах материків та прибережних частин морів та океанів райони з високим потенціалом альтернативних енергетичних ресурсів (наприклад, Атлантичне узбережжя Європи для ВЕС, пустелі Африки для СЕС і т. п.)
РОЗДІЛ VI. Вплив людини на природу материків та океанів Тема 2. Екологічні проблеми материків та океанів	Зміст: Забруднення навколишнього середовища. Види забруднення, основні джерела їх надходження. Міжнародне співробітництво у розв'язанні екологічних проблем. Міжнародні організації з охорони природи. Діяльнісний компонент: розрізняє основні види забруднення довкілля: хімічне, радіаційне, біологічне, теплове, звукове; прогнозує зміни природних умов під впливом людської діяльності; Ціннісний компонент: висловлює судження про шляхи розв'язування екологічних проблем материків та океанів; оцінює роль міжнародного співробітництва у розв'язуванні проблем взаємодії природи і суспільства.	Зміст: аналіз екологічних загроз від енергетики: нафтові розливи, парниковий ефект від спалювання вугілля, нафти і газу, вплив дамб на річкові екосистеми Дослідження: роль відновлюваних джерел енергії та енергетичної трансформації на скорочення викидів забруднюючих речовин та парникових газів
8 клас		
Розділ III. Природні умови і ресурси України Тема 1. Рельєф, тектонічна та геологічна будова, мінеральні ресурси	Знання: Корисні копалини України, їх класифікація за використанням, закономірності поширення. Паливні корисні копалини. Діючі та перспективні басейни й райони видобування вугілля, нафти, природного газу, торфу. Рудні та нерудні корисні копалини: басейни, райони залягання та видобування. Мінеральні води та грязі. Проблеми раціонального використання мінеральних ресурсів. Особливості геологічної будови, рельєфу та мінеральних ресурсів своєї місцевості. Діяльнісний компонент: Знаходить і показує на картах різного масштабу: басейни і родовища корисних копалин Ціннісний компонент: обґрунтовує необхідність раціонального використання природних ресурсів; оцінює вплив людини на рельєф, наслідки	Знання: геотермальний тепловий потік, геотермальні ресурси, залежність розміщення геотермальних ресурсів (Передкарпаття, Закарпаття) від геологічної будови; альтернативні види палива, техногенні мінеральні ресурси (газ з органічних відходів, газ каналізаційно-очисних станцій, біогаз, та вторинні енергетичні ресурси, до яких належать доменний та коксівний гази, газ метан дегазації вугільних родовищ) Практичне завдання: проаналізувати карти теплового потоку, температури порід надр та гідротермальних вод, навести приклади місць в Україні, перспективних для геотермальної енергетики.

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	видобування корисних копалин та необхідність охорони надр;	
Розділ III. Природні умови і ресурси України Тема 2. Клімат і кліматичні ресурси	Знання: Кліматотвірні чинники: сонячна енергія, циркуляція атмосфери, підстильна поверхня, їх взаємодія. Розподіл сонячної енергії в земній поверхні. Повітряні маси, що впливають на територію України. Атмосферні фронти, циклони та антициклони. Кліматичні показники: температура, опади, коефіцієнт зволоження та їх розподіл на території України. Річний та сезонний хід кліматичних показників. Кліматична карта. Регіональні відмінності клімату. Кліматичні ресурси. Неприятливі погодно-кліматичні явища. Вплив погодно-кліматичних умов на здоров'я і господарську діяльність людини. Охорона атмосферного повітря. Кліматичні особливості своєї місцевості. Діяльнісний компонент: характеризує особливості розподілу сонячної енергії, напрямки руху атмосферних фронтів, циклонів та антициклонів, річний розподіл кліматичних показників у межах України; Ціннісний компонент: оцінює можливість використання кліматичних ресурсів у різних сферах господарської діяльності в Україні та у побуті.	Зміст: використання сонячних та вітрових ресурсів для виробництва енергії, значення сумарної сонячної радіації та швидкості вітру, що свідчать про можливість будівництва сонячних та вітрових електростанцій Практичне завдання: проаналізувати, де в Україні можна ефективно розміщувати СЕС або ВЕС
Розділ III. Природні умови і ресурси України Тема 3. Води суходолу і водні ресурси	Зміст: Склад вод суходолу. Поверхневі води. Річки. Будова річкової долини. Основні річкові басейни та системи. Вплив рельєфу на річки. Характер течії. Падіння, похил річки. Вплив клімату на формування річкової системи. Живлення і режим річок, густота річкової мережі. Річковий стік, витрати води. Озера, їх типи. Болота, їх типи і поширення, причини заболочення. Водосховища та канали. Підземні води. Основні артезіанські басейни. Водні ресурси України, шляхи їх раціонального використання та охорони. Води суходолу своєї місцевості. Діяльнісний компонент: Знаходить та показує на картах різного масштабу водні об'єкти суходолу в межах України; визначає падіння та похил річки; характеризує водні об'єкти України, шляхи раціонального використання водних ресурсів; порівнює гідрографічні особливості водних об'єктів; аналізує можливості використання водних ресурсів. Ціннісний компонент: усвідомлює необхідність охорони водних ресурсів України; оцінює наявні водні ресурси своєї місцевості	Зміст: використання гідрологічних ресурсів для виробництва енергії, вплив великих та малих гідроелектростанцій на екосистеми річок; вплив ухила та повноводності річки на енергетичний потенціал водного потоку Практичне завдання: визначення регіонів України з найбільшим гідроенергетичним потенціалом; знайти приклади негативного впливу ГЕС на довкілля та проаналізуйте шляхи їх усунення; знайти приклади будівництва гідрологічних споруд - рибоходів
Розділ III. Природні умови і	Знання: Використання природно-ресурсного потенціалу України. Основні види забруднень довкілля в Україні. Вплив екологічної ситуації на життєдіяльність населення. Природно-заповідний	Зміст: поняття сталого природокористування: як збалансувати потреби суспільства в енергоресурсах і збереження довкілля;

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
ресурси України Тема 8. Природо-користування	фонд України. Національна екологічна мережа. Моніторинг навколишнього середовища. Основні заходи щодо раціонального використання природних ресурсів та охорони довкілля. Природокористування в умовах сталого розвитку. Діяльнісний компонент: характеризує сучасну екологічну ситуацію в Україні; аналізує природно-ресурсний потенціал у різних регіонах України, аспекти раціонального природокористування, вплив екологічної ситуації на здоров'я населення; Ціннісний компонент: оцінює переваги створення національної екологічної мережі, наслідки використання й охорони природних умов та природних ресурсів України	традиційне (використання викопних ресурсів) та альтернативне (використання відновлюваних джерел енергії). Концепція «енергетичний перехід»: необхідність переходу на ВДЕ для збереження ресурсів і боротьби зі зміною клімату. Кроки та цілі України для енергетичного переходу. Дослідження: Порівняльний аналіз впливу традиційних (вугільних, нафтових, газових) і альтернативних (сонячних, вітрових, гідро- і геотермальних) джерел енергії на довкілля. Визначити, які регіони України мають потенціал для традиційної енергетики (вугілля, нафта, газ) і які для ВДЕ; висловити припущення, де природокористування може бути більш сталим у майбутньому.
9 клас		
Розділ III. Вторинний сектор господарства Тема 1. Виробництво та постачання електроенергії	Знання: Значення електроенергетики. Типи електростанцій, основні чинники їх розміщення. Паливно-енергетичний баланс. Електроенергетика України. Найбільші ТЕС, АЕС, ГЕС, ЛЕП. Використання відновлюваних джерел енергії. Підприємства електроенергетики свого регіону. Електроенергетика світу. Найбільші країни-виробники та країни-споживачі електроенергії в світі. Відмінності в структурі виробництва електроенергії на електростанціях різних типів у країнах світу. Практична робота (на вибір учителя) Позначення на контурній карті України найбільших електростанцій та пояснення чинників їх розміщення. Побудова та аналіз діаграм виробництва електроенергії на електростанціях різних типів в Україні, країнах Європи та світу Діяльнісний компонент: Знаходить і показує на картах різного масштабу ГЕС (ГАЕС), АЕС, ТЕС; порівнює структуру виробництва електроенергії в Україні та провідних державах світу. Ціннісний компонент: оцінює перспективи використання відновлюваних джерел енергії різних видів у світі, Україні та своєму регіоні; виявляє переваги і недоліки виробництва електроенергії на різних типах електростанцій.	Знання: структура виробництва електроенергії з різних джерел в Україні, зростання частки ВДЕ за останні 10 років. Найбільші сонячні, вітрові та біо- електростанції, існуючі малі, міні- та мікро- ГЕС та геотермальні електростанції; енергетичний потенціал ВДЕ та його просторовий розподіл на території України, фактори, що впливають на розміщення об'єктів альтернативної енергетики; стислий огляд існуючих технологій альтернативної енергетики. Практичне завдання: Позначення на контурній карті України найбільших електростанцій, що використовують ВДЕ. Знайти приклади найбільших електростанцій на ВДЕ у світі.
Розділ V. Глобальні проблеми людства	Знання: Поняття про глобальні проблеми людства, причини їх виникнення. Екологічна проблема. Сировинна й енергетична проблеми. Демографічна й продовольча проблеми. Проблема	Зміст: Глобальні та регіональні ініціативи країн світу щодо вирішення глобальної енергетичної проблеми. Європейський зелений курс.

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	подолання відсталості країн, що розвиваються та ін. Взаємозв'язок глобальних проблем. Роль світової громадськості та міжнародних організацій у їх розв'язуванні. Сталий розвиток – стратегія людства на XXI століття. Дослідження: Прояв глобальних проблем у своєму регіоні. Діяльнісний компонент: аналізує сутність, причини виникнення, особливості розвитку сучасних глобальних проблем; показує на карті найбільші в світі райони екологічної катастрофи. Ціннісний компонент: оцінює наслідки прояву глобальних проблем для окремих регіонів і країн світу, роль світової громадськості та міжнародних організацій у їх розв'язуванні; обґрунтовує можливі шляхи подолання глобальних проблем	Національний план енергетики та клімату України. Практичне завдання: розробити план переходу регіону на ВДЕ
Навчальна програма для 8-9 класів з географії з поглибленим вивченням за новим Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти [29]		
8 клас		
Розділ III. Природні умови і ресурси України Тема 1. Геологічна будова, тектонічні структури, рельєф та мінеральні ресурси України	Знання: Тектонічна та геологічна карти України. Вплив геологічної будови та тектоніки на діяльність людини. Мінеральні ресурси України їх класифікація за використанням, закономірності поширення, дослідження та проблеми раціонального використання. Географія паливних ресурсів: діючі та перспективні басейни й райони видобування вугілля, нафти, природного газу, торфу. Мінеральні води та грязі. Дослідження: Вплив видобутку корисних копалин на екологічний стан навколишнього природного середовища (на прикладі 2—3 видів корисних копалин). Діяльнісний компонент: знаходить і показує на картах басейни і родовища корисних копалин; встановлює взаємозв'язки між основними формами рельєфу, тектонічними структурами, корисними копалинами та геологічною будовою території; Ціннісний компонент: обґрунтовує необхідність раціонального використання природних ресурсів — корисних копалин та охорони надр; оцінює вплив людини на рельєф, наслідки видобування корисних копалин та необхідність охорони надр;	Знання: геотермальний тепловий потік, геотермальні ресурси, типи геотермальних ресурсів (гідротермальні, петрогеотермальні, субгеотермальні), залежність розміщення геотермальних ресурсів (Передкарпаття, Закарпаття, Дніпровсько-Донецька западина, узбережжя Чорного моря) від геологічної будови, перспективи використання теплового потоку для отримання енергії. Альтернативні види палива, включаючи біогаз, газ каналізаційно-очисних станцій, метан шахтної дегазації, техногенні енергетичні ресурси (доменний газ, коксівний газ), їхнє значення для зменшення викидів парникових газів та енергоефективності. Практичне завдання: проаналізувати карти теплового потоку, температури порід надр та гідротермальних вод, навести приклади місць в Україні, перспективних для геотермальної енергетики Дослідження: досвід використання теплових насосів в Україні
Розділ III. Природні умови і ресурси України	Знання: Клімат і кліматичні ресурси. Кліматотвірні чинники: сонячна енергія, циркуляція атмосфери, підстильна поверхня. Розподіл сонячної енергії по земній поверхні. Повітряні маси, що впливають на територію України. Атмосферні фронти, циклони та	Зміст: використання сонячних та вітрових ресурсів для виробництва енергії, залежність ефективності СЕС від рівня сумарної сонячної радіації та тривалості безхмарних днів, залежність ефективності ВЕС від

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
Тема 2. Клімат і кліматичні ресурси	антициклони. Взаємодія кліматотвірних чинників. Кліматичні показники: температура, вологість повітря, опади, та їх розподіл на території України, режим і коефіцієнт зволоження. Річний та сезонний хід кліматичних показників. Кліматична карта. Регіональні відмінності клімату. Кліматичні ресурси та їх використання. Вплив погодно-кліматичних умов на здоров'я і господарську діяльність людини. Охорона атмосферного повітря. Діяльнісний компонент: характеризує особливості розподілу сонячної енергії, напрямки руху атмосферних фронтів, циклонів та антициклонів, річний розподіл кліматичних показників у межах України; визначає за кліматичною картою особливості розподілу температури, повітря та опадів; Ціннісний компонент: оцінює можливість використання кліматичних ресурсів у побуті та в різних сферах господарської діяльності в Україні	середньорічної швидкості вітру, особливості вітрового режиму у передгірських і приморських зонах та вплив на можливість будівництва ВЕС; значення сумарної сонячної радіації та швидкості вітру, що свідчать про можливість будівництва сонячних та вітрових електростанцій Практичне завдання: проаналізувати карти сонячної радіації та середньої швидкості вітру в Україні та визначити райони, де доцільно будувати сонячні електростанції та вітропарки; представити результати у вигляді порівняльної таблиці.
Розділ III. Природні умови і ресурси України Тема 3. Води суходолу і водні ресурси	Зміст: Води суходолу і водні ресурси України, їх склад, різноманіття та екологічний стан. Поверхневі води. Річки. Основні річкові басейни та системи. Вплив рельєфу на річки. Характер течії. Падіння, похил річки. Вплив клімату на формування річкової системи. Живлення і водний режим річок, густина річкової мережі. Річковий стік, витрати води. Твердий стік. Водні об'єкти антропогенного походження: водосховища, стави та канали. Підземні води. Основні артезіанські басейни. Водні ресурси України, шляхи їх раціонального використання та охорони для подальшого збалансованого розвитку держави. Практичні роботи Розв'язування задач на визначення падіння та ухилу річища, витрат води річки. Дослідження (на вибір) Аналіз екологічних проблем малих річок України (на прикладі річок своєї місцевості). Аналіз забезпеченості водними ресурсами різних територій України. Діяльнісний компонент: характеризує водні об'єкти України, шляхи раціонального використання водних ресурсів; знаходить та показує на картах різного масштабу водні об'єкти суходолу в межах України; визначає падіння та похил річки; порівнює гідрографічні особливості водних об'єктів; аналізує можливості використання водних ресурсів. Ціннісний компонент: оцінює наявні водні ресурси країни, рівень раціональності їх використання;	Зміст: використання гідрологічних ресурсів для виробництва енергії, залежність потенціалу річок від ухилу, повноводності та живлення, вплив великих та малих ГЕС на екосистеми річок, негативні наслідки будівництва водосховищ, вплив ГЕС на іхтіофауну і можливі рішення через встановлення рибоходів та екокоридорів. Історія будівництва малих ГЕС в Україні Практичне завдання: визначення регіонів України з найбільшим гідроенергетичним потенціалом; знайти приклади негативного впливу ГЕС на довкілля та проаналізуйте шляхи їх усунення; знайти приклади будівництва гідрологічних споруд - рибоходів

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	усвідомлює необхідність охорони водних ресурсів України	
Розділ III. Природні умови і ресурси України Тема 8. Природо-користування	Знання: Природно-ресурсний потенціал України та його використання. Основні види забруднень довкілля в Україні. Вплив екологічної ситуації на життєдіяльність населення. Основні заходи щодо раціонального використання природних ресурсів та охорони довкілля. Природокористування в умовах збалансованого (сталого) розвитку та його ресурсно-екологічні аспекти.. Діяльнісний компонент: пояснює вплив екологічної ситуації на здоров'я людини; характеризує сучасну екологічну ситуацію в Україні; аналізує природно-ресурсний потенціал різних регіонів України, аспекти раціонального природокористування Ціннісний компонент: оцінює переваги створення національної екологічної мережі, наслідки використання й охорони природних умов та природних ресурсів України; оцінює вплив екологічної ситуації на здоров'я населення.	Зміст: поняття сталого природокористування: як збалансувати потреби суспільства в енергоресурсах і збереження довкілля; традиційне (використання викопних ресурсів) та альтернативне (використання відновлюваних джерел енергії). Концепція «енергетичний перехід»: необхідність переходу на ВДЕ для збереження ресурсів і боротьби зі зміною клімату. Кроки та цілі України для енергетичного переходу. Дослідження: Порівняльний аналіз впливу традиційних (вугільних, нафтових, газових) і альтернативних (сонячних, вітрових, гідро- і геотермальних) джерел енергії на довкілля. Визначити, які регіони України мають потенціал для традиційної енергетики (вугілля, нафта, газ) і які для ВДЕ; висловити припущення, де природокористування може бути більш сталим у майбутньому. Написання короткого есе на тему «Як забезпечити сталість природокористування в енергетиці України»
9 клас		
Розділ III. Вторинний сектор господарства Тема 1. Виробництво та постачання електроенергії	Знання: Значення електроенергетики. Типи електростанцій, основні чинники їх розміщення. Паливно-енергетичний баланс України та світу. Використання відновлюваних джерел енергії. Електроенергетика України. Найбільші ТЕС, АЕС, ГЕС(ГАЕС), ЛЕП. Джерела вуглеводневого та атомного палива для української енергетики – країни та компанії. Підприємства електроенергетики свого регіону. Електроенергетика світу. Найбільші країни-виробники та країни-споживачі електроенергії в світі. Відмінності в структурі виробництва електроенергії на електростанціях різних типів у країнах світу. <i>Практична робота (на вибір учителя)</i> Позначення на контурній карті України найбільших електростанцій та пояснення чинників їх розміщення.	Знання: структура виробництва електроенергії з різних джерел в Україні, зростання частки ВДЕ за останні 10 років. Найбільші сонячні, вітрові та біо- електростанції, існуючі малі, міні- та мікро- ГЕС та приклади розвитку геотермальної енергетики в Україні та світі. Основні чинники розміщення об'єктів альтернативної енергетики: технічні, фізико-географічні, екологічні, соціально-економічні. Стислий огляд сучасних технологій: фотоелектричні панелі, вітрогенератори, біогазові установки, хвильові електростанції, геотермальні теплові насоси та ін. Практичне завдання: Позначення на контурній карті України найбільших електростанцій, що використовують ВДЕ. Знайти приклади найбільших електростанцій на ВДЕ у світі.

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	Побудова та аналіз діаграм виробництва електроенергії на електростанціях різних типів в Україні, країнах Європи та світу Діяльнісний компонент: Знаходить і показує на картах різного масштабу ГЕС (ГАЕС), АЕС, ТЕС; порівнює структуру виробництва електроенергії в Україні та провідних державах світу. Ціннісний компонент: оцінює перспективи використання відновлюваних джерел енергії різних видів у світі, Україні та своєму регіоні; виявляє переваги і недоліки виробництва електроенергії на різних типах електростанцій.	
Розділ V. Глобальні проблеми людства	Знання: Поняття про глобальні проблеми людства, причини їх виникнення та способи подолання. Глобальні проблеми: екологічна (глобальне потепління, озонові діри, забруднення навколишнього середовища, зниження біорізноманіття, парниковий ефект, забруднення морів і океанів; забруднення атмосфери); вичерпання та забезпечення людства ресурсами; використання ресурсів Світового океану; недооцінка глобальних загроз існуванню людства, глобальних катастроф, тощо. Взаємозв'язок глобальних проблем. Роль світової громадськості та міжнародних організацій у їх розв'язуванні. Сталий розвиток – стратегія людства на XXI століття. Дослідження: Прояв глобальних проблем у своєму регіоні. Діяльнісний компонент: аналізує сутність, причини виникнення, особливості розвитку сучасних глобальних проблем; показує на карті найбільші в світі райони екологічної катастрофи. Ціннісний компонент: оцінює наслідки прояву глобальних проблем для окремих регіонів і країн світу, роль світової громадськості у їх розв'язуванні	Зміст: Глобальні та регіональні ініціативи країн світу щодо вирішення глобальної енергетичної проблеми. роль Європейського зеленого курсу, Паризької кліматичної угоди та національного плану енергетики і клімату України у стимулюванні розвитку ВДЕ, інтеграція України до міжнародної екологічної політики. Практичне завдання: розробити план переходу регіону на ВДЕ Дослідження: Проаналізувати цілі розвинених країн світу щодо енергетичного переходу та порівняти їх з цілями України
<i>Навчальна програма з географії для 10 – 11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту) [31]</i> <i>Навчальна програма з географії для 10 – 11 класів закладів загальної середньої освіти (профільний рівень) [30]</i>		
10 клас		
Розділ I. ЄВРОПА Тема 1. Загальна характеристика Європи	Знання: Особливості економіко-географічного положення Європи. Склад регіону. Типи країн Європи за рівнем економічного розвитку. Інтеграційні процеси. Міжнародні організації в Європі. Природні умови і ресурси регіону. Особливості економіки країн Європи. Первинний сектор економіки. Добувна промисловість: основні райони видобування палива, рудної та нерудної сировини. Сільське господарство. Лісове	Зміст: регіональні відмінності у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Європі; лідери Європи у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Європи за джерелами; використання ГІС-сервісів для оцінки енергетичного потенціалу територій. Практичне завдання: за допомогою

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	господарство. Вторинний сектор економіки. Переробна промисловість. Основні регіони промисловості. Реіндустріалізація. Зв'язки України з країнами Європи. Практична робота: Порівняльна характеристика структури промислового виробництва двох економічно розвинених невеликих країн Європи (на вибір учнів). Орієнтовні теми для досліджень (за вибором): 1. Інтеграційні та дезінтеграційні процеси у Європі. 2. Відновна електроенергетика в країнах Європи: регіональні особливості та відмінності. 3. Структура й просторова організація виробництва чорних металів у країнах Європи. Діяльнісний компонент: здійснює необхідні обчислення для оцінювання забезпеченості окремих країн мінеральними ресурсами; порівнює чинники міжнародної спеціалізації економічно розвинених країн і країн з перехідною економікою; обґрунтовує особливості спеціалізації сільського господарства та розміщення основних осередків переробної промисловості в Європі; пояснює причини вузької спеціалізації промислового виробництва економічно розвинених невеликих країн Європи; вирізняє особливості економіки країн Європи, зумовлені регіональною інтеграцією. Оцінно-ціннісний компонент: робить висновки про причини нерівномірності економічного розвитку країн і субрегіонів Європи	глобального атласу ВДЕ IRENA визначити країни Європи з найбільшим потенціалом сонячної, вітрової, геотермальної енергії та гідроенергії. Нанести на контурну карту найбільші об'єкти альтернативно енергетики. Дослідження: 1. Відновлювана електроенергетика в країнах Європи: регіональні відмінності і чинники розвитку; 2. Просторові особливості виробництва енергетичного обладнання у Європі; 3. Механізм торгівлі електроенергією між європейськими країнами та роль гарантій походження електроенергії з ВДЕ.
Розділ II. АЗІЯ Тема 1. Загальна характеристика Азії	Структура знань включає компоненти, подібні змістовним розділам Темі 1. «Загальна характеристика Європи»	Зміст: регіональні відмінності у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Азії; лідери Азії у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Азії за джерелами; Практичне завдання: Нанести на контурну карту найбільші ВЕС, СЕС та ГЕС в Азії; дослідити залежність впровадження ВДЕ від природно-кліматичних чинників. Дослідження: аналіз енергетичного переходу в Китаї та Індії; роль критичної сировини в енергетичній трансформації Азії; вирощування енергетичних культур для виробництва біопалив у Південно-Східній Азії.
Розділ III. ОКЕАНІЯ Тема 1. Австралія	Структура знань включає компоненти, подібні змістовним розділам Темі 1. «Загальна характеристика Європи»	Зміст: регіональні особливості у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Австралії; структура виробництва енергії за джерелами; зростання ролі

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
		ВДЕ, особливо сонячної енергетики у посушливих регіонах; Практичне завдання: за допомогою вебатласу ВДЕ Австралії проаналізувати енергетичний потенціал різних джерел енергії; нанести на контурну карту найбільші об'єкти альтернативної енергетики. Дослідження: обсяги виробництва енергії з відновлюваних джерел в Австралії; перспективи використання Австралії як глобального експортера «зеленого» водню; аналіз ролі кліматичних умов у розвитку альтернативної енергетики на континенті.
Розділ III. ОКЕАНІЯ Тема 2. Мікронезія, Меланезія, Полінезія	Структура знань включає компоненти, подібні змістовним розділам Тем 1. «Загальна характеристика Європи»	Зміст: специфіка природних умов і ресурсів малих острівних держав; обмеженість традиційних ресурсів та переваги переходу на ВДЕ; розвиток сонячної, вітрової та хвильової енергетики на островах; роль міжнародної допомоги у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Океанії за джерелами; Дослідження: роль альтернативної енергетики в енергетичній безпеці малих острівних країн; впровадження систем автономного енергопостачання в умовах острівної географії; аналіз можливостей та прикладів використання енергії хвиль і припливів у Океанії.
Розділ IV. АМЕРИКА Тема 1. Загальна характеристика Америки	Структура знань включає компоненти, подібні змістовним розділам Тем 1. «Загальна характеристика Європи»	Зміст: Просторова організація енергетики Америки; розвиток ВДЕ у США, Канаді, Бразилії; обсяги виробництва електроенергії з відновлюваних джерел у регіонах Америки; регіональні відмінності у використанні ВДЕ в Південній та Північній Америці; лідери серед країн Америки у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Америки за джерелами; Практичне завдання: за допомогою глобального атласу ВДЕ IRENA та вебкартам Renewable Energy Maps США визначити регіони з найбільшим потенціалом сонячної, вітрової, геотермальної енергії, біо- та гідроенергії. Нанести на контурну

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
		карту найбільші об'єкти альтернативно енергетики Дослідження: проаналізувати використання біомаси для енергетики у Бразилії; глобальні ланцюги постачання обладнання для ВДЕ у Америці; геотермальна енергетика у США; торгівля електроенергією між країнами Північної Америки.
Розділ V. АФРИКА Тема 1. Загальна характеристика Африки	Структура знань включає компоненти, подібні змістовним розділам Темі 1. «Загальна характеристика Європи»	Зміст: регіональні відмінності у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Африки; лідери Африки у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Африки за джерелами; регіональні відмінності в рівні енергозабезпеченості та розвитку альтернативної енергетики; перспективи розвитку біоенергетики та вирощування енергетичних культур. Практичне завдання: за допомогою глобального атласу ВДЕ IRENA визначити країни Африки з найбільшим потенціалом сонячної, вітрової, геотермальної енергії, біо- та гідроенергії. Нанести на контурну карту Африки найбільші об'єкти альтернативно енергетики. Дослідження: визначити райони великих гідроенергетичних проєктів, вплив великих гідроенергетичних споруд на екосистеми Африки (приклад ГЕС Гранд Ефіопіан Ренесанс); використання сонячної енергії для забезпечення сільських районів Африки; роль вирощування енергетичних культур у боротьбі з енергетичною бідністю на континенті.
Розділ VI. УКРАЇНА В МІЖНАРОДНОМУ ПРОСТОРИ Тема 2. Україна в системі глобальних економічних відносин	Знання: Просторові аспекти міжнародних економічних зв'язків України з регіонами та країнами світу. Участь України в процесах європейської економічної інтеграції. Місце України в системі глобальних економічних відносин у контексті сталого розвитку Діяльнісний компонент: характеризує місце України на світових ринках товарів та послуг, капіталу. Оцінно-ціннісний компонент: оцінює: зміни міжнародної спеціалізації України у зв'язку з інтеграцією в Європейський економічний простір; пропонує шляхи оптимізації зовнішньо-	Зміст: Участь України у глобальних енергетичних ініціативах; перспективна роль України на ринку критичної сировини (літій, титан), європейському ринку електроенергії, біопалива; можливості розвитку виробництва обладнання для ВДЕ в Україні. Практичне завдання: скласти контурну карту основних об'єктів ВДЕ в Україні; проаналізувати дані про експорт-імпорт енергетичного обладнання України. Дослідження: проаналізувати

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	економічної діяльності України в контексті сталого розвитку.	перспективи України як виробника критичних матеріалів для альтернативної енергетики; дослідити зобов'язання України щодо енергетичного переходу; впровадження в Україні гарантій походження електроенергії та їх значення для інтеграції в європейський ринок електроенергії.
11 клас		
Розділ II. Загальні закономірності географічної оболонки Землі Тема 3. Геологічне середовище людства	Знання: Властивості літосфери. Поняття «геологічне середовище людства». Тектоніка літосферних плит. Процеси в надрах і на поверхні Землі, їхні наслідки. Ресурсні властивості літосфери. Гірські породи та закономірності їх поширення. Мінеральні ресурси як чинник розташування видобувних і матеріало-, паливомістких виробництв. Забезпеченість мінеральними ресурсами. Вплив людини на літосферу. Глобальна ресурсна проблема людства. Практична робота: Встановлення за тематичними картами материків та України зв'язку між тектонічними структурами, рельєфом, мінеральними ресурсами і густотою населення, розташуванням видобувних, матеріало-, паливомістких виробництв. Дослідження: 1. Причини заселення схилів вулканів. 2. Сучасні вимоги до будівництва у районах з високою сейсмічністю Діяльнісний компонент: визначає тектонічні структури за формами рельєфу і основними видами корисних копалин (на основі тематичних і комплексних карт); порівнює тектонічну будову, рельєф, корисні копалини материків, їх частин; характеризує процеси в надрах і на поверхні Землі, їхні наслідки; розв'язує задачі на визначення показника забезпеченості країни окремими видами мінеральних ресурсів. Оцінно-ціннісний компонент: робить висновки про вплив геологічних процесів і рельєфу на розміщення населення, господарську діяльність; оцінює наслідки загострення ресурсної проблеми на планеті	Знання: зміна температури гірських порід з глибиною; геотермальний тепловий потік, геотермальні ресурси, типи геотермальних ресурсів (гідротермальні, петрогеотермальні, субгеотермальні), залежність розміщення геотермальних ресурсів від геологічної будови, перспективи використання теплового потоку для отримання енергії. Техногенні мінеральні ресурси (альтернативні види палива, включаючи біогаз, газ каналізаційно-очисних станцій, метан шахтної дегазації, техногенні енергетичні ресурси (доменний газ, коксівний газ)), приклади їх використання Практичне завдання: розв'язання задачі на визначення показника забезпеченості країн геотермальними та техногенними паливними ресурсами Дослідження: критичні мінерали і майбутнє відновлюваної енергетики
Розділ II. Загальні закономірності географічної оболонки Землі Тема 4. Атмосфера та системи Землі	Знання: Сонячно-земні взаємодії. Сонячне випромінювання, відмінності випромінювання і поглинання тепла повітрям, поверхнею гірських порід і води. Тропосфера: температурний режим, зміна атмосферного тиску, вітри, вологість, опади. Клімат. Кліматотвірні чинники. Кліматична карта. Карта кліматичних поясів. Характеристика типів клімату за кліматограмами. Вплив атмосфери на	Зміст: Потенціал атмосфери як джерела енергії (вітер, сонячна радіація); зміни клімату як фактор розвитку ВДЕ, тепла енергія доквілля та використання за рахунок теплових насосів. Практичне завдання: проаналізувати за кліматичними картами

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	літосферу: вивітрювання, рельєфоутворення. Кліматичні умови як чинник розселення і розташування виробництва та інфраструктурних об'єктів. Ресурсний потенціал атмосфери. Енергетичні кліматичні ресурси як чинник розвитку відновлюваної енергетики. Кліматичні зміни на планеті. Практична робота Визначення середніх температур та амплітуди їх коливань за добу, місяць, рік. Аналіз рози вітрів. Дослідження 1. Ресурсний потенціал атмосфери своєї місцевості та приклади його використання. 2. Система протидії засухам у своїй місцевості Діяльнісний компонент: <i>читає</i> кліматичні карти, графіки зміни (добової, місячної, річної) температури повітря, діаграми хмарності та розподілу опадів, рози вітрів; <i>пояснює</i> механізм утворення глобальних і місцевих систем потоків у тропосфері; <i>визначає</i> типи клімату за кліматограмами; <i>встановлює</i> сукупність чинників, що формують клімат певної місцевості; <i>характеризує</i> типи клімату; <i>порівнює</i> клімат окремих регіонів на материках і території України; Оцінно-ціннісний компонент: <i>оцінює</i> ресурсні властивості атмосфери; <i>усвідомлює</i> загрози кліматичних змін і забруднення атмосфери; <i>пропонує</i> способи розв'язування проблеми глобального потепління	найперспективніші території світу для розміщення ВЕС і СЕС; розрахувати середньорічне потенційне виробництво енергії у своїй місцевості за даними інсоляції. Дослідження: вплив зміни клімату на ефективність роботи ВЕС і СЕС у світі; роль атмосфери у забезпеченні глобальної енергетичної безпеки; вплив підстильної поверхні на швидкість вітру
Розділ II. Загальні закономірності географічної оболонки Землі Тема 5. Гідросфера та системи Землі	Знання: Запаси води на Землі. Світовий океан та його складові. Вплив процесів у літосфері на природу океанів. Вплив атмосферних процесів (явищ) на Світовий океан. Роль Світового океану у формуванні глобальних і місцевих систем повітряних потоків у нижніх шарах тропосфери. Ресурсний потенціал Світового океану та вплив людства на стан океанічних вод, запаси мінеральних, біологічних ресурсів. Води суходолу, чинники їх нерівномірного розподілу на материках та по території України. Взаємозв'язок геологічної будови, рельєфу і річкової мережі території. Вплив геологічних процесів на формування озер, пластів підземних вод. Взаємозв'язок клімату і вод суходолу. Прісна вода як ресурс і чинник розміщення населення та виробництва. Мінеральні й термальні води: поширення, використання. Водозабезпеченість регіонів і країн світу. Практична робота: Складання та аналіз схеми системи течій у Світовому океані; порівняння впливу холодної та теплої океанічних течій на клімат одного з материків.	Зміст: Використання енергії океанічних течій, хвиль, припливів; гідроенергетика як складова сталого енергопостачання; ризики і переваги гідроенергетичних проєктів. Типи обладнання для гідроелектростанцій. Практичне завдання: позначити на карті основні припливні електростанції світу; оцінити гідроенергетичний потенціал великих річок України за заданими параметрами. Дослідження: використання ресурсів океану для виробництва електроенергії; еволюція малих ГЕС у контексті захисту річкових екосистем.

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	Дослідження: 1. Система протидії паводкам, повеням, селям і лавинам в окремих районах України. 2. Карстовий рельєф як приклад взаємодії геосфер. 3. Прозорість води у річці (озері, ставку): від чого залежить і чому змінюється? Діяльнісний компонент: <i>розпізнає</i> на контурних картах різного масштабу частини Світового океану, найбільші річки, озера; <i>складає</i> характеристику вод певного регіону (країни) та України; <i>порівнює</i> водозабезпеченість окремих регіонів світу, України; <i>аналізує</i> систему течій у Світовому океані, густоту і конфігурацію річкової мережі території, режим річок; <i>розв'язує</i> задачі на визначення показника водозабезпеченості території. Оцінно-ціннісний компонент: <i>оцінює</i> ресурси Світового океану та прісних вод на суходолі, вплив запасів водних ресурсів на розташування водомістких	
Розділ III. Загальні суспільно-географічні закономірності світу Тема 3. Глобальна економіка	Знання: Поняття «глобальна економіка». Світовий ринок. Географічність міжнародної спеціалізації та кооперування виробництва. Міжнародний ринок товарів: сутність, інфраструктура, ціноутворення. Виробництво сільськогосподарської продукції у світі: природні, соціальні, економічні чинники, особливості просторової організації. Видобування й споживання паливних мінеральних ресурсів, глобальні ринки вугілля, нафти й природного газу та ін. Практична робота: Позначення на контурній карті (знаками руху) глобальних ланцюгів доданої вартості «<i>видобування алюмінієвої сировини – виробництво глинозему – виробництво первинного алюмінію – споживання алюмінію</i>». Дослідження: 1. Світовий ринок патентів: лідери й аутсайдери. 2. Роль транснаціональних компаній у розвитку машинобудівних та хімічних виробництв в Україні Діяльнісний компонент: <i>розрізняє</i> національні та інтернаціональні форми виробництва; <i>характеризує</i> особливості глобальних ланцюгів доданої вартості в металургії, автомобілебудуванні, електронних виробництвах тощо; <i>порівнює</i> економічні вигоди форм участі крани у міжнародній кооперації, ланцюгах доданої вартості; <i>установлює</i> домінуючі чинники розвитку і розміщення виробництв у країнах і регіонах; <i>уміє</i> знаходити інформацію про сучасний стан окремих виробництв і ринків; <i>аналізує</i> текстові, картографічні й статистичні матеріали з метою визначення особливостей і закономірностей просторової організації складників світової	Зміст: Глобальні процеси енергетичного переходу. Обсяги виробництва енергії з відновлюваних джерел у світі. Енергетичні ринки. Країни, що є світовими лідерами у сфері впровадження альтернативної енергетики. Вирощування енергетичних культур, виробництво біопалива. Практичне завдання: скласти карту найбільших експортерів обладнання для ВДЕ; позначити основні маршрути світової торгівлі електроенергією. Дослідження: роль глобальних ланцюгів постачання критичної сировини для виробництва обладнання альтернативної енергетики.

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
	економіки та місця в ній національних економік і транснаціональних компаній; <i>розробляє</i> просторові моделі світового господарства. Оцінно-ціннісний компонент: <i>оцінює</i> перспективи включення національних виробників у глобальні ланцюги доданої вартості; <i>висловлює</i> судження щодо процесу формування інформаційного суспільства; <i>робить</i> висновки щодо змін світових ринків у період глобалізації	
Розділ IV. Суспільна географія України Тема 3. Економіка України в міжнародному поділі праці	Знання: Сучасні риси національної економіки України. Конкурентні переваги України на світових ринках сільськогосподарської продукції, рудної сировини і металів. Сучасні тенденції та регіональні відмінності розвитку енергетики в Україні. Місце України в глобальних ланцюгах доданої вартості виробництва та реалізації електронної продукції. Ресурсний потенціал і перспективи розвитку рекреаційного комплексу в Україні. Сучасні форми просторової організації виробництва товарів і послуг в Україні. Досвід реалізації планів сталого (збалансованого) розвитку в різних країнах та стратегія збалансованого розвитку України. Практична робота: Аналіз секторальної структури економіки України. Дослідження: 1. Давальницька сировина у швейній індустрії України: позитивні й негативні аспекти для виробників і споживачів. 2. Офшорна розробка програмного забезпечення в Україні: основні центри, компанії. 3. Реалізація планів сталого (збалансованого) розвитку в різних країнах: успіхи і прорахунки. Діяльнісний компонент: <i>аналізує</i> секторальну структуру та регіональні відмінності господарства; <i>характеризує</i> чинники, що зумовили розвиток в Україні окремих виробництв товарів і послуг; <i>визначає</i> сучасні риси національного господарства, місце України на світових товарних ринках, чинники міжнародної спеціалізації країни; <i>вміє застосовувати</i> тематичні карти та статистичну інформацію для ілюстрації описів, характеристик, висновків; <i>розробляє</i> схеми ланцюгів доданої вартості. Оцінно-ціннісний компонент: <i>робить</i> висновки про оптимізацію структури економіки України та її міжнародної спеціалізації; <i>оцінює</i> територіальну структуру господарства країни за екологічними, соціальними, економічними критеріями; <i>оцінює</i> прояви глобальних викликів в Україні; <i>критично ставиться</i> до дій, проєктів, що нехтують глобальними викликами	Зміст: Регіональні особливості розвитку ВДЕ в Україні; вирощування енергетичних культур; сучасні тренди у використанні біопалив. Виробництво обладнання для енергетики (у т. ч. альтернативної) Торгівля електроенергією з ЄС Практичне завдання: побудувати карту розміщення біоенергетичних об'єктів в Україні; провести аналіз виробництва біопалива у регіонах України. Дослідження: просторовий аналіз вирощування енергетичних культур; перспективи розвитку біоенергетики в Україні.

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
Розділ V. Суспільно-географічне бачення глобальних проблем людства, глобальні стратегії і прогнози Тема 1. Глобальні проблеми людства (тільки в програмі профільного рівня)	Знання: Класифікації глобальних проблем людства. Територіальний аналіз екологічних проблем світу. Екологічна криза. Проблема захисту географічного середовища. Проблема раціонального використання мінеральних ресурсів промисловості. Проблема раціонального розвитку енергетики (пошук нових енергоносіїв і стримування теплового забруднення атмосфери). Проблема використання ресурсів Світового океану. Проблема раціонального використання земельних ресурсів і виробництва продовольства та ін. Практична робота: Порівняння динаміки показників ВВП (ВНП), ВВП (ВНП) на одну особу, темпів зростання ВВП (ВНП) країн «Великої сімки» і найменш розвинених країн. Дослідження: 1. Географія збройних конфліктів у сучасному світі. 2. Використання відновлюваних джерел енергії Світового океану. 3. Найменш розвинені країни світу: минуле, сучасне, майбутнє (на прикладі однієї з найбільш відсталих країн світу) Діяльнісний компонент: <i>розпізнає</i> прояви різних глобальних викликів у навколишньому середовищі; <i>розрізняє</i> прояви і причини глобальних проблем; <i>характеризує</i> сутність глобальних проблем людства; <i>визначає</i> шляхи розв'язування глобальних проблем; <i>обґрунтовує</i> взаємозв'язок глобальних викликів; <i>групує</i> глобальні виклики у територіальному розрізі; <i>пов'язує</i> причини відсталості країн з іншими глобальними проблемами. Оцінно-ціннісний компонент: <i>усвідомлює</i> необхідність об'єднання всіх країн світу для розв'язування глобальних проблем; <i>оцінює</i> прояви глобальних викликів в Україні, наслідки теплового забруднення атмосфери; <i>висловлює</i> власні судження щодо зростання розриву між розвиненими країнами і країнами, що відстали у своєму розвитку; <i>критично ставиться</i> до дій, проєктів, що нехтують глобальними викликами	Зміст: Глобальні процеси енергетичного переходу; перехід на ВДЕ як елемент боротьби зі зміною клімату; просторові відмінності у розвитку альтернативної енергетики. Практичне завдання: створити карту або діаграму країн-лідерів з виробництва електроенергії з ВДЕ; порівняти стратегії енергетичного переходу розвинених і країн, що розвиваються. Дослідження: Проаналізувати приклади національних стратегій переходу на ВДЕ; вплив глобальних викликів на енергетичні стратегії країн світу.
Розділ V. Суспільно-географічне бачення глобальних проблем людства, глобальні стратегії і прогнози Тема 2. Глобальні	Знання: Глобальна стратегія сталого, збалансованого розвитку. Поняття «глобальна екосистема». Техногенний вплив на географічну оболонку Землі. Екологічна криза. Основні види забруднення. Середовище існування людини та його якості. Прояви економічної кризи. Показники сталого (збалансованого) розвитку: природокористування, природоохоронні території, стан довкілля, економічний розвиток, раціональне господарювання. Сутність економічного, екологічного та соціального сталого розвитку. Підходи до розв'язання проблеми сталого	Зміст: Сталий розвиток і роль альтернативної енергетики у досягненні Цілей сталого розвитку (ціль 7); міжнародні зусилля щодо переходу на чисті джерела енергії. Практичне завдання: проаналізувати Національний план енергетики та клімату України; розробити план заходів для сталого розвитку на основі розвитку альтернативної енергетики у власному регіоні; проаналізувати приклади успішного переходу

Розділ програми та тема	Зміст навчального матеріалу та очікувані результати навчально-пізнавальної діяльності учнів*	Пропозиції з інтеграції знань щодо енергетики та альтернативних джерел
стратегії розвитку (тільки в програмі профільного рівня)	розвитку. Досвід реалізації планів сталого розвитку в різних країнах. Територіальний підхід у розв'язанні проблеми сталого розвитку на рівні окремих країн. Роль географії в забезпеченні сталого розвитку. Стратегія збалансованого розвитку України. Дослідження: 1. Реалізація планів сталого розвитку в різних країнах: успіхи і прорахунки Діяльнісний компонент: <i>розрізняє</i> прояви екологічної, соціальної, економічної кризи, сутність економічного, екологічного та соціального сталого розвитку; <i>характеризує</i> основні показники стратегії сталого розвитку; <i>застосовує</i> територіальний підхід у розв'язанні проблеми сталого розвитку на рівні окремих країн; <i>проектує</i> заходи збалансованого розвитку свого населеного пункту згідно з положеннями стратегії збалансованого розвитку України. Оцінно-ціннісний компонент: <i>висловлює власні судження</i> щодо можливості і доцільності використання в Україні, своїй місцевості досвіду реалізації планів сталого розвитку в інших країнах	(збільшення частки) на ВДЕ в країнах світу. Дослідження: роль альтернативної енергетики у забезпеченні сталого розвитку; інтеграція України до глобальних зелених енергетичних ринків.

Представлені у таблиці 1 теми навчальних програм створюють концептуальну основу для розширення змісту навчальних шкільних курсів з географії шляхом інтеграції знань про ВДЕ, сучасні технології їх використання та роль альтернативної енергетики у забезпеченні сталого розвитку суспільства. Частина тем уже містила окремі елементи вивчення ВДЕ, однак у запропонованих пропозиціях (колонка 3 таблиці 1) зміст було доповнено й розширено. Теми уроків 10–11 класів частково повторюють матеріал попередніх етапів навчання, водночас поглиблюючи його й адаптуючи до вікових особливостей учнів.

Програми 10–11 класів стандартного та профільного рівнів охоплюють однакові змістові напрями, що стосуються використання енергетичних ресурсів, за винятком останніх двох тем, які включено лише до профільного рівня. Пропозиції щодо доповнення змісту з метою інтеграції навчальних матеріалів з питань альтернативної енергетики та енергетичного переходу є спільними для обох програм. Водночас при викладанні географії за

профільною програмою доцільно акцентувати увагу на більш глибокому опрацюванні тематики через залучення учнів до дослідницької діяльності та виконання розширених практичних завдань, орієнтованих на аналіз процесів розвитку альтернативної енергетики та використання ВДЕ.

Наведені пропозиції щодо поглиблення змісту в частині вивчення ВДЕ не передбачають обов'язкового впровадження всіх зазначених компонентів. Учитель має можливість обирати з переліку ті елементи змісту та завдання, які найбільш доцільні для розширення й поглиблення знань учнів у сфері альтернативної енергетики.

Хоча окремі теми навчальних курсів не мають прямого зв'язку з енергетикою, однак вони безпосередньо стосуються екологічних проблем. У цьому контексті важливо акцентувати увагу учнів на тому, що використання викопного палива є одним із головних джерел забруднення атмосферного повітря та основним чинником глобального потепління, а енергетичний перехід на базі ВДЕ є одним із стратегічних рішень цієї глобальної проблеми.

Формування екологічної та енергетичної грамотності учнів у контексті глобальних викликів сучасності потребує чітко структурованого змістового наповнення. Важливо забезпечити розуміння впливу енергетики на довкілля, необхідності енергетичної трансформації та альтернативних технологій через поступову й системну інтеграцію відповідних знань на всіх етапах шкільного навчання.

На початковому етапі вивчення тематики ВДЕ (6 клас) важливо зосередити увагу на впливі традиційної енергетики на стан довкілля. Учні мають усвідомити зв'язок між спалюванням викопного палива і такими негативними явищами, як забруднення повітря, зміна клімату, підвищення концентрації парникових газів. Також значення приділяється вивченню проблеми утилізації твердих побутових відходів та їхньому потенційному використанню як джерела вторинної енергії. Дослідницькі завдання на цьому етапі спрямовані на збирання інформації про частку викидів CO₂, що

утворюються внаслідок енергетичних процесів, а також на вивчення глобальних та національних ініціатив щодо декарбонізації.

Вивчення тематики у 7 класі акцентує увагу на глобальних проблемах, зокрема на глобальному потеплінні та необхідності розвитку альтернативних енергетичних ресурсів. Учні опановують базові поняття про сонячну, вітрову, гідро-, геотермальну енергетику та біоенергетику. Важливим змістовним блоком є аналіз екологічних загроз, пов'язаних із традиційною енергетикою: нафтовими розливами, впливом парникового ефекту від спалювання вугілля і газу, руйнівним ефектом дамб на річкові екосистеми. Практична діяльність спрямована на визначення регіонів світу з найвищим потенціалом ВДЕ, що формує уявлення про просторові закономірності енергетичних ресурсів.

У 8 класі зміст розширюється за рахунок вивчення геотермальної енергетики, альтернативних видів палива та техногенних мінеральних ресурсів. Значна увага приділяється аналізу карт теплового потоку Землі, локалізації геотермальних ресурсів та перспектив їхнього використання в Україні. Окремі модулі присвячені сонячній і вітровій енергетиці, гідроенергетиці, сталому природокористуванню й концепції «енергетичного переходу». Практичні завдання орієнтовані на виявлення природних і технічних передумов розміщення СЕС, ВЕС, ГЕС, що дозволяє сформувати практичне бачення енергетичних можливостей України.

У 9 класі тематичний акцент робиться на аналізі структури електроенергетики України та світу. Учні вивчають динаміку зростання частки ВДЕ, розміщення основних об'єктів альтернативної енергетики, просторові чинники їх розміщення. Водночас вивчаються глобальні ініціативи з розвитку відновлюваної енергетики, такі як Європейський зелений курс, Національний план енергетики та клімату України. Практичні завдання передбачають розробку власного регіонального плану переходу на ВДЕ, що сприяє розвитку проектного мислення та аналітичних навичок.

У 10–11 класах, особливо в програмах поглибленого рівня, увага зосереджується на регіональних відмінностях розвитку енергетики у світі,

структурі виробництва енергії за джерелами, ролі міжнародних ініціатив та механізмів підтримки розвитку ВДЕ. Учні знайомляться із використанням ГІС-сервісів для аналізу енергетичного потенціалу територій, просторовою організацією виробництва енергії, світовими ланцюгами постачання критичних матеріалів для ВДЕ. Практичні завдання включають роботу з картографічними вебсервісами (наприклад, глобальним атласом ВДЕ IRENA), складання карт розміщення енергетичних об'єктів, аналіз розвитку виробництва біопалива та вирощування енергетичних культур.

Окремим блоком змісту є формування уявлень про глобальні енергетичні ринки, торгівлю електроенергією та роль України у міжнародних енергетичних процесах, зокрема через інтеграцію до європейського ринку електроенергії. Дослідницькі завдання передбачають аналіз національних стратегій енергетичного переходу, просторове порівняння обсягів виробництва ВДЕ у світі, оцінку перспектив розвитку критичних напрямків альтернативної енергетики в Україні та світі.

Таким чином, інтеграція знань про ВДЕ, енергетичний перехід та альтернативну енергетику здійснюється через логічне нарощування змістових компонентів у різних класах, що забезпечує поступовий розвиток системного мислення, просторових уявлень, аналітичних і дослідницьких компетентностей учнів.

Аналіз навчальних програм дозволив виявити існуючі можливості й перспективні напрями для систематичного включення знань про альтернативну енергетику, оцінити рівень актуалізації проблематики ВДЕ в освітньому процесі та визначити необхідність розширення змістових ліній відповідно до сучасних глобальних викликів, пов'язаних з енергетичною трансформацією та забезпеченням сталого розвитку.

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ФОРМУВАННЯ ЗНАНЬ ПРО АЛЬТЕРНАТИВНУ ЕНЕРГЕТИКУ ТА ВДЕ У ШКОЛЯРІВ В ХОДІ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ

3.1. Методичні основи формування системи знань про енергетичний сектор та альтернативні джерела енергії

У сучасних умовах енергетичної трансформації особливої актуальності набуває питання формування екологічної та енергетичної компетентності учнів. Освітній процес має не лише ознайомити школярів із традиційними та альтернативними джерелами енергії, а й сформувати у них цілісне уявлення про роль енергетичного сектора в економіці, екології та глобальних змінах клімату. Методичні основи вивчення цієї проблематики повинні враховувати як змістові аспекти освітніх програм, так і дидактичні підходи, що забезпечують ефективне засвоєння знань.

Формування системи знань про енергетичний сектор має відбуватися з урахуванням міжпредметних зв'язків, насамперед із фізикою, хімією, економікою та екологією. Згідно з Концепцією Нової української школи, запровадженою Міністерством освіти і науки України у 2016 році, пріоритетом є розвиток критичного мислення, вміння працювати з інформацією, приймати обґрунтовані рішення, що передбачає нові методичні підходи у викладанні географії, зокрема теми енергетики. Таким чином, навчання має ґрунтуватися на принципах науковості, системності, доступності та практичної спрямованості.

До ключових методичних принципів викладання тем енергетичного сектора належать: науковість подачі матеріалу, регіоналізація змісту, використання інтерактивних методів навчання та опора на проблемно-пошукову діяльність учнів. Наприклад, вивчення електроенергетики України доцільно здійснювати через аналіз реальних статистичних даних, картографічного матеріалу, інформації про стан енергетичних об'єктів у різних регіонах країни, що сприяє розвитку дослідницьких умінь [50].

Методика викладання альтернативної енергетики повинна включати не лише опис типів альтернативних джерел енергії, а й аналіз переваг, недоліків та перспектив розвитку кожного джерела в умовах України. Ефективним є використання кейс-методу: учні досліджують конкретні приклади функціонування сонячних чи вітрових електростанцій у своїй області, готують презентації, роблять висновки щодо ефективності та впливу на довкілля.

До методичних інновацій, які доцільно впроваджувати під час вивчення теми альтернативної енергетики, належить використання цифрових освітніх технологій, інтерактивних засобів навчання та міжпредметної інтеграції. Зокрема, ефективним є застосування геоінформаційних систем (ГІС) для створення тематичних карт енергетичних ресурсів, аналізу просторового розміщення сонячних або вітрових електростанцій. Для цього учні можуть використовувати онлайн-платформи на кшталт Google Earth. При цьому важливо забезпечити міжпредметну інтеграцію — наприклад, через спільні проєкти з інформатики, що дають змогу учням створювати інтерактивні карти розміщення енергетичних об'єктів чи моделювати вплив енергетичних систем на довкілля.

Як зазначалося у попередньому розділі, зміст шкільних програм із географії вже містить окремі компоненти, які стосуються альтернативної енергетики (розділи «Природні ресурси України», «Промисловість», «Географія господарства» та ін.). Однак ці теми нерідко викладаються формально, без належного контексту глобальних викликів та актуальності для сучасного світу. Це знижує мотивацію учнів і позбавляє їх можливості сформувати свідоме ставлення до проблем енерговикористання. Методично виправданим є розширення навчального змісту через факультативні курси, практичні роботи, дослідницькі мініпроєкти, що сприяють формуванню системного підходу до розуміння енергетичних процесів. Також можливо використати

У шкільній навчальній програмі передбачено резерв навчального часу (по кілька годин), який доцільно частково використати для вивчення питань,

пов'язаних із альтернативною енергетикою, з огляду на її актуальність і міждисциплінарний характер. Водночас значний потенціал для поглибленого засвоєння тематики має позакласна та позаурочна діяльність, що дозволяє залучити учнів, які виявляють інтерес до географії та її прикладного значення. Змістовне наповнення гурткової роботи, факультативів або шкільного краєзнавства може бути спрямоване на дослідження регіональних особливостей впровадження альтернативної енергетики, що актуалізує локальний компонент навчання. Екскурсії до місцевих об'єктів альтернативної енергетики, наприклад з використанням сонячних батарей, збирання і аналіз емпіричних даних, підготовка міні-досліджень сприяють формуванню практичних навичок, розвитку дослідницької компетентності учнів та інтеграції набутих знань у реальні життєві контексти. Така діяльність створює умови для раннього залучення школярів до науково-пошукової роботи та формування екологічно свідомого світогляду. Позакласні заходи, включаючи організацію "Днів енергії" чи конкурси малюнків на тему "Енергія майбутнього", допоможуть закріпити отримані знання.

Окрему увагу слід приділити формуванню енергетичної грамотності учнів як компонента екологічної культури. Учні повинні чітко розуміти вплив використання різних джерел енергії на викиди парникових газів, зміну клімату, стан біосфери. Доцільно застосовувати такі методи навчання як рольові ігри (наприклад, моделювання засідання енергетичної комісії з вибору джерел енергії для регіону), дебати (традиційна vs. альтернативна енергетика), SWOT-аналіз енергетичної політики країн. Такі підходи сприяють розвитку навичок аргументації, аналітичного мислення, роботи в команді.

Зважаючи на складність і багатовимірність теми, ефективне формування системи знань про енергетичний сектор має передбачати послідовне нарощування змісту протягом усього періоду навчання: від базового ознайомлення у 6–8 класах до поглибленого аналізу в старшій школі. При цьому важливо забезпечити вертикальну та горизонтальну інтеграцію знань, що дозволяє учням краще зрозуміти зв'язки між природними умовами,

економікою, політикою і соціальними аспектами енергетичного виробництва.

У результаті аналізу шкільних програм з географії та на основі розроблених рекомендацій щодо удосконалення викладання тем, пов'язаних з енергетичним сектором, зокрема альтернативними джерелами енергії, було виокремлено кілька змістових блоків, кожен із яких розкриває певний аспект даної проблематики. Таким чином, система знань здобувачів загальної середньої освіти про альтернативну енергетику має включати наступні змістовні складові:

1. Базові знання про енергетику і поняття енергетичного переходу.

Початковою складовою формування знань є засвоєння базових понять про енергетику як галузь людської діяльності, що забезпечує виробництво, передачу та споживання енергії. Учні мають оволодіти термінами: традиційна енергетика, альтернативна енергетика, відновлювані джерела енергії (ВДЕ), альтернативні види палива, енергетичний потенціал, енергетичний перехід, декарбонізація, сталий розвиток та ін. (табл. 2). Важливо розкрити суть енергетичного переходу як системної зміни способів виробництва і споживання енергії, спрямованої на скорочення негативного впливу на довкілля та боротьбу зі зміною клімату.

У таблиці 2 представлено терміни, які можуть використовуватися при вивченні навчального матеріалу та тем пов'язаних з альтернативною енергетикою та альтернативними джерелами енергії.

Таблиця 2

Поняттєвий апарат альтернативної енергетики

Категорія	Терміни
Загальні поняття енергетики	енергетика, альтернативна енергетика, відновлювана енергетика, енергетичні ресурси, енергетичний потенціал
Типи джерел енергії	альтернативні джерела енергії, відновлювані джерела енергії, альтернативні види палива, нетрадиційні джерела енергії
Оцінка енергетичних можливостей	енергетичний потенціал, теоретичний енергетичний потенціал, технічно-досяжний енергетичний потенціал, економічно-доцільний енергетичний потенціал
Енергетичні	геотермальні ресурси (гідротермальні, петрогеотермальні,

ресурси/джерела енергії	субгеотермальні), біомаса (лісова біомаса (дрова; тріска; пелети; брикети; відходи лісозаготівлі); аграрна біомаса (солома; кукурудзяні стебла; лушпиння сояшника; відходи цукрового буряка; виноградна лоза, тощо); енергетичні культури (міскантус; енергетична верба; тополя; енергетична кукурудза); тваринницька біомаса (гній; пташиний послід); біомаса водоростей (мікроводорості; макроводорості); органічні побутові та промислові відходи (харчові відходи; відходи харчової промисловості; біовідходи муніципалітетів); осади стічних вод (біогаз із мулу очисних споруд); біогаз звалищ твердих побутових відходів), сонячне випромінювання, вітровий ресурс, гідроресурси (енергія води), енергія морських припливів і хвиль.
Технічні засоби виробництва енергії	• вітроенергетика: вітроенергетична установка (ВЕУ) або вітрова турбіна; наземні (оншорні) вітроелектростанції (onshore); морські (офшорні) вітроелектростанції (offshore); плавучі вітрові турбіни (floating wind turbines); вертикальні та горизонтальні ВЕУ; • сонячна енергетика: сонячна панель (фотоелектрична панель, PV); сонячні концентратори (параболічні жолоби, параболічні диски (Стірлінг-двигун); лінійно-фокусовані Френелеві системи; сонячні баштові системи (Central Receiver Systems, Solar Towers); системи сонячного нагріву води (солярні колектори); • біоенергетика: біогазові установки; біометанові заводи; біоТЕЦ (біоенергетичні теплоелектроцентралі); біоелектростанції на твердій біомасі (пелети, брикети, тріска тощо); • гідроенергетика: гідроелектростанції (ГЕС) великі; гідроакumuлюючі електростанції (ГАЕС); малі, міні- та мікро-ГЕС; припливні електростанції (tidal power plants); прибережні лагунні електростанції (tidal lagoons); хвильові електростанції (wave energy converters); підводні турбіни в морських течіях; • геотермальна енергетика: геотермальні електростанції на гідротермальних джерелах; геотермальні електростанції з технологією EGS (Enhanced Geothermal Systems – вдосконалені геотермальні системи); геотермальні теплові насоси (низькопотенційне геотермальне тепло ґрунтів, ґрунтових та поверхневих вод; повітря); океанотермальні електростанції (ОТЕС – використання температурного градієнта океану)
Новітні напрями та інноваційні технології	• акумуляція енергії (батареї; гідроакumuлювання; великий акумуляторний зберігач енергії (BESS – Battery Energy Storage Systems); теплові акумулятори (на основі розплавлених солей для CSP); водневі акумулятори (зелений водень для сезонного зберігання енергії)); • зелений водень (виробництво водню з використанням ВДЕ для енергетичних потреб); • агрі-ВДЕ системи (агровольтаїка — поєднання вирощування культур і виробництва сонячної енергії); • установки використання енергії осмотичного тиску (солоня/прісна вода — гідроосмотичні електростанції).

2. Ресурсна база енергетики, види джерел енергії та їх характеристика (енергетичний потенціал). Даний змістовий блок присвячено вивченню природних і техногенних ресурсів, які є джерелами енергії. Охоплюються поняття традиційних джерел енергії (нафта, природний газ, вугілля) та альтернативних джерел енергії, серед яких виділяють ВДЕ (енергія Сонця, вітру, води, біомаси, геотермальні ресурси). Розглядаються також техногенні енергетичні ресурси: біогаз, газ каналізаційно-очисних станцій, метан дегазації шахт, доменний і коксівний газ. Також увагу має бути приділено критичним мінеральним ресурсам, необхідним для виробництва обладнання для ВДЕ (літій, кобальт, нікель, рідкісноземельні метали). Зміст цього блоку націлений на розуміння фізичних, географічних, геологічних та кліматичних процесів походження сонячної, вітрової, гідрологічної, геотермальної, припливної та хвильової енергії. Знання про види, джерела походження та швидкість утворення біоенергетичних ресурсів (біомаси, біогазу та біопалива), включаючи енергетичні сільськогосподарські культури, відходи тваринництва, рослинництва, лісового господарства, деревообробної промисловості, газ органічних відходів, газ осаду станцій очищення стічних вод тощо.

3. Технології альтернативної енергетики та їх особливості. Для кращого розуміння теми альтернативної енергетики необхідне коротке ознайомлення з основними технологіями виробництва енергії з відновлюваних джерел: сонячні електростанції (фотоелектричні та концентруючі системи), вітрові електростанції (наземні та офшорні), малі, міні- та мікро-ГЕС, біогазові та біоенергетичні установки, геотермальні електростанції (гідротермальні, петрогеотермальні технології та теплові насоси), припливні та хвильові електростанції. Розглядаються конструктивні елементи та типи обладнання: сонячні панелі, теплові насоси, вітротурбіни, генератори біогазу тощо. Формується загальне уявлення про технології виробництва «зеленого» водню. Зміст цього блоку має сформувати знання про процеси і технології перетворення енергії нетрадиційних та відновлюваних джерел у механічну, теплову та електричну (для вивчення цього компоненту можлива і доцільна

міждисциплінарна інтеграція, зокрема з фізикою).

4. Просторовий розподіл потенціалу альтернативних енергетичних ресурсів і розвитку альтернативної енергетики. Наступний змістовний блок формує уявлення про просторовий розподіл ресурсного потенціалу різних типів джерел енергії у світі та в Україні. Вивчаються регіональні особливості розміщення: райони високої сонячної інсоляції (пустелі, тропічні пояси), високошвидкісні вітрові потоки (узбережжя океанів, перевали), потенціал гідроенергетики (повноводні річки), родовища геотермальної енергії (регіони з високим геотермальним градієнтом) тощо.

5. Фактори розміщення та розвитку альтернативної енергетики. Зміст цього блоку розкриває економічні, екологічні, технічні та соціальні фактори, що визначають темпи розвитку альтернативної енергетики, забезпечує розуміння потенційного екологічного впливу об'єктів відновлюваної енергетики на довкілля, а також виявлення факторів, які можуть обмежувати або, навпаки, сприяти їх розміщенню на конкретній території. Наприклад, для вітроенергетики такими факторами є несприятливий характер підстильної поверхні та закритість місцевості, території поблизу аеропортів/аеродромів, населені пункти та захисні зони навколо них (для уникнення шумового впливу та візуальних ефектів мерехтіння тіні лопатей), шляхи міграції та місця скупчення птахів і кажанів; для сонячної енергетики – наявність поруч об'єктів, що можуть затінювати сонячну електростанцію, високе запилення атмосфери, експозиція схилів; для об'єктів геотермальної та гідроенергетики – несприятливі інженерно-геологічні умови; для біоенергетики визначальною є віддаленість ресурсної бази та споживача. Крім того, важливо враховувати розміщення природоохоронних територій, наявність у безпосередній близькості об'єктів історико-культурної спадщини, можливість підключення до електромережі та її віддаленість, цільове призначення земельних ділянок та інші локальні фактори [27]. Важливе врахування інтегрованого впливу на довкілля особливо для великих енергетичних об'єктів на етапі проектування (проходження процедури оцінки впливу на довкілля згідно з чинним

законодавством України). Для всіх видів електростанцій також може знадобитися врахування можливостей підключення до підстанцій або ЛЕП об'єднано енергетичної системи або близькість до споживача (важливо для невеликих потужностей).

6. Глобальні проблеми енергетики і виклики сталого розвитку. Центральне місце у формуванні свідомості учнів займає усвідомлення глобальних проблем: зміна клімату через накопичення парникових газів, забруднення атмосфери викидами SO_2 , NO_x та твердими частками, деградація екосистем через традиційні методи виробництва енергії. Аналізуються можливості ВДЕ як інструменту подолання глобальної енергетичної і екологічної кризи, в контексті досягнення Цілей сталого розвитку ООН (особливо цілей 7, 13 і 15). Учні аналізують, як глобальні угоди (Паризька кліматична угода, Європейський зелений курс) стимулюють розвиток ВДЕ. Окремо висвітлюється роль фінансових механізмів (зелений тариф, тендери на ВДЕ, гарантії походження енергії) та політичної підтримки. Досліджуються також бар'єри: нестабільність мереж, потреба в акумуляції енергії, залежність від поставок критичних матеріалів тощо.

7. Стан розвитку альтернативної енергетики. Даний змістовий блок передбачає огляд діючих об'єктів альтернативної енергетики в Україні та світі, включаючи конкретні приклади і їх характеристики, потужність, показники виробництва енергії. Варто розглянути найбільші СЕС, ВЕС, біоенергетичні комплекси, геотермальні електростанції, об'єкти малої гідроенергетики, інноваційні енергетичні об'єкти у світі та Україні. Учні звертають увагу на типи обладнання, конструкційні особливості електростанцій, порівнюють ефективність різних технологій, аналізують реальні приклади інтеграції ВДЕ в енергетичні системи різних країн, аналізують частку виробництва енергії з ВДЕ в загальній структурі енергетики країни або регіону.

Таким чином, ефективне впровадження та використання відновлюваних енергетичних ресурсів не обмежується лише технологічними аспектами. Географічна наука, яка використовує методи та підходи просторової

оптимізації, займає центральне місце у вирішенні низки проблем управління ресурсними системами енергетики, включаючи вибір оптимального джерела енергії, місця розташування енергетичного об'єкту та врахування обмежуючих, у тому числі екологічних чинників, в ході розвитку сучасних та сталих енергетичних мереж.

Інтеграція знань про альтернативну енергетику та ВДЕ у навчальні програми сприятиме не лише підвищенню екологічної обізнаності, а й формуванню енергетичної компетентності, необхідної для реалізації сталого розвитку не лише у державному плануванні, а й в реальному житті.

2.2. Картографічні, статистичні та візуально-аналітичні матеріали для вивчення теми енергетики та альтернативних джерел енергії у шкільному курсі

У ході вивчення ВДЕ та їх потенціалу в шкільному курсі географії потрібно обов'язково використовувати картографічні матеріали для кращого розуміння просторового розподілу різних джерел енергії. Для ознайомлення з просторовим розподілом ресурсів ВДЕ в Україні можливо насамперед використати карти Атласу енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України [39], де визначено не лише теоретичний, але й технічно-досяжний потенціал джерел енергії. Для висвітлення інформації щодо альтернативних енергетичних ресурсів України кожне джерело енергії потрібно стисло охарактеризувати, визначивши просторовий розподіл, загальні закономірності та особливості, фактори застосування, а також навести приклади існуючих енергетичних об'єктів.

На рис. 4 наведена карта швидкостей та переважаючих напрямків вітру на території України на висоті 10 м від земної поверхні. Важливо зазначити, що для вітроенергетики в розрахунок беруться швидкості вітру на висоті осі ротора, яка для сучасних вітроустановок мегаватного класу становить у середньому 100 м. Для перерахунку швидкостей вітру застосовується

ступеневий закон Хелмгольца, який враховує зміну швидкості з висотою над рівнем Землі залежно від характеру підстильної поверхні. Окрім ступеневого закону, також використовуються логарифмічний профіль швидкості, що точніше описує зміну вітру у межах приземного шару атмосфери, особливо при складному рельєфі або великій шорсткості поверхні.

Загалом швидкість вітру із зростанням висоти збільшується через зменшення сили тертя об поверхню землі. На невеликих висотах ріст швидкості є досить стрімким, тоді як у верхніх шарах атмосфери цей ріст стає поступовішим. Правильний перерахунок швидкості є критично важливим для оцінки енергетичного потенціалу територій та вибору місць для встановлення вітроенергетичних установок.

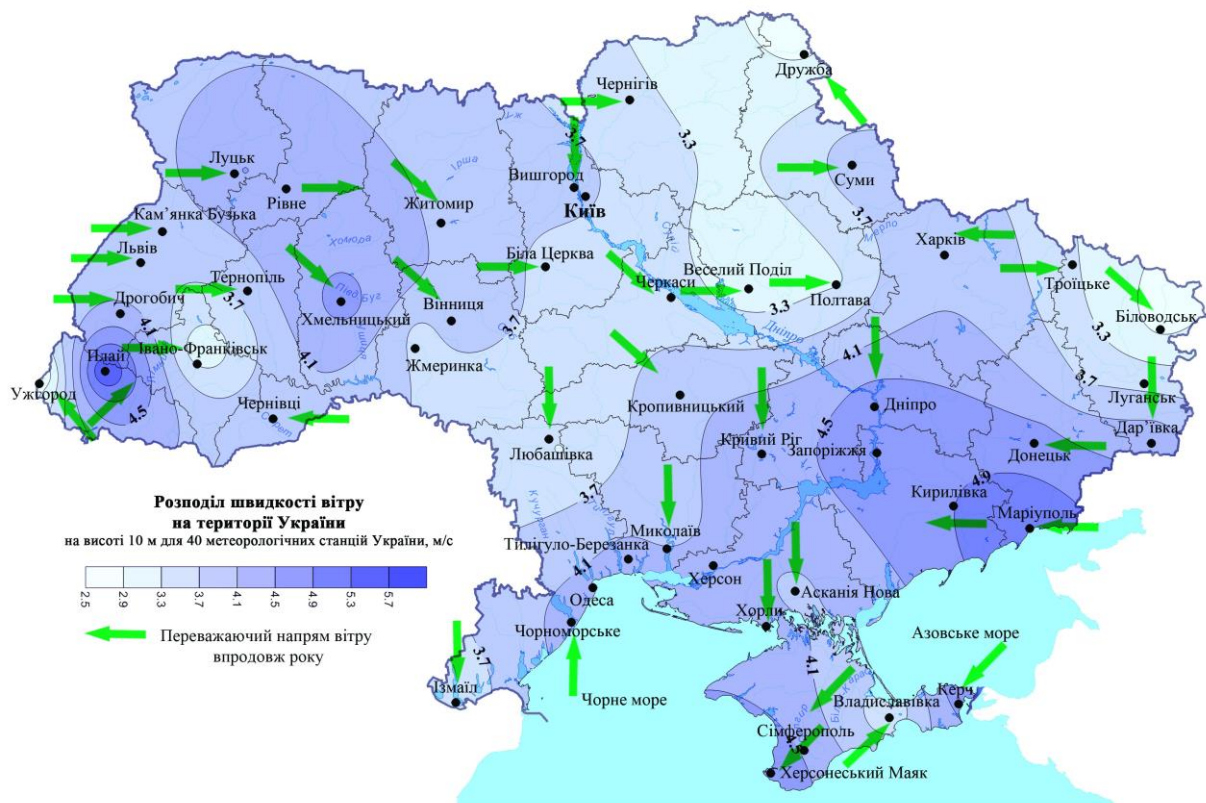


Рис. 4. Швидкості та переважаючі напрямки вітру на території України [39]

Найбільші швидкості вітру спостерігаються на півдні, південному сході країни, в районі Прикарпатської височини та окремих ділянках Закарпаття. Водночас для ефективного використання енергетичних ресурсів вітру

необхідні території, які відповідають низці природних та інфраструктурних вимог. До основних факторів належать наявність великих відкритих земельних ділянок із мінімальними перепадами рельєфу, відсутність густих лісових масивів, забудови та інших перешкод, які можуть знижувати швидкість вітру та спричиняти турбулентність. Також важливим є забезпечення доступу до електромережі для подальшої інтеграції виробленої електроенергії. З огляду на ці вимоги, найбільш високий вітроенергетичний потенціал в Україні мають південні області (рис.5, 6), зокрема Одеська (34 739 МВт), Херсонська (31 446 МВт), Запорізька (31 168 МВт) та Автономна Республіка Крим (22 128 МВт), де поєднуються сприятливі природні умови, висока середньорічна швидкість вітру та наявність просторих відкритих територій.

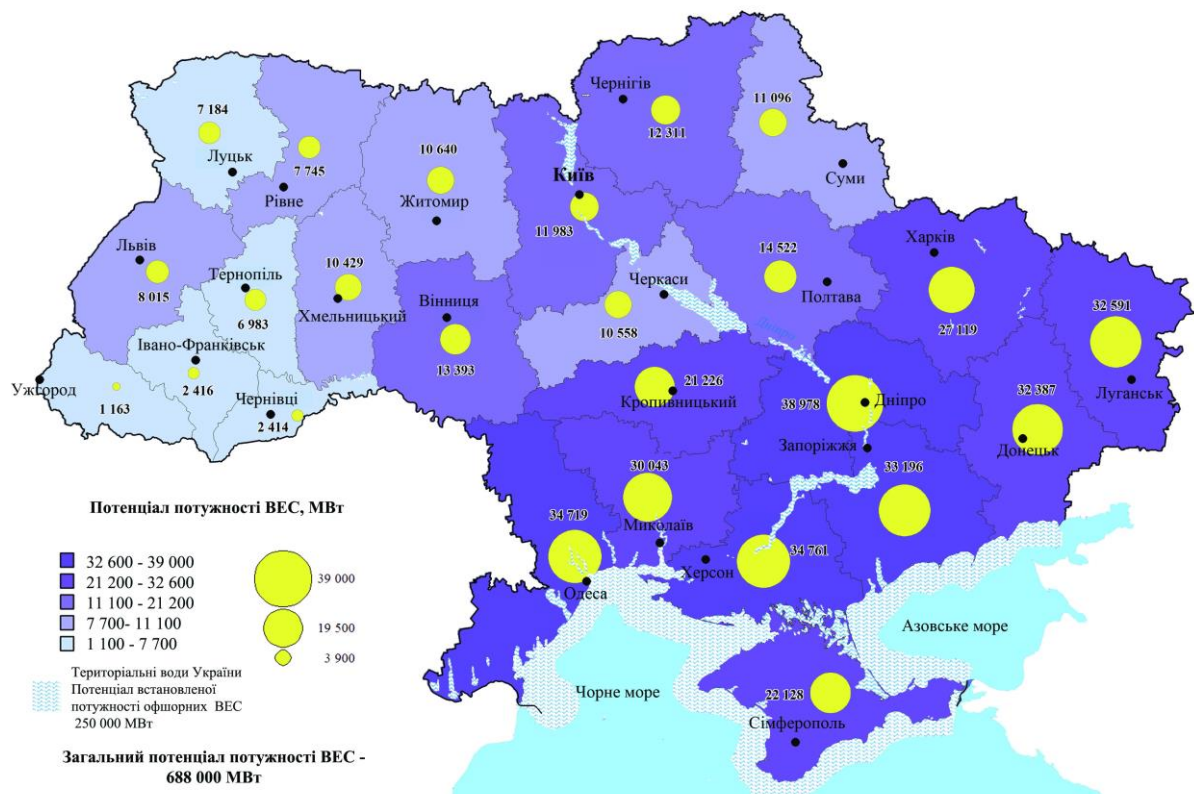


Рис. 5. Потенціал потужності ВЕС в Україні [39]

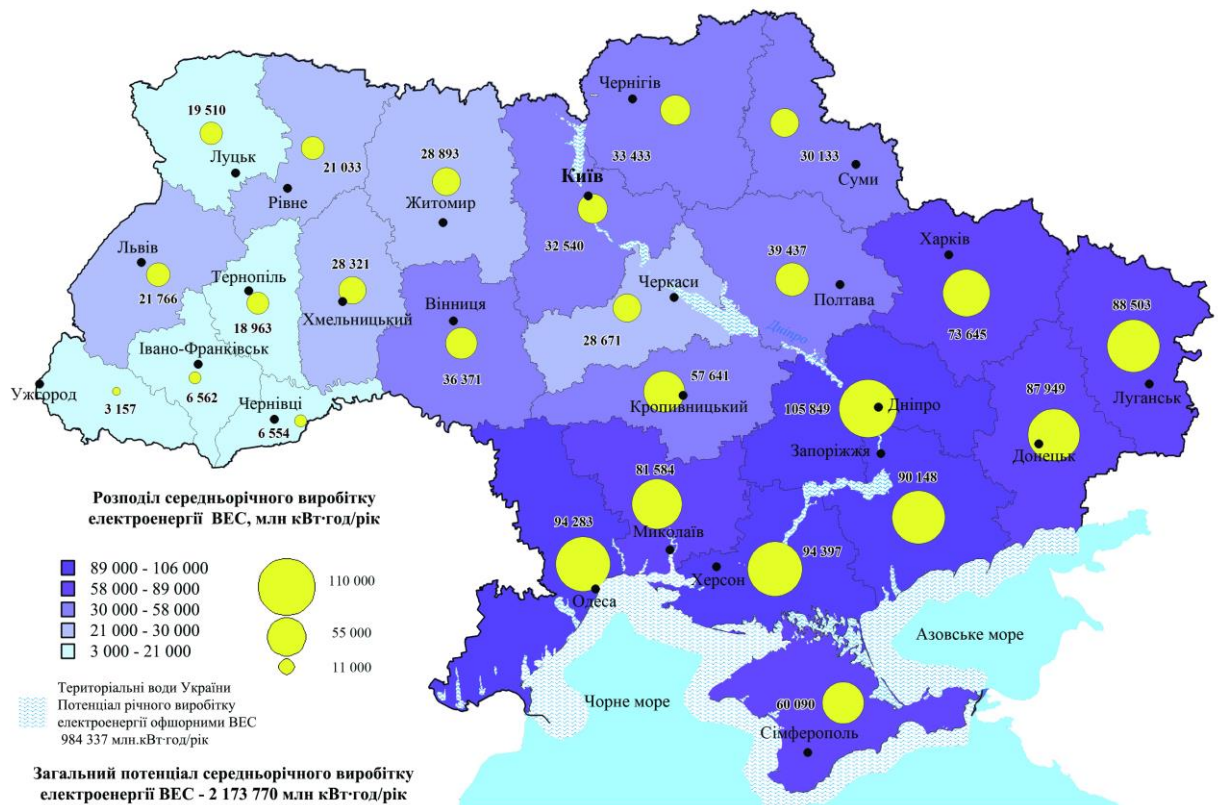


Рис. 6. Потенційний середньорічний виробіток електроенергії ВЕС [39]

На території України надходження сонячної енергії характеризується значним потенціалом, який залежить від широти місцевості, погодних умов та рельєфу. Сумарна сонячна радіація, яка надходить на горизонтальну поверхню за рік, коливається від 1070–1250 кВт·год/м² у північних районах до 1350–1600 кВт·год/м² у південних областях і на узбережжі Чорного моря (рис. 7). Найбільш сприятливими для геліоенергетики є регіони Півдня України, зокрема Одеська, Миколаївська, Херсонська області та Автономна Республіка Крим.

На ефективність роботи сонячних електростанцій істотно впливає кут падіння сонячного випромінювання. Максимальне поглинання енергії досягається тоді, коли промені падають перпендикулярно до поверхні панелі. Тому при встановленні сонячних модулів враховується оптимальний кут нахилу, який залежить від географічної широти місцевості та сезонних змін сонячної висоти. В середньому в Україні сонячні панелі встановлюють під кутом, який приблизно дорівнює широті місцевості мінус 5–10° для літньої

оптимізації, або плюс $5\text{--}15^\circ$ для зимового періоду. У більшості випадків для стаціонарних панелей рекомендований кут нахилу становить $30\text{--}35^\circ$ для центральної України та $25\text{--}30^\circ$ для південних регіонів.

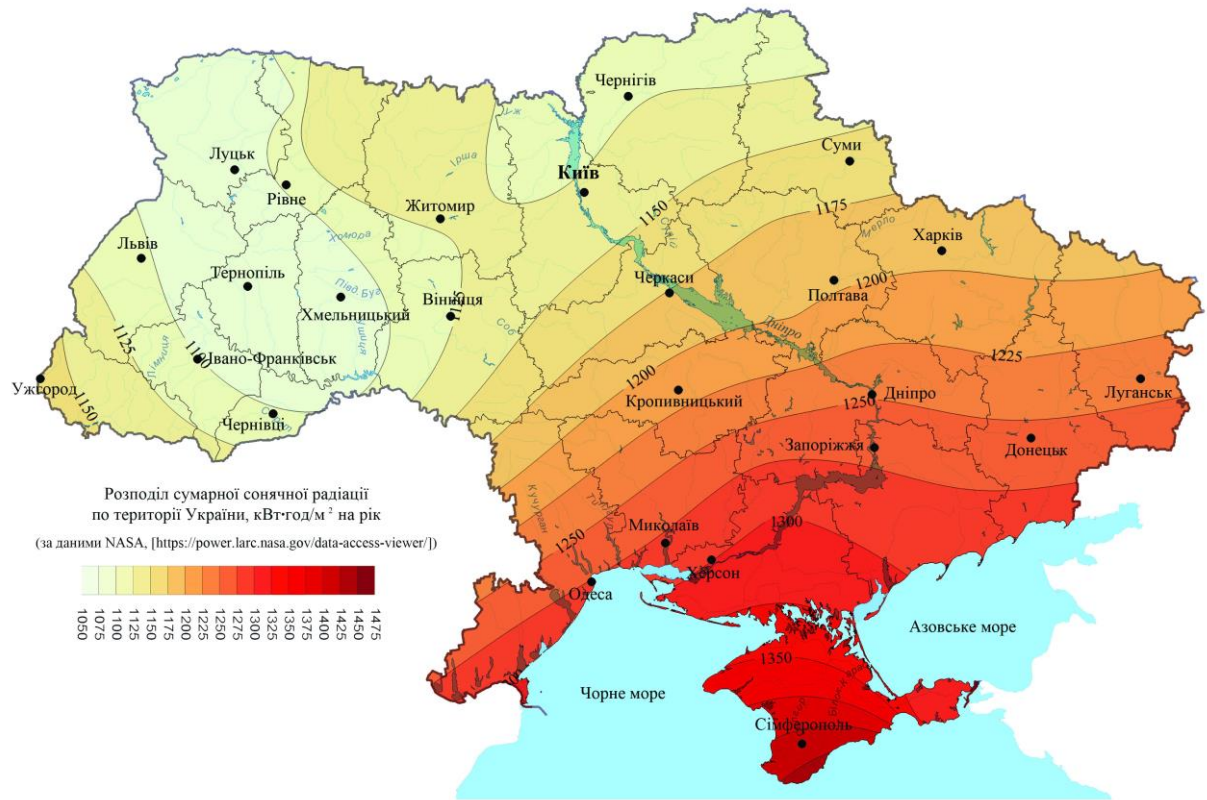


Рис. 7. Надходження сумарної сонячної радіації на територію України [39]

Потенціал використання сонячної енергії в Україні є високим насамперед у південних регіонах. Найбільші показники мають Одеська (4850 МВт), Миколаївська (4380 МВт), Херсонська (3913 МВт) та Дніпропетровська (4388 МВт) області. Це обумовлено високою тривалістю сонячного сяйва протягом року та сприятливими кліматичними умовами. Натомість у західних та північних областях, таких як Чернівецька (1594 МВт) та Закарпатська (1757 МВт), потенціал використання сонячної енергії є порівняно нижчим (рис. 8, 9), що слід враховувати при плануванні проєктів розвитку ВДЕ.

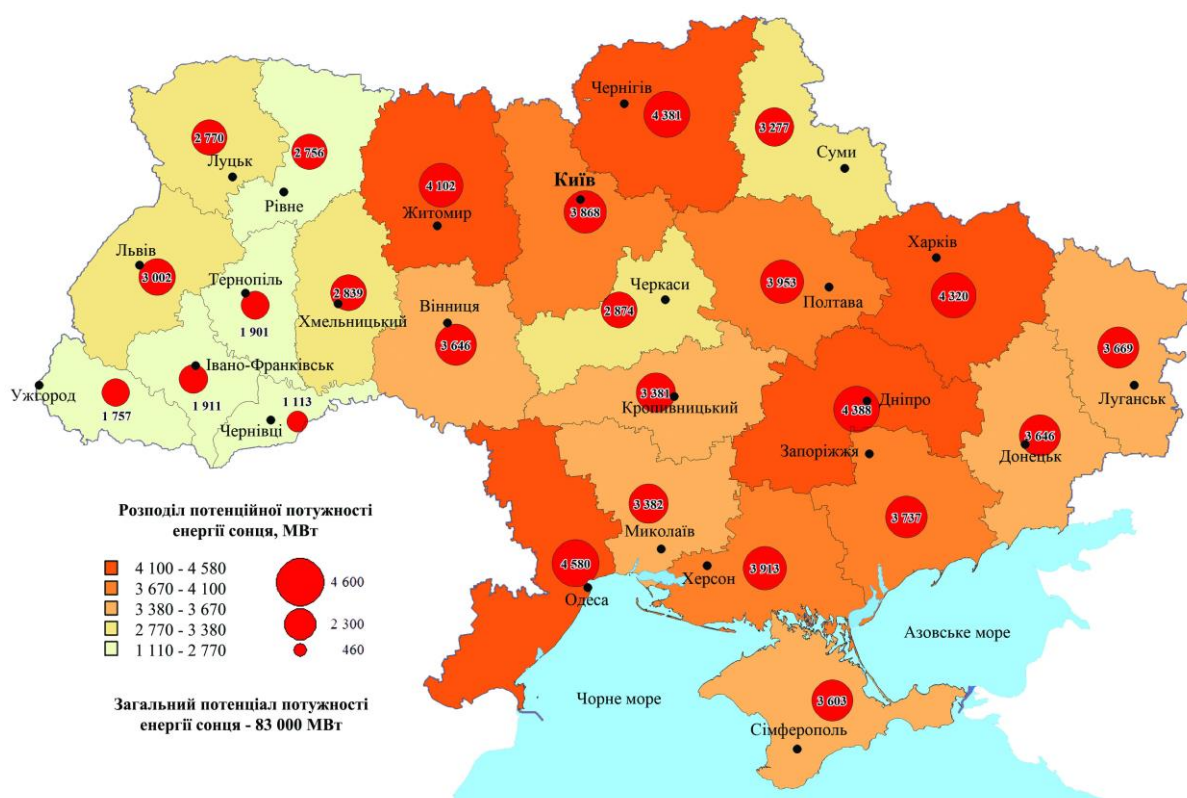


Рис. 9. Енергетичний потенціал сонячної енергії на території України [39]

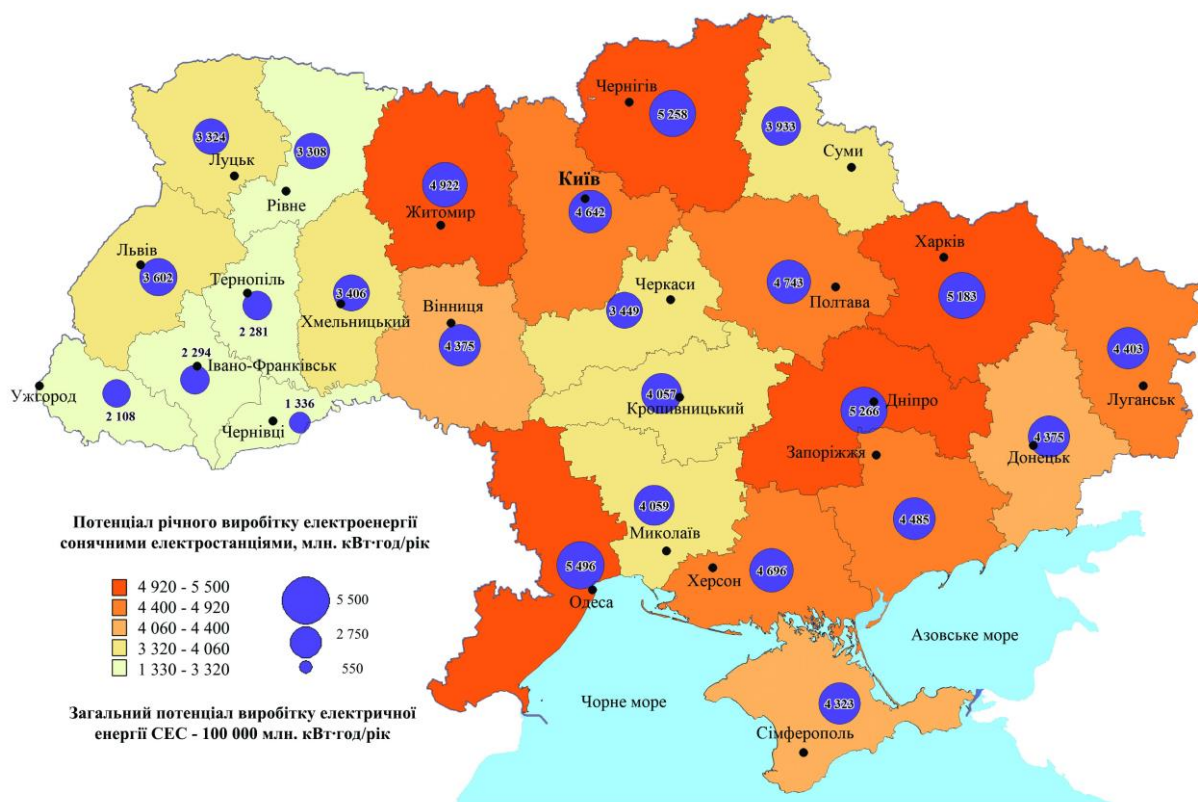


Рис. 9. Потенціал річного виробітку електроенергії сонячними електростанціями на території України [39]

Енергетичні джерела біомаси є надзвичайно різноманітними за походженням, складом і енергетичними характеристиками. До них належать деревна біомаса (відходи лісового господарства, енергетичні плантації), аграрна біомаса (залишки після збирання культур, спеціально вирощені енергетичні культури), органічні відходи тваринництва, побутові органічні відходи та біогаз, що утворюється внаслідок анаеробного розкладу органіки.

Розподіл біомасових ресурсів на території України є варіабельним і залежить від типу біомаси. Зокрема, деревна біомаса найбільш поширена в Поліссі та Карпатському регіоні, аграрна біомаса — у лісостеповій та степовій зонах, а ресурси органічних відходів пов'язані з щільністю тваринництва та населення.

Наявність і потенціал ресурсів біомаси обумовлені природно-кліматичними умовами, особливостями землекористування, структурою сільськогосподарського виробництва, розвитком лісового господарства та інтенсивністю тваринництва.

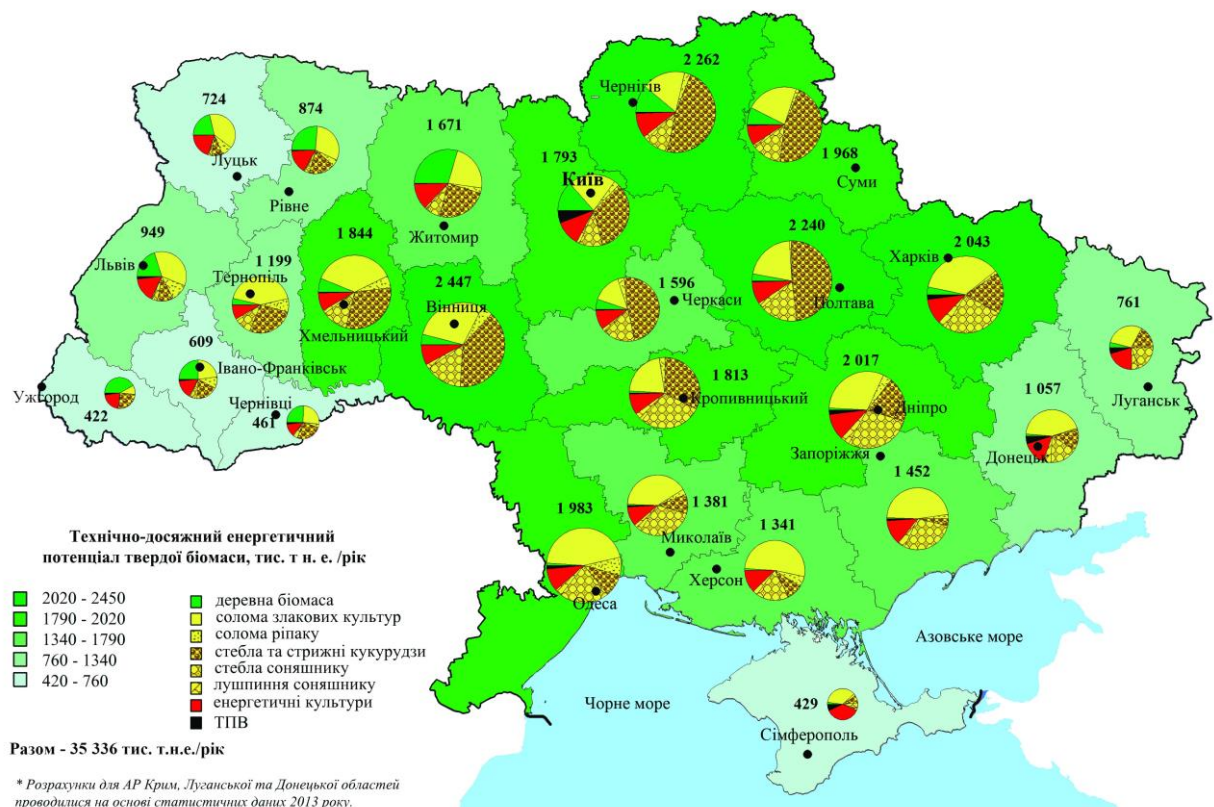


Рис. 10. Технічний енергетичний потенціал твердої біомаси на території України [39]

Слід зазначити, що використання біомаси для енергетичних потреб перебуває у стані конкуренції з традиційними галузями сільського господарства — зокрема, з виробництвом продуктів харчування і кормів. Це обумовлює необхідність збалансованого підходу до використання біомасових ресурсів, щоб уникнути погіршення продовольчої безпеки та збереження сталого розвитку аграрного сектору.

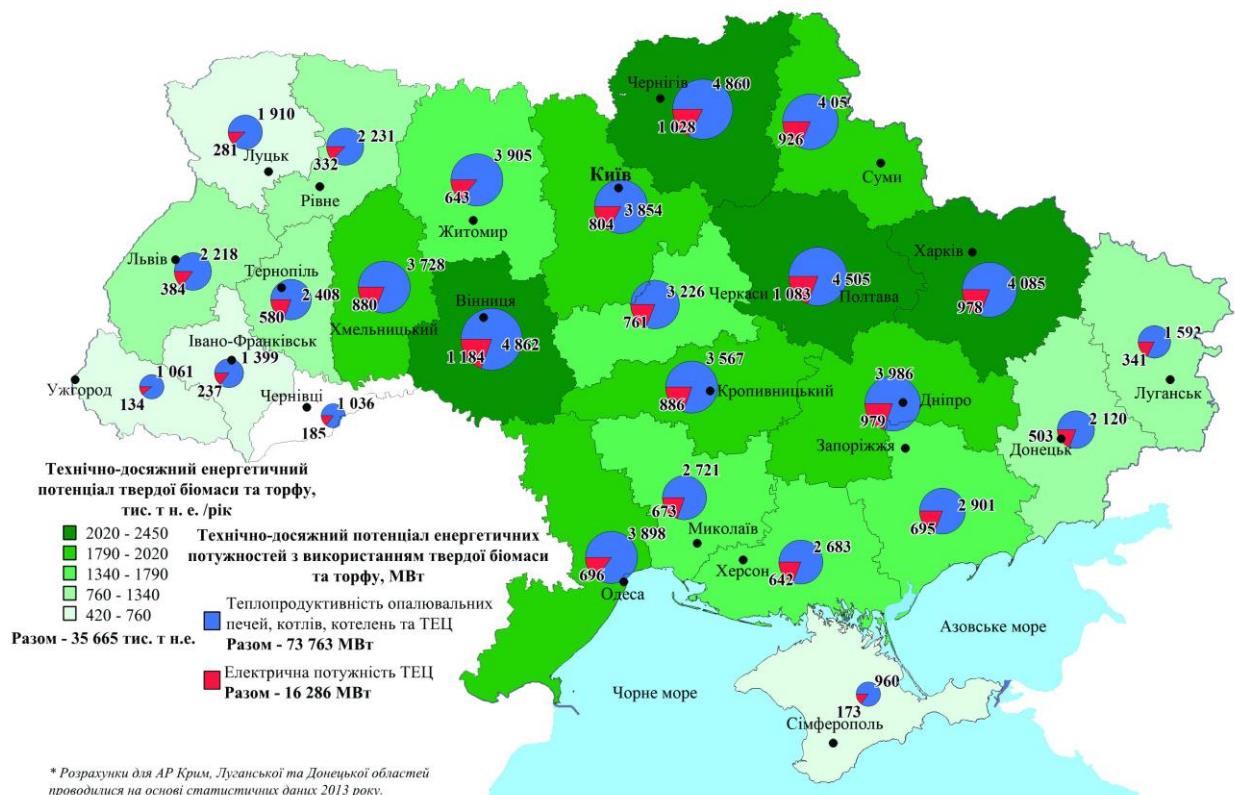


Рис. 11. Технічний потенціал енергетичних потужностей з використанням твердої біомаси та торфу на території України [39]

Найвищий потенціал твердої біомаси спостерігається в аграрно орієнтованих центральних областях України (рис. 10, 11). Зокрема, у Вінницькій (2392 МВт), Черкаській (2343 МВт) та Полтавській (2239 МВт) областях, де розвинене сільське господарство сприяє утворенню значних обсягів біомаси. У промислових регіонах, таких як Дніпропетровська область (1258 МВт), потенціал використання біомаси є нижчим, що зумовлює потребу в альтернативних джерелах відновлюваної енергії.

Найбільший сумарний потенціал біогазу в Україні сконцентрований у Київській, Донецькій, Дніпропетровській, Черкаській та Вінницькій областях (рис. 12), що обумовлено високим рівнем урбанізації та розвитком тваринництва і птахівництва. Біогаз, що утворюється внаслідок метанового зброджування органічних відходів, містить 60–70% метану, двоокис вуглецю, а також домішки сірководню й аміаку. На відміну від сонячної та вітрової енергетики, виробництво біогазу не залежить від погодних умов і має стабільний відновлюваний потенціал. Використання біогазу дозволяє одночасно скорочувати викиди парникових газів, зменшувати обсяги органічних відходів та вирішувати енергетичні й екологічні проблеми міст і сільських територій. На рис. 13 та 14 представлений потенціал виробництва електричної та теплової енергії на біогазових когенераційних ТЕЦ.

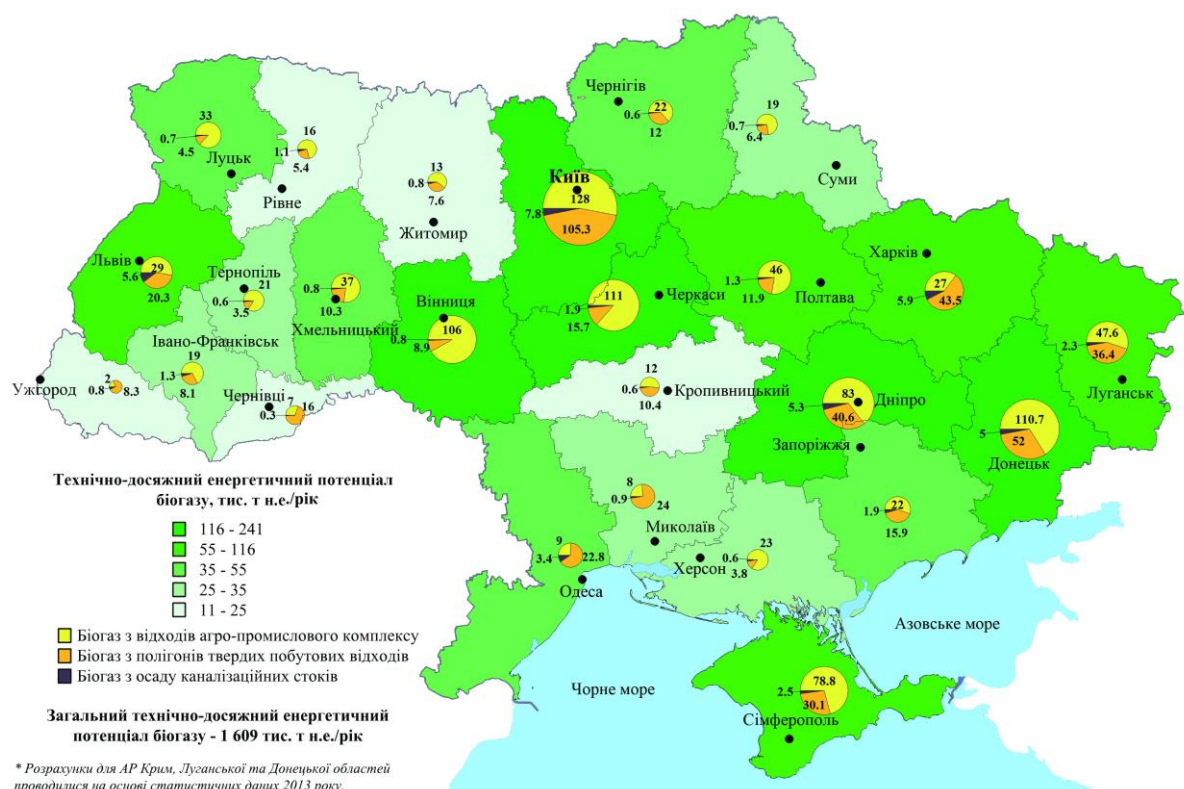


Рис. 12. Технічний енергетичний потенціал біогазу на території України [39]

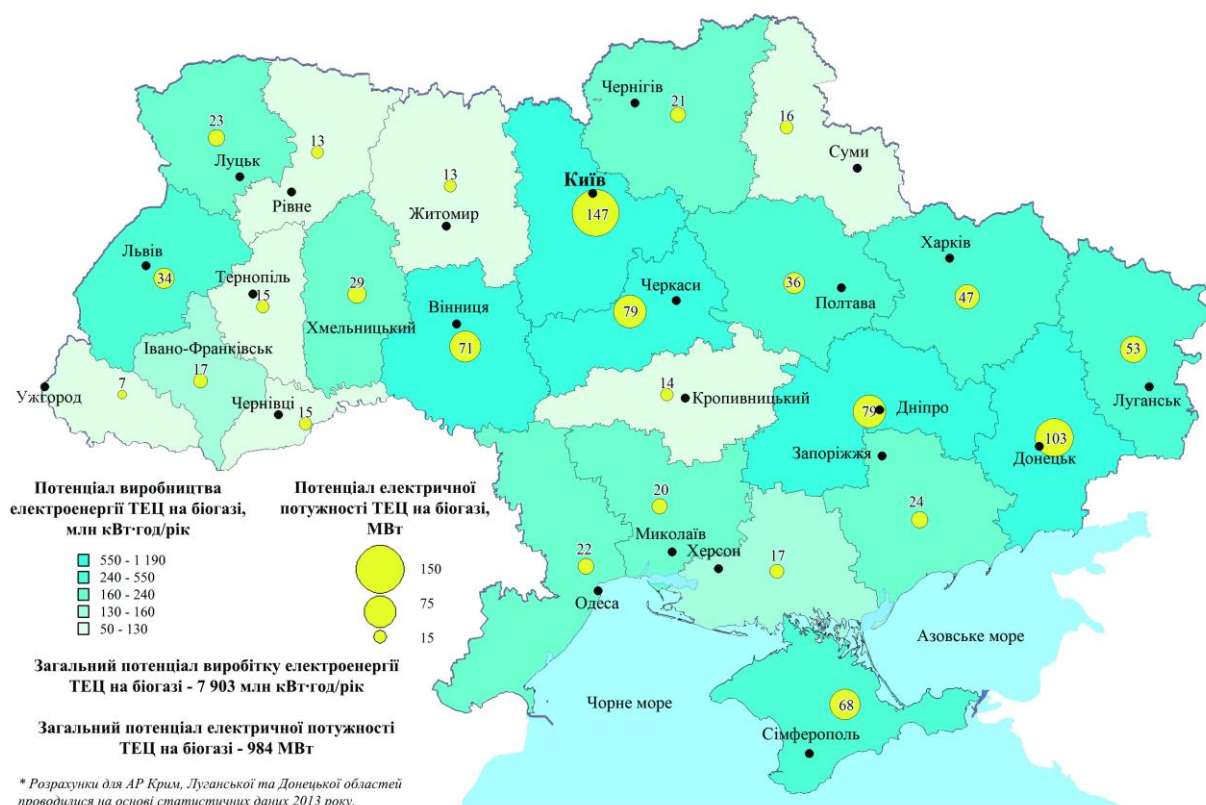


Рис. 13. Потенціал виробітку електроенергії ТЕЦ на біогазі в Україні [39]

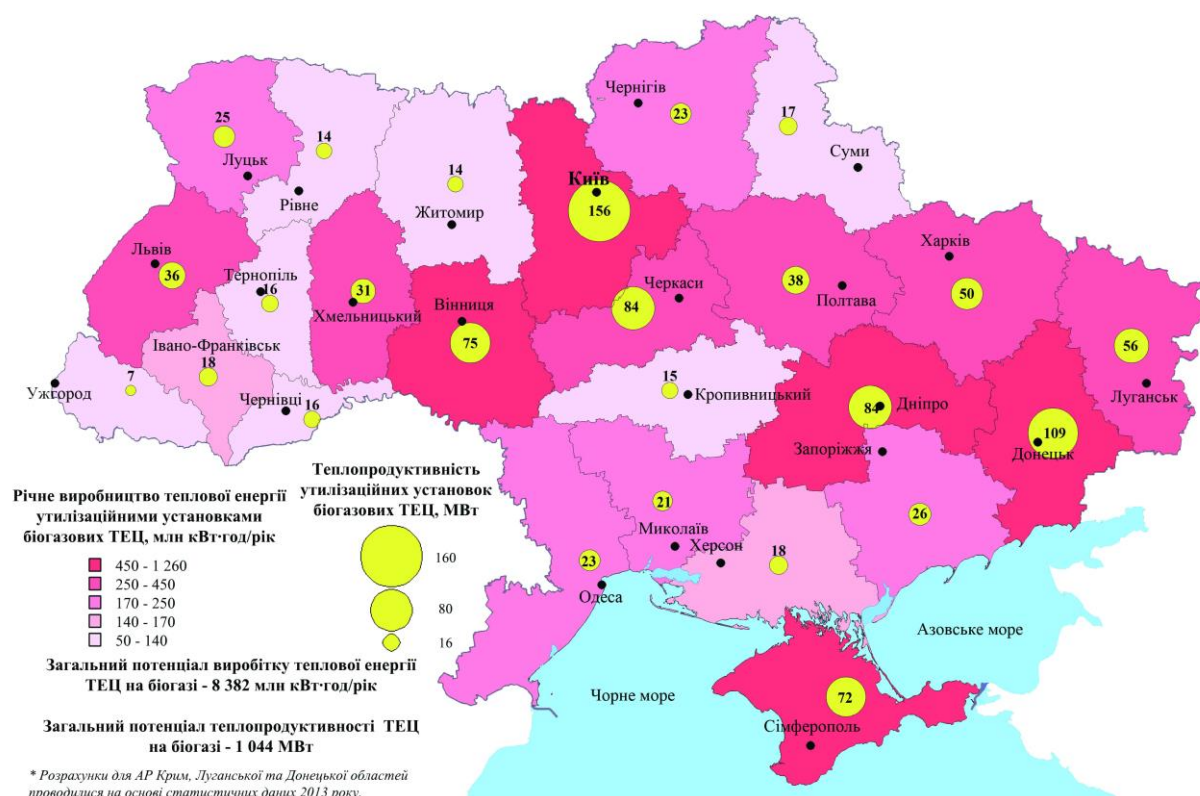


Рис. 14. Потенціал виробітку теплової енергії ТЕЦ на біогазі в Україні [39]

Серед рідких біопалив основними видами є біодизель, що виробляється з рослинних олій або тваринних жирів, і біоетанол, який отримують із біомаси або етилового спирту-сирцю. Обидва типи використовуються як біопаливо або як біокомпоненти в суміші з нафтовими паливами для транспорту. Україна має сприятливі умови для розвитку виробництва рідких біопалив завдяки наявності земельних ресурсів, розвиненому аграрному сектору та відповідній виробничій інфраструктурі. Річний технічно-досяжний енергетичний потенціал виробництва рідких біопалив становить близько 606 тис. т н.е. біоетанолу та 620 тис. т н.е. біодизелю. Найбільший потенціал зосереджений у Вінницькій, Хмельницькій, Чернігівській та Одеській областях, де обсяги перевищують 80 тис. т н.е. на рік (рис. 15).



Рис. 15. Технічний енергетичний потенціал рідких біопалив в Україні [39]

На основі наукових досліджень, проведених з урахуванням чинного законодавства у сфері електроенергетики та охорони довкілля, встановлено, що технічний потенціал малих річок України становить приблизно 1270 млн

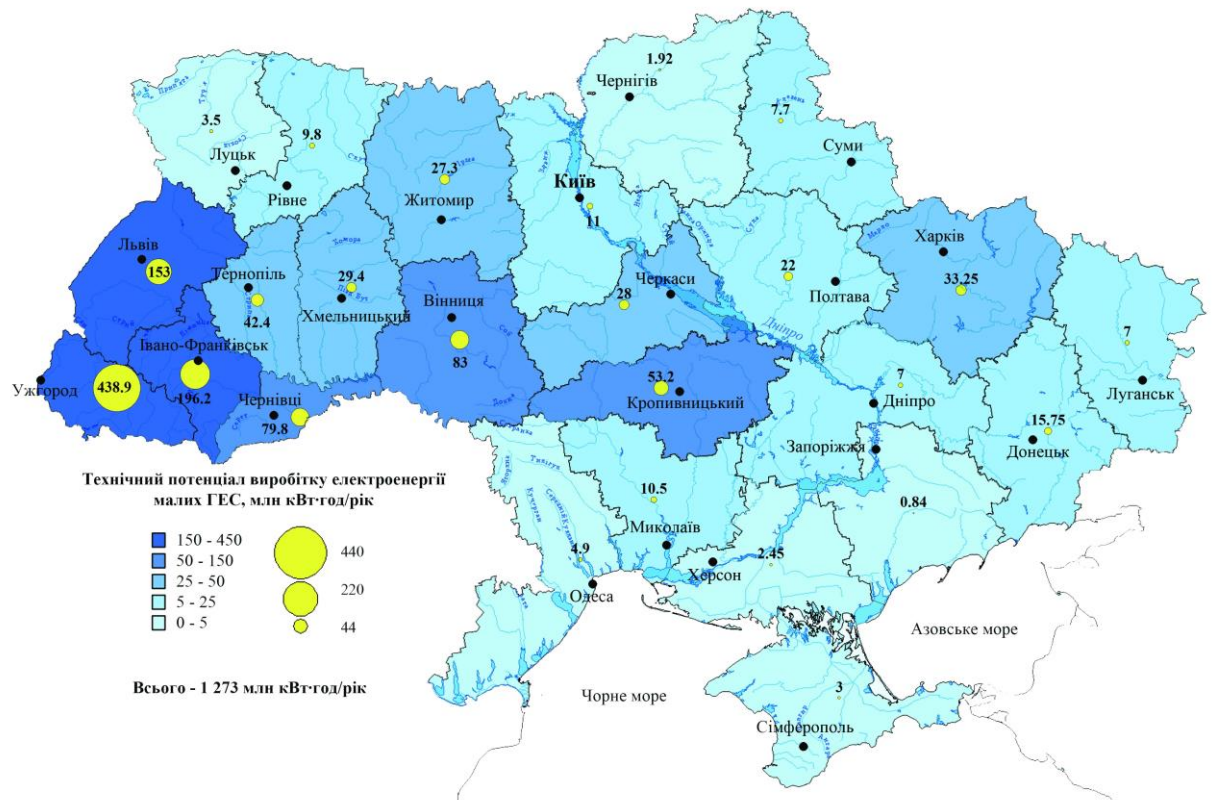


Рис. 17. Технічний потенціал виробітку електроенергії малих ГЕС в Україні [39]

Використовуються три основні типи геотермальних джерел: субгеотермальні ресурси (тепло верхніх 500 м земної кори, що вилучається тепловими насосами), гідротермальні ресурси (тепло термальних вод і парагідротерм), а також петрогеотермальні ресурси (тепло "сухих" гарячих порід). Серед них найбільш поширеним і технічно освоєним джерелом в Україні наразі є використання субгеотермальної енергії за допомогою теплових насосів: за розрахунками встановлено понад 300 установок потужністю від 6 до 500 кВт, сумарна теплова потужність яких оцінюється на рівні 1500–1600 МВт [38]. Прогнозний енергетичний потенціал видобутку теплоти верхніх шарів землі для об'єктів нового будівництва становить близько 26,8 млн т у.п.

Найкращі умови для освоєння гідротермальних ресурсів спостерігаються в межах Передкарпатського прогину (Львівська, Івано-

Франківська та частково Чернівецька області), Закарпатського прогину (Закарпатська область), а також у Дніпровсько-Донецькій западині (Чернігівська, Полтавська, Сумська, Харківська, Дніпропетровська області), Степовому Криму та на узбережжі Чорного моря (Херсонська й Одеська області) (рис. 18). Петрогеотермальні ресурси наявні на всій території України, однак мінімальна глибина їх залягання характерна для Закарпаття, внутрішньої зони Прикарпаття, а також південних районів Херсонської та Одеської областей. Найперспективнішими для глибокого геотермального буріння є райони Закарпаття, Передкарпаття, Дніпровсько-Донецької западини та узбережжя Чорного моря. Температура гірських порід на глибинах 3–4 км тут досягає 120–150 °С, що потенційно придатне для виробництва електроенергії та тепла (рис. 19).

Використання петрогеотермальної енергії доцільно інтегрувати в системи теплопостачання великих міст України та окремих регіонів із підвищеними геотермальними градієнтами [40].

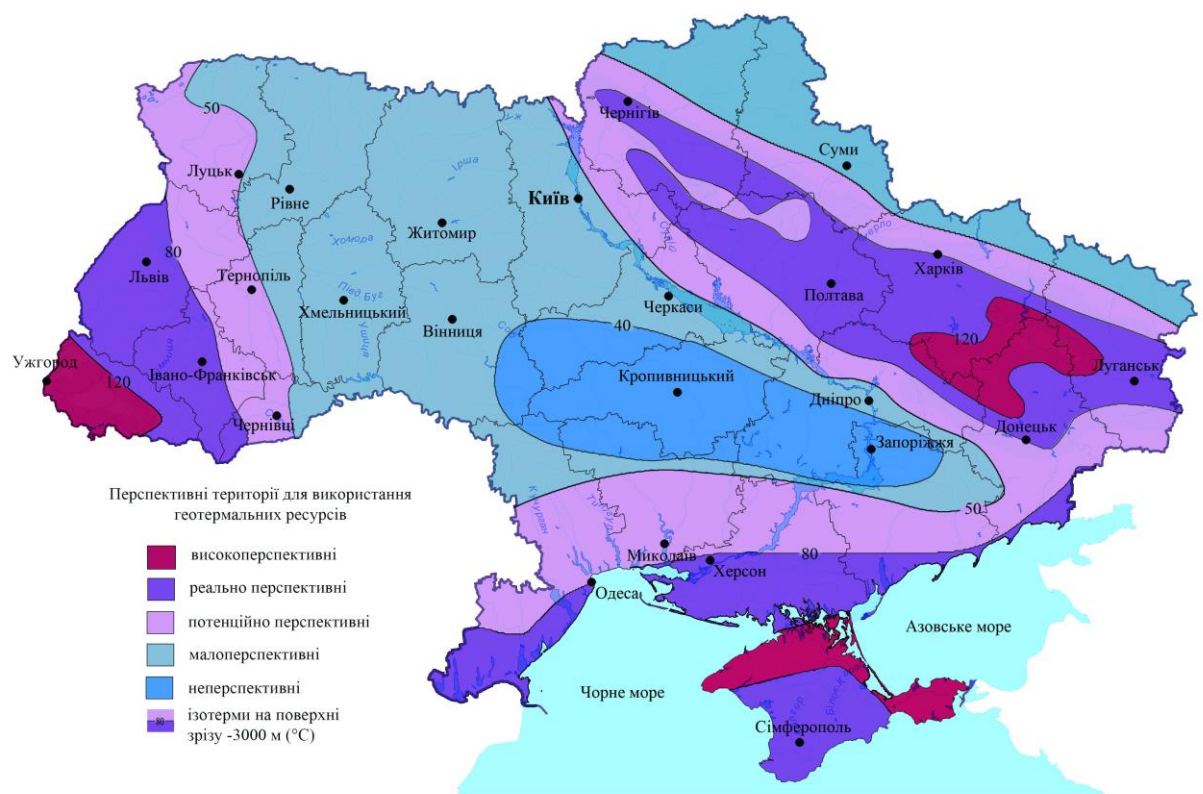
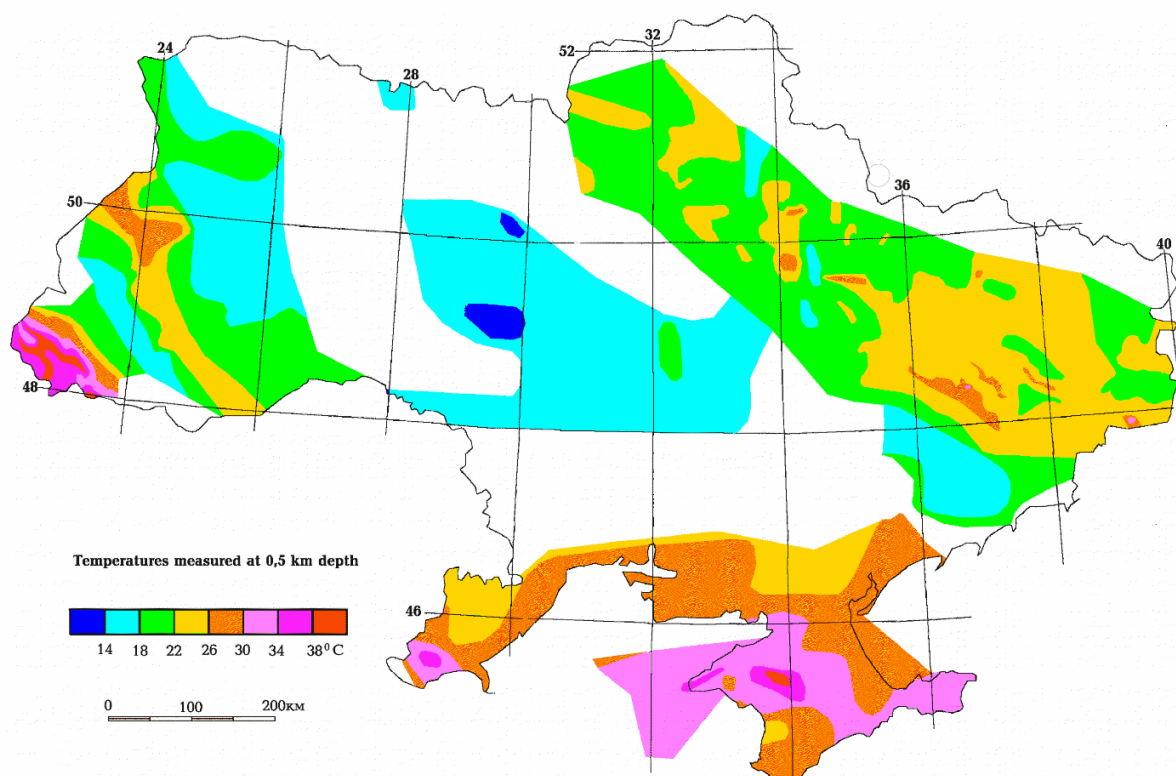
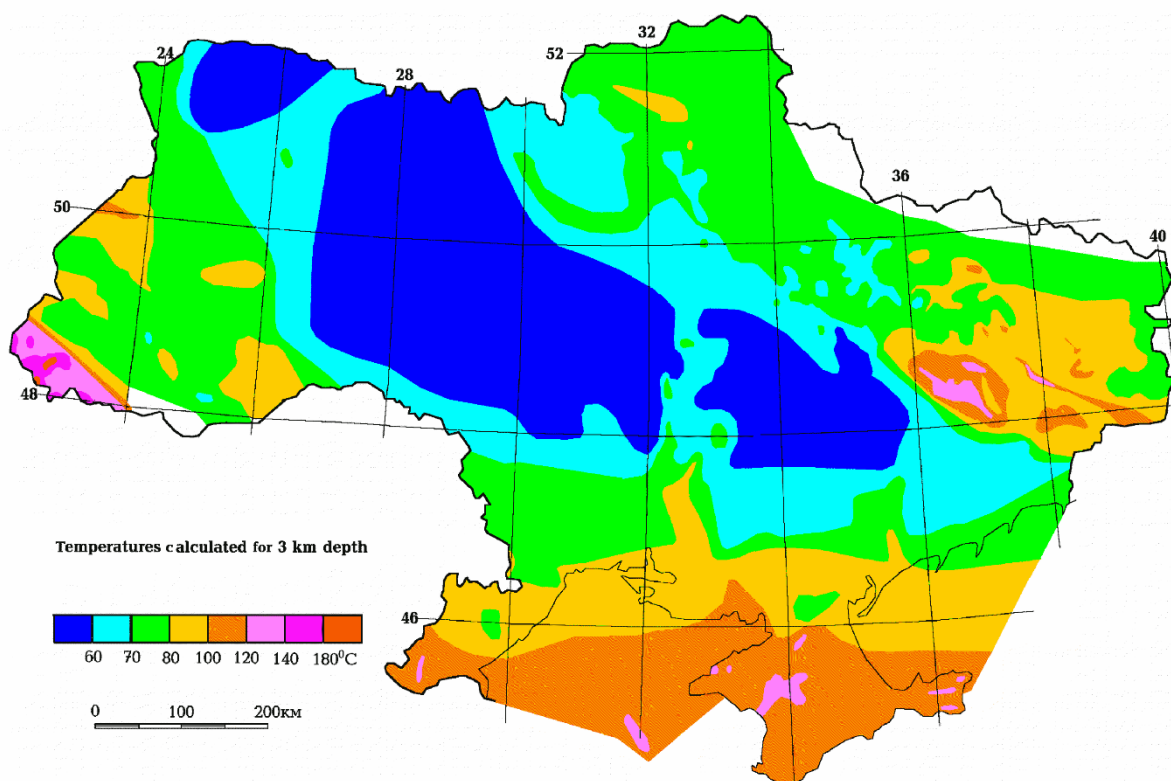


Рис. 18. Перспективні території використання геотермальної енергії в Україні [39]



a)



б)

Рис. 19. Температура надр на глибині 0,5 км (а) та 3 км (б) Україні [33]

Найбільший технічний потенціал використання геотермальної енергії сконцентрований переважно у південних та західних регіонах. Найвищі показники мають Одеська (240 МВт), Закарпатська (140 МВт) та Херсонська (150 МВт) області (рис. 20, 21). Решта регіонів України мають обмежені можливості для ефективного використання геотермальних ресурсів через геологічні особливості.

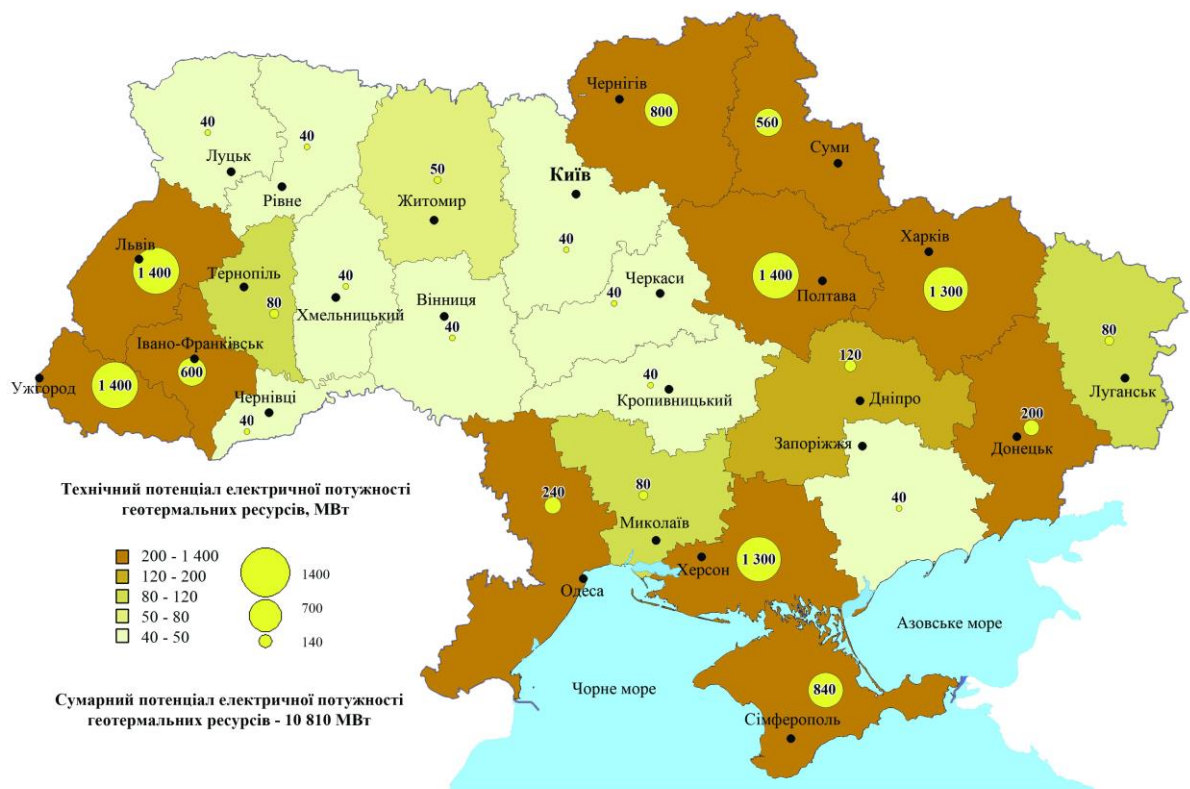


Рис. 20. Технічний потенціал електричної потужності геотермальних ресурсів в Україні [39]

У 1980–1990-х роках в Україні було збудовано дев'ять геотермальних теплових станцій загальною потужністю 11,2 МВт, з яких наразі діють три (табл. 3).

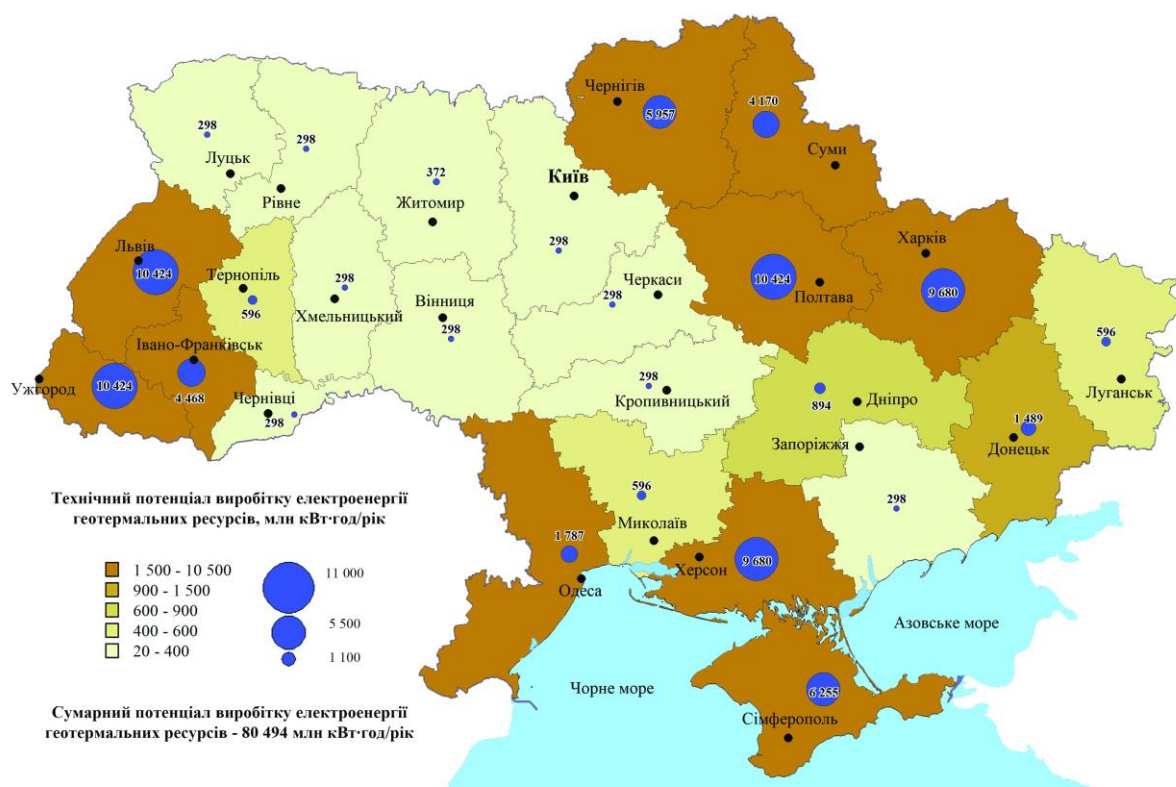


Рис. 21. Технічний потенціал виробітку електроенергії геотермальних ресурсів в Україні [39]

Таблиця 3

Діючі геотермальні станції в Україні [39]

№	Назва об'єкта, місцезнаходження	Встановлена потужність, МВт
1	Геотермальна теплова станція, Джанкойський р-н, с. Ведмедівка, АР Крим	1,00
2	Геотермальна теплова станція, Берегівський р-н, с. Косино, Закарпатська область	0,25
3	Геотермальна теплова станція, Берегівський р-н, м. Берегове, Закарпатська область	0,25

Узагальнюючи, слід зазначити, що найбільш перспективними регіонами для розвитку сонячної та вітрової енергетики є південні та південно-східні області України, у той час як використання гідроенергетики доцільно зосередити у Карпатському регіоні. Геотермальна енергетика має перспективи

на півдні країни та в Закарпатті, а розвиток біоенергетики доцільний насамперед у сільськогосподарських областях центральної України. У свою чергу, для областей із низьким природним потенціалом певних видів ВДЕ важливо орієнтуватися на комбіновані рішення або на підвищення енергоефективності (рис. 22, 23).

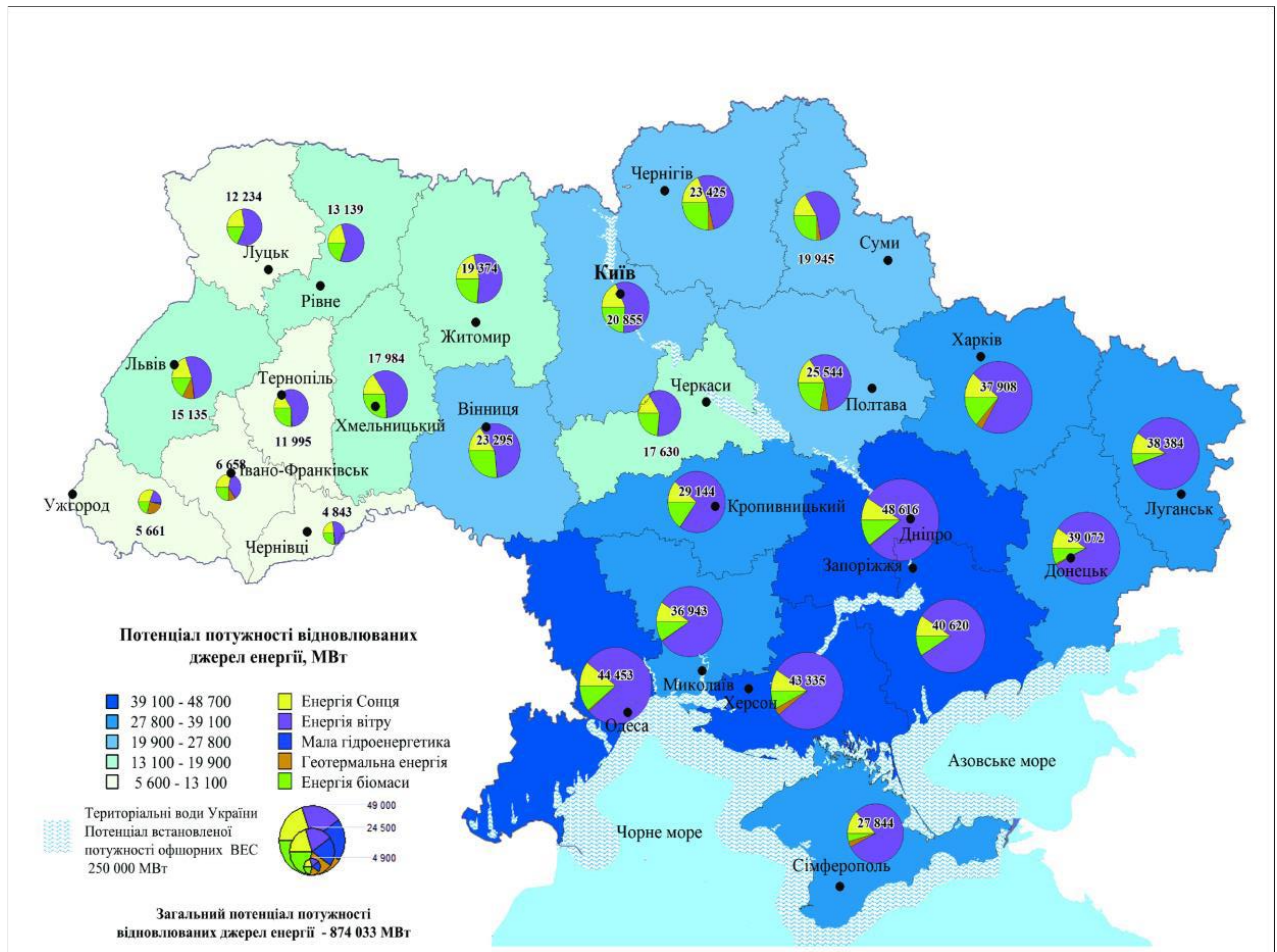


Рис. 22. Розподіл сумарного річного технічно-досяжного потенціалу встановленої потужності ВДЕ по території України, МВт [39]

Оцінку потенційного виробництва «зеленого» водню в Україні здійснено на основі результатів наукових досліджень генераційних можливостей вітрових та сонячних електростанцій. Для визначення обсягів виробництва водню методом електролізу використано показник питомого споживання електроенергії — 4,5 кВт·год на нормальний кубічний метр або 50,56 кВт·год на один кілограм водню [39].

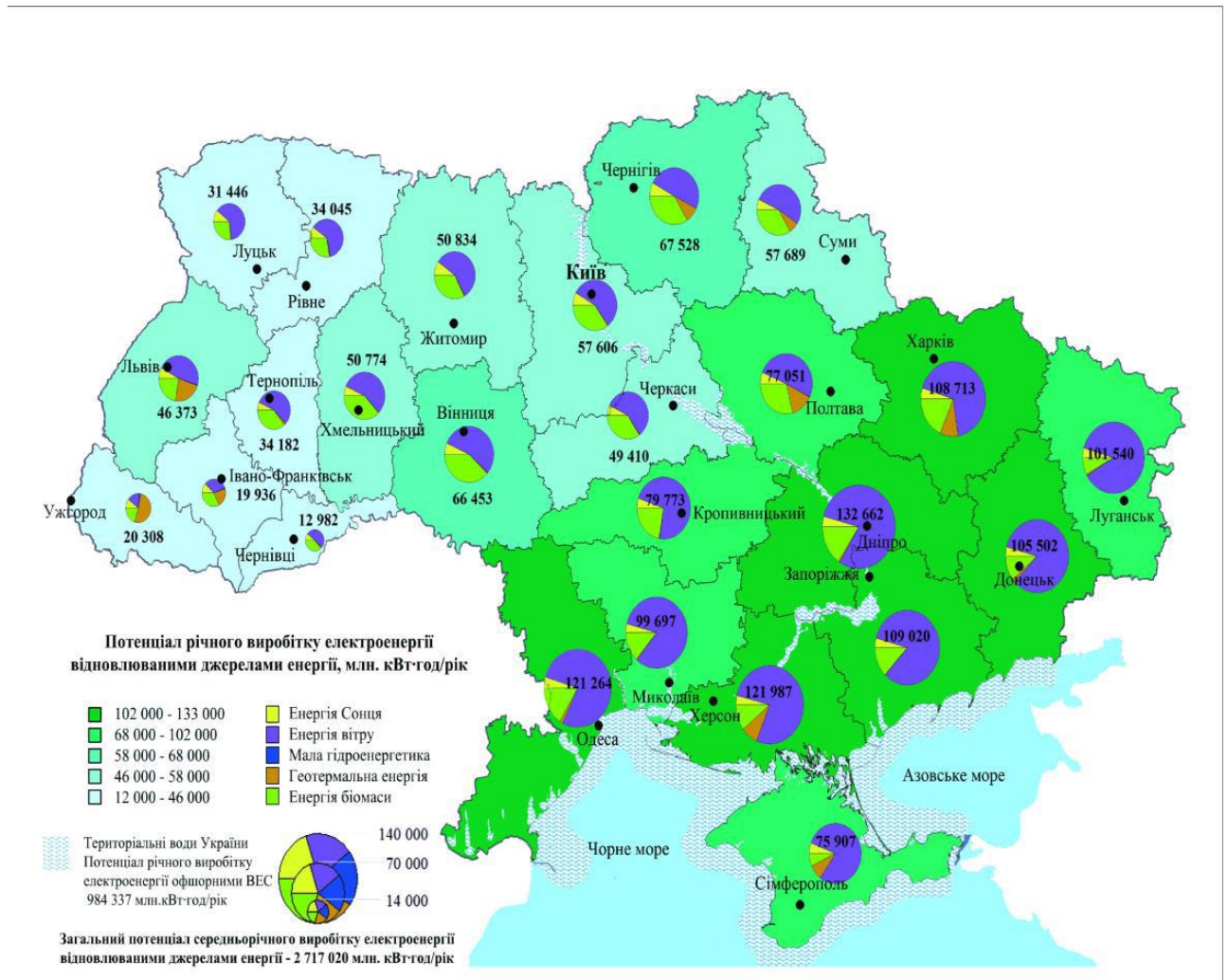


Рис. 23. Сумарний річний технічно-досяжний потенціал виробітку електроенергії за рахунок ВДЕ по території України, млн кВт·год/рік [39]

Характеризуючи загальний стан структури енергетики слід зазначити, що до 2022 р. в Україні стрімко нарощувалися потужності ВДЕ, і відповідно зростала частка виробництва електроенергії з відновлюваних джерел (рис. 24). Внаслідок повномасштабної війни у 2022-2023 рр. загальне виробництво електроенергії суттєво впало, через окупацію частини території та економічний спад, проте обсяг виробництва електроенергії з ВДЕ майже не знизився, і у 2023 році значення є порівняним з 2020 роком. Водночас частка у загальному енергетичному балансі зросла.

Разом з тим, воєнні дії та окупація території російськими військами мали руйнівний вплив на енергетику України.

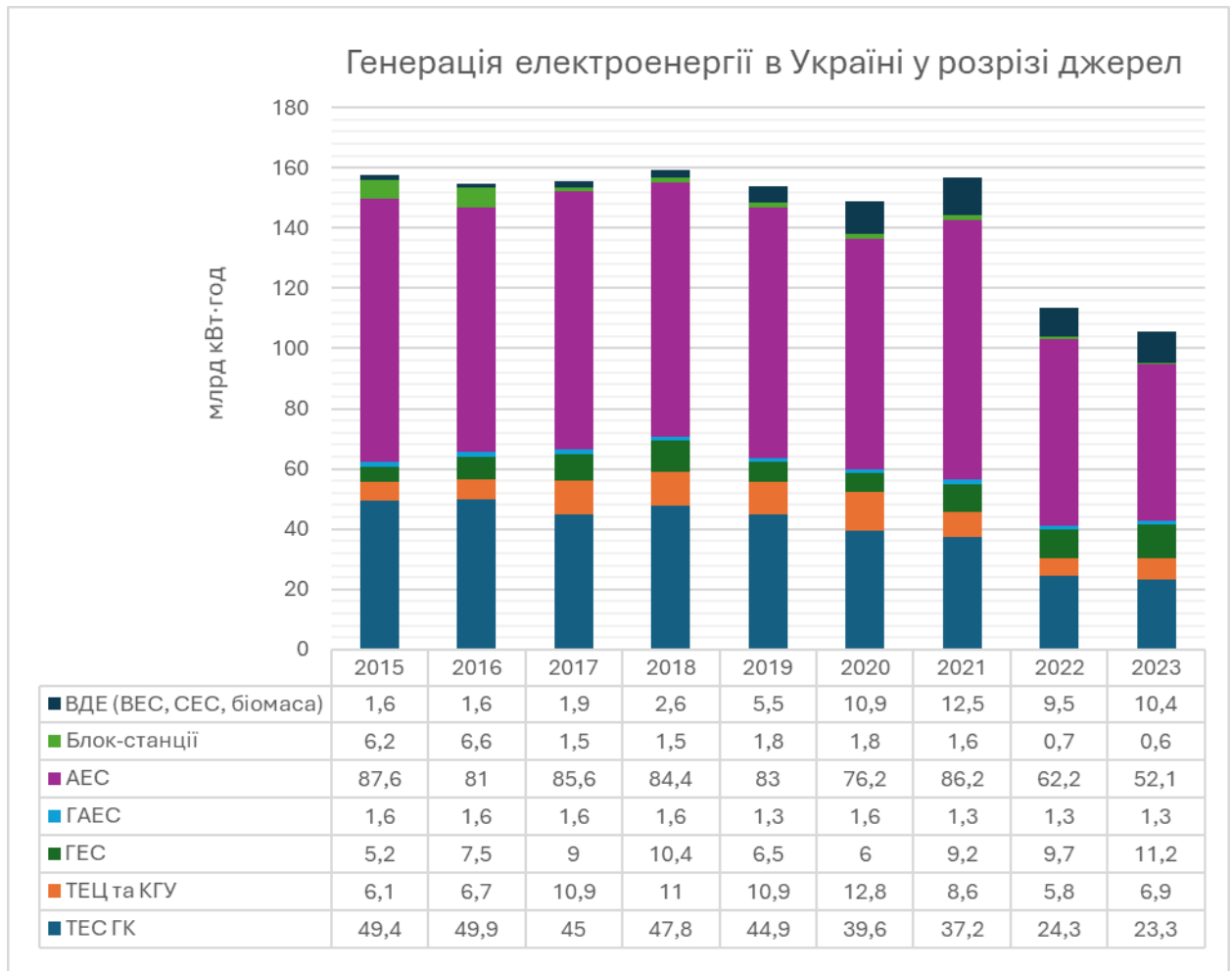


Рис. 24. Виробництво електроенергії в Україні за видами джерел у 2015-2023 рр. (укладено автором за даними Міністерства енергетики України [6])

Станом на кінець 2021 року в Україні було встановлено 18 857,9 МВт потужностей ВДЕ разом з генеруючими установками приватних домогосподарств та великими ГЕС/ГАЕС. 602,9 МВт потужностей ВДЕ було окуповано російськими військами з 2014 року (з них 400 МВт СЕС та 200 МВт ВЕС) [42].

За даними Міністерства енергетики України внаслідок повномасштабного вторгнення російських військ Україна втратила значні потужності ВДЕ - 80 % ВЕС та 20 % СЕС [44] (за розрахунками це близько 3 000 МВт ВЕС та 1 280 МВт СЕС). Також втрачено Каховську ГЕС потужністю 334,8 МВт, яка з початку повномасштабного вторгнення потрапила під

окупацію, а в червні 2023 року була повністю зруйнована внаслідок підриву дамби російськими військами. Частину пошкоджених потужностей було відновлено, наприклад, звільнена Трифонівська СЕС поступово відновлювала виробництво електроенергії. Однак через пошкодження обсяг електроенергії, вироблення станцією, не перевищував 15% її встановленої потужності в 10 МВт (близько 20% сонячних панелей було пошкоджено). Точні дані щодо відновлення пошкоджених або зруйнованих енергетичних потужностей відсутні у відкритому доступі через безпекові причини.

За даними пресслужби НЕК "Укренерго" в травні 2022 року через повномасштабне вторгнення РФ в окупації перебувало 21 ГВт потужностей, включаючи 6 ГВт Запорізької АЕС та близько 4 ГВт потужностей ТЕС та ВДЕ, що були в окупації з 2014 року.

Попри війну протягом 2022 року було побудовано близько 314 МВт нових потужностей ВДЕ (сонячні, вітрові електростанції, біогазові та малі гідроелектростанції), а у 2023 році введено в роботу близько 350 МВт [44].

Для порівняння нижче наведені дані (табл.4) щодо будівництва нових вітроелектростанцій у країнах світу в 2024 році. Згідно з даними Всесвітньої асоціації вітроенергетики (WWEA), у 2024 році глобальна встановлена потужність вітроенергетики досягла 1 173 ГВт, з яких 121 ГВт були новими установками. Китай лідирував, додавши 86,7 ГВт нових потужностей, що становить 72% від світового приросту. У Європі було встановлено 16,4 ГВт нових вітрових потужностей у 2024 році, з яких 84% припадає на наземні установки. Загальна встановлена потужність вітроенергетики в Європі досягла 285 ГВт, з яких 248 ГВт — наземні, а 37 ГВт — офшорні. Найбільший внесок у нові установки зробили Німеччина (4 ГВт), Велика Британія (1,9 ГВт) та Франція (1,7 ГВт) [24].

Аналогічну статистику доцільно використовувати і для інших джерел енергії в ході викладення матеріалу стосовно сучасного розвитку альтернативної енергії в світі. За такими статистичними даними легко визначати, хто з країн є лідерами у впровадженні ВДЕ.

Таблиця 4.

Обсяг доданих потужностей вітроенергетики у країнах світу, МВт

Country/Region	2024 [MW]	New Capacity 2024	Growth 2024/2023	2023 [MW]	New Capacity 2023	Growth 2023/2022	2022 [MW]	2021 [MW]	2020 [MW]
China	561'492	86'892	18,3%	474'600	79'370	20,1%	395'230	346'670	290'750
United States	154'609	4'154	2,8%	150'455	6'402	4,4%	144'053	135'177	121'510
Germany	72'683	3'209	4,6%	69'474	3'232	4,9%	66'242	63'924	62'708
India	48'163	3'427	7,7%	44'736	3'136	7,5%	41'600	39'800	38'625
Brazil	34'000	5'420	19,0%	28'580	4'919	20,8%	23'661	21'567	18'010
United Kingdom	32'360	2'197	7,3%	30'163	1'480	5,2%	28'683	25'668	24'458
Spain	32'007	1'210	3,9%	30'797	0'639	2,1%	30'158	28'143	27'294
France	24'383	909	3,9%	23'474	2'559	12,2%	20'915	19'084	17'949
Canada	18'435	1'449	8,5%	16'986	1'774	11,7%	15'212	14'206	13'627
Sweden	17'266	1'015	6,2%	16'251	1'973	13,8%	14'278	12'173	10'068
Australia	15'288	3'299	27,5%	11'989	942	8,5%	11'047	9'633	7'887
Italy	12'915	865	7,2%	12'050	403	3,5%	11'647	11'322	10'850
Turkey	12'864	1'058	9,0%	11'806	401	3,5%	11'405	11'100	9'305
Netherlands	11'720	112	1,0%	11'608	3'393	41,3%	8'215	7'846	6'784
Poland	10'233	850	9,1%	9'383	1433	18,0%	7'950	6'570	5'953
Mexico	8'670	360	4,3%	8'310	998	13,6%	7'312	7'262	6'789
Finland	8'358	1'412	20,3%	6'946	1269	22,4%	5'677	3'256	2'586
Denmark	7'506	399	5,6%	7'107	158	2,3%	6'949	6'181	6'102
Portugal	5'938	45	0,8%	5'893	163	2,8%	5'730	5'612	5'502
Japan	5'840	663	12,8%	5'177	450	9,5%	4'727	4'574	4'372
Belgium	5'315	0	0,0%	5'315	274	5,4%	5'041	4'883	4'670
Greece	5'226	0	0,0%	5'226	543	11,6%	4'683	4'452	4'113
Norway	5'133	3	0,1%	5'130	25	0,5%	5'105	5'105	3'866
Ireland	4'934	204	4,3%	4'730	203	4,5%	4'527	4'332	4'323
Vietnam	4'910	0	0,0%	4'910	944	23,8%	3'966	3'444	0'513
Chile	4'884	84	1,8%	4'800	990	26,0%	3'810	3'444	2'829
Austria	4'028	139	3,6%	3'889	317	8,9%	3'572	3'291	3'120
Argentina	4'319	614	16,6%	3'705	396	12,0%	3'309	3'291	2'818
South Africa	3'560	0	0,0%	3'560	0	0,0%	3'560	3'256	2'495
Romania	3'077	0	0,0%	3'077	0	0,0%	3'077	3'029	3'029
Rest of the World*	33'464	1'316	4,1%	32'148	2'678	9,1%	29'470	26'513	21'790
Total*	1'173'581	121'305	11,5%	1'052'276	121'465	13,0%	930'811	844'808	744'695

3.4. Активні та інтерактивні методи вивчення альтернативної енергетики у шкільному курсі

Застосування активних та інтерактивних методів навчання (дискусій, рольових ігор, мозкових штурмів, проектних робіт, ситуаційних задач, інтерактивних карт, кейс-методу) сприяє ефективному засвоєнню матеріалу, викликає інтерес учнів до тематики альтернативної енергетики та мотивує їх до активної пізнавальної діяльності. Такі підходи допомагають глибше зрозуміти складні процеси, розвивають критичне мислення, аналітичні здібності та формують практичні вміння застосування знань у реальних ситуаціях. У межах дослідження було розроблено приклади завдань для різних класів і тем, що охоплюють ключові аспекти альтернативної енергетики та сталого розвитку.

Для 6-7 класу найкраще підходять методи, які спонукають до дії, візуалізації, простих логічних висновків і творчості, прилади завдань представлено у таблиці 5. Для учнів 8 класу були обрані такі активні та інтерактивні методи, як створення картографічних моделей, дослідницькі міні-проекти, робота з реальними картами та даними, побудова логічних схем і створення екологічних плакатів. Вибір саме цих методів пояснюється тим, що восьмикласники мають добру просторову уяву, активно розвивають навички аналізу просторової інформації, а також можуть виконувати комплексні практичні завдання з помірною дослідницькою складністю. У цьому віці учні зацікавлені у практичному застосуванні знань, їм важливо бачити конкретні результати своєї роботи — створені ними карти, схеми, таблиці чи моделі.

Таблиця 5

Активні та інтерактивні методи й приклади завдань для учнів

Метод	Завдання
6-7 клас	
Мозковий штурм (швидке генерування ідей без оцінки правильності, розвиток уяви)	- Що забруднює повітря? (діти перелічують усі можливі джерела забруднення – від транспорту до фабрик); - Навіщо потрібна сонячна енергія? (учні пропонують ідеї використання енергії Сонця у побуті та техніці) Умови: 5 хвилин на вільне висловлення ідей на дошку або у хмару слів; оцінювання на етапі підбиття підсумків
Робота в групах ("Карта ідей" - створення плакатів або постерів для візуалізації знань)	- Енергетичне дерево: намалювати дерево, на гілках якого записати різні види енергії (традиційної і альтернативної). - Карта альтернативної енергетики світу: позначити на контурній карті, де сонячні електростанції (пустелі), де вітрові ферми (узбережжя), де геотермальні станції. - Шляхи економії енергії: розробити постер «10 способів заощадити енергію вдома». Умови: 20–25 хвилин роботи в групах по 3–4 учні, презентація результатів у класі
Інтерактивна вправа ("Вірно-невірно" - розвиває критичне мислення, увагу до фактів)	Енергетичні факти: учням даються твердження, наприклад: -Тема: Вплив енергетики та викопного палива на довкілля "Спалювання вугілля очищує повітря." — Невірно "Одне дерево може за рік поглинути вуглекислий газ, що утворюється під час роботи одного автомобіля за кілька тижнів." — Вірно "Вуглеводні утворюються з переробленого пластику." — Невірно -Тема: Альтернативні джерела енергії "Сонячні батареї працюють навіть у похмурий день." — Вірно "Вітер сильніший на висоті 2 метри над землею, ніж на 100 метрах." — Невірно "У пустелях можна будувати великі сонячні електростанції." — Вірно -Тема: Використання побутових відходів для отримання енергії "Зі старого банана можна отримати біогаз для приготування їжі." — Вірно "Утилізація відходів сприяє збільшенню кількості сміття." — Невірно "Біогаз можна виробити зі шкільних обідів." — Вірно

	- Тема: Сталий розвиток і енергетичний перехід "Відновлювані джерела енергії можуть зменшити зміни клімату." — Вірно "ГЕС не впливають на рибу у річках." — Невірно "Що більше використовуємо сонячну енергію — то більше вичерпується Сонце." — Невірно Умови: Учні піднімають картки "Так/Ні" або жестами показують відповідь.
Рольова гра "Енергетичний вибір" (учні "входять" у роль експертів, урядовців, фермерів)	Енергетична рада: діти діляться на групи: одні – екологи, інші – енергетики, треті – місцеві мешканці; обговорюють, чи будувати нову електростанцію. Рятувальники природи: група має скласти план дій для порятунку річки, забрудненої нафтовим розливом. Інвестори у відновлювану енергетику: кожен вибирає, куди інвестувати "свої гроші" – у вугілля, сонце чи вітер – і обґрунтовує свій вибір. Умови: 10–15 хвилин підготовки, 5 хвилин виступів, оцінювання за аргументацію.
Дебати (кожна команда готує аргументи та короткі виступи)	Тема 1: Чи може сонячна енергія повністю замінити викопне паливо? Тема 2: Чи можемо ми побудувати малу ГЕС на річці Черемош? Умови: Поділ класу на дві команди ("За" і "Проти"). Підготовка аргументів (до 5 хвилин), виступ (до 2 хвилин).
Створення інформаційного плакату	Тема: Країни-лідери за виробництвом сонячної, вітрової та гідроенергії. Умови: Учні малюють на плакаті карту світу, де виділяють кольорами країни з найбільшим виробництвом ВДЕ.
Робота з інтерактивною картою	Тема: Пошук сонячних, вітряних, найбільш водних регіонів світу, областей з високими значеннями теплового потоку Умови: Працюючи з картою IRENA або подібними сервісами, учні позначають регіони з найвищим потенціалом для СЕС і ВЕС.
Побудова ментальної карти	Тема: Причини і наслідки глобального потепління. Умови: Створення схеми в зошиті або на ватмані з мінімум 3 гілками: "Причини", "Наслідки", "Шляхи вирішення".
Міні-дослідження	Тема: Викиди CO₂ при спалюванні різних видів палива. Умови: Знайти дані в інтернеті або з довідників, побудувати таблицю порівнянь для вугілля, газу та нафти.
8-9 клас	
Дебати (кожна команда готує аргументи та короткі виступи)	Тема: Великі гідроелектростанції — більше користі чи шкоди? Умови: Дві команди обґрунтовують екологічні ризики та економічні вигоди від будівництва ГЕС. Тема 2: Чи варто Україні інвестувати більше в розвиток біоенергетики/геотермальної енергетики? Умови: Короткі виступи-аргументи за і проти (до 2 хвилин). Тема 3: Чи реально повністю перевести Україну на ВДЕ до 2050 року? Умови: Клас поділяється на три групи: оптимісти, реалісти, скептики. Кожна група готує свої аргументи з використанням фактичних даних (частка ВДЕ сьогодні, потенціал сонця, вітру, біомаси).
Створення інформаційного плакату	Тема 1: Види біопалива в Україні. Умови: Створити постер із прикладами джерел сировини (рослинна олія, біомаса, біогаз) та способами їх використання Тема 2. Типи сонячних електростанцій та геліоколекторів Умови: Створити постер із прикладами різних типів СЕС (фотовольтаїка, концентратори параболічні, плоскі, баштового типу, геліоколектори) Тема 3: Гідроенергетика: переваги та недоліки. Умови: На одному плакаті виділити плюси та мінуси великих і малих ГЕС.
Рольова гра	Тема 1: Міжнародна конференція з питань скорочення викидів. Умови: Кожен учень представляє країну і її енергетичну політику. Готується короткий виступ-презентація. Тема 2: Громадські слухання щодо будівництва біогазового заводу. Умови: Поділ на групи: місцеві мешканці, інвестори, екологи.

	Тема 3: Енергетична стратегія регіону. Умови: Поділ на групи: енергетики, екологи, підприємці, місцеві жителі. Кожна група пропонує стратегію переходу свого регіону на ВДЕ.
Робота з інтерактивною картою	Тема: Геотермальні ресурси України. Умови: Працюючи з картами, визначити перспективні для геотермальної енергетики райони (Закарпаття, Передкарпаття). Тема 2: Гідроенергетичний потенціал річок. Умови: Позначити на карті річки України, що мають потенціал для малих ГЕС.
Побудова ментальної карти	Тема: Види відновлюваних джерел енергії та їх характеристики. Умови: Розділити карту на 5 гілок: сонячна, вітрова, гідро-, геотермальна, біоенергетика. Тема 2: Шляхи зменшення викидів CO ₂ у побуті. Умови: Створити карту ідей зі способами економії енергії та скорочення споживання ресурсів
Міні-дослідження	Тема: Частка відновлюваних джерел у структурі електроенергетики України. Умови: Пошук даних за останні 5 років та побудова графіка. Тема 2: Які області України мають найкращий потенціал для ВЕС і СЕС? Умови: Скласти список мінімум 5 регіонів із коротким обґрунтуванням.
Робота з реальними статистичними даними	Тема: Частка ВДЕ в енергобалансі України за останні 10 років. Умови: Пошук статистики, побудова графіка з трендом росту ВДЕ, короткий висновок про темпи змін.
Кейс-метод	Тема: Енергетична трансформація країни. Умови: Учням пропонується кейс: "Ваша країна має 70% енергетики з вугілля. Розробіть план переходу на 50% ВДЕ до 2040 року з врахуванням економіки, екології та технологій."
Мозковий штурм	Тема: Нові технології у ВДЕ. Умови: У групах учні вигадують 3 інноваційні способи або технології покращення використання сонячної, вітрової чи біоенергії.
10-11 клас	
Дебати	Тема 1: Чи можуть гарантії походження електроенергії стати драйвером розвитку ВДЕ в Україні? Умови: Поділ на групи, одна група за підтримку механізму гарантій, інша — за альтернативні інструменти стимулювання. Тема 2: Чи є доцільною ставка на розвиток біопалива в Україні? Умови: Групи за і проти розглядають питання аграрного потенціалу, екологічних наслідків та конкуренції з харчовим виробництвом.
Створення інформаційного продукту	Тема: Потенціал ВДЕ в країнах Європи. Умови: Створити буклет або презентацію з аналізом потенціалу сонячної, вітрової, гідро- та геотермальної енергетики для 3 обраних країн (наприклад, Німеччина, Іспанія, Норвегія).
Рольова гра	Тема 1: Європейський зелений курс: виклики для України. Умови: Ролі: політики, бізнесмени, аграрії, екологи. Завдання: обговорити, як адаптувати енергетичну політику України до вимог ЄС. Тема 2: Світова конференція з відновлюваної енергетики. Умови: Учні розподіляються на ролі делегацій різних країн. Під час обговорення пропонують стратегії енергетичного переходу своїх держав.
Робота з ГІС-картами	Тема: Аналіз потенціалу сонячної та вітрової енергетики України. Умови: Працюючи з онлайн-атласами (IRENA, Global Solar Atlas, Open Street Map), визначити райони України з найвищим енергетичним потенціалом та зі сприятливим набором інших факторів (технічних, соціальних, екологічних, економічних)
Кейс-метод	Тема 1: Аналіз потенціалу сонячної та вітрової енергетики України. Умови: Працюючи з онлайн-атласами (IRENA, Global Solar Atlas), визначити райони України з найвищим енергетичним потенціалом. Тема 2: Створення концепції енергонезалежного міста.

	Умови: Учні працюють у командах і створюють проєкт міста на 100% ВДЕ (сонце, вітер, біогаз, геотермальна енергія), описують потреби, виклики та рішення.
Проектна робота	Тема 1: Майбутнє "зеленого" водню в Україні. Умови: Розробити презентацію, у якій пояснити можливості, обмеження та перспективи виробництва водню. Тема 2: Перспективи розвитку малої гідроенергетики в Україні. Умови: Підготувати дослідницький проєкт: карта потенційних малих ГЕС, обґрунтування економічної доцільності, екологічні наслідки
Створення аналітичної доповіді	Тема: Світові тренди енергетичного переходу. Умови: Скласти коротку аналітичну записку, яка включатиме приклади успішного розвитку ВДЕ у 2 розвинених і 2 країнах, що розвиваються.
Робота з державними документами	Тема: Національний план енергетики та клімату України. Умови: Працювати з фрагментами офіційних документів, знайти цілі та завдання України у сфері енергетики до 2030 року.

Вибір методів активного та інтерактивного навчання для вивчення тем альтернативної енергетики у шкільному курсі базувався на вікових особливостях учнів та рівні сформованості їхніх пізнавальних навичок. Для учнів 9 класу були обрані такі методи, як дебати, інтерактивний постер, рольова гра, робота зі статистичними даними, кейс-метод та мозковий штурм. Це пояснюється тим, що дев'ятикласники мають добре розвинене логічне мислення, здатні встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, активно сприймають інтерактивні форми навчання і водночас потребують чіткої структури подання матеріалу. Обрані методи сприяють розвитку критичного мислення, творчості, навичок групової роботи й аналітичних здібностей.

У 10 класі акцент зроблено на більш складні інтегративні методи, зокрема дебати, створення інформаційних продуктів, рольові ігри, ГІС-аналіз, кейс-метод і проєктну діяльність. Учні цього віку здатні працювати з великими обсягами інформації, аналізувати міжнародні документи та опрацьовувати просторові дані. Обрані методи не лише формують глибші знання про світові енергетичні процеси, а й готують учнів до самостійної діяльності у старшій школі та подальшій професійній орієнтації.

Для 11 класу були обрані методи, що максимально наближають навчання до реальних життєвих практик: дебати, написання аналітичних доповідей, рольові ігри у форматі міжнародних конференцій, робота з реальними документами, кейс-метод і проєктні роботи. Старшокласники вже володіють

високим рівнем абстрактного мислення, здатні до системного аналізу та критичної оцінки різних сценаріїв розвитку подій. Завдяки цим методам учні отримують можливість розвивати наукове мислення, поглиблювати розуміння глобальних енергетичних викликів та виробляти власні рішення у контексті сталого розвитку.

ВИСНОВКИ

1. У ході виконання дослідження було встановлено, що вивчення альтернативних джерел енергії в шкільному курсі географії має надзвичайно важливе значення для формування екологічної свідомості учнів і підготовки їх до викликів сталого розвитку. Новим результатом стало теоретичне обґрунтування ролі енергетики в глобальних процесах і розкриття її місця в змісті географічної освіти через акцент на альтернативних джерелах енергії як засобі подолання кліматичних і ресурсних криз. Дослідження довело, що глибше інтегрування знань про ВДЕ у шкільні програми відповідає сучасним викликам і потребує розширення змістових ліній екологічної безпеки та сталого розвитку.

2. У процесі роботи було проаналізовано наявні навчальні програми з географії для основної і старшої школи, що дозволило виявити існуючі прогалини у висвітленні тематики альтернативної енергетики. Завдяки контент-аналізу було сформульовано конкретні пропозиції щодо поглиблення навчального матеріалу: введення понять про альтернативні джерела енергії на рівні базової освіти, деталізація регіональних особливостей ВДЕ в Україні, а також розширення практичних завдань щодо аналізу енергетичних карт, екологічних ризиків і потенціалу відновлюваних ресурсів. Таким чином, дослідження сприяло створенню нових змістових блоків і практичних орієнтирів для модернізації навчальних програм.

Інтеграція знань про ВДЕ, енергетичний перехід та альтернативну енергетику здійснюється через логічне нарощування змістових компонентів у різних класах, що забезпечує поступовий розвиток системного мислення, просторових уявлень, аналітичних і дослідницьких компетентностей учнів.

3. На основі аналізу зарубіжного та українського досвіду було розроблено методичні підходи щодо застосування активних та інтерактивних методів навчання, зокрема ігор, квестів, проєктних завдань та дискусій. Новим у результатах дослідження стало те, що ці методики були адаптовані до різних

вікових груп учнів з урахуванням психологічних особливостей і пізнавальної активності школярів 6–11 класів. Запропоновані методи довели свою ефективність у мотивації учнів до вивчення енергетичної тематики та розвитку у них навичок критичного мислення, самостійного пошуку інформації та практичного застосування знань.

4. Важливим результатом дослідження є розроблення системи прикладних завдань, картографічних і статистичних матеріалів для формування знань учнів про енергетичний сектор та альтернативні джерела енергії. У роботі запропоновано конкретні варіанти використання карт теплового потоку, сонячної інсоляції, вітрового потенціалу, що дозволяють учням здійснювати реальний аналіз можливостей використання ВДЕ в Україні.

5. Підсумовуючи результати дослідження, варто відзначити, що в роботі вперше запропоновано комплексне бачення місця альтернативної енергетики у сучасній географічній освіті, об'єднане з розробкою методичних рішень та практичних завдань. Отримані результати мають не лише теоретичне, а й прикладне значення, оскільки вони можуть бути використані при розробці нових програм, курсів підвищення кваліфікації вчителів і реалізації екологічних освітніх проєктів у школах. Таким чином, дослідження сприяє підвищенню якості географічної освіти й забезпеченню підготовки молодого покоління до викликів енергетичної трансформації та сталого розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Acikgoz, C. (2011). Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*, 36(2), 608-615. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.015>
2. Agbonifo, P. E. (2021). Renewable energy development: Opportunities and barriers within the context of global energy politics. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(2), 141–148. <https://doi.org/10.32479/ijeep.10773>
3. Colmenares-Quintero, R. F., Barbosa-Granados, S., & Pérez-Quintero, S. (2022). Learning and teaching styles in a public school with a focus on renewable energies. *Sustainability*, 14(23), 15545. <https://doi.org/10.3390/su142315545>
4. Da Silva, R. F., Carmona, J. A., Campos, J. C., & Pérez-Hernández, A. (2015). Methodology and tools of a docent strategy for the teaching and learning of climate change and renewable energies. In *ICERI2015 Proceedings* (pp. 1616–1625). IATED.
5. Energy Institute (2024). *Statistical Review of World Energy* (with major processing by Our World in Data). <https://ourworldindata.org/grapher/years-of-fossil-fuel-reserves-left>
6. Energy Map (2023) Виробництво електроенергії за типами генерації (щорічні дані) <https://map.ua-energy.org/uk/resources/5f056b55-53ba-4978-8f20-e5e14db26ed9/>
7. European Commission. (2019). *The European Green Deal*. https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
8. Hannah Ritchie & Rosado, P. (2017). Fossil fuels. *Our World in Data*. <https://ourworldindata.org/fossil-fuels>
9. Hasan, S. T. (2012). Awareness and misconceptions of high school students about renewable energy resources and applications: Turkey case. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 4(3), 1829-1840.
10. Hoque, F., Yasin, R. M., & Sopian, K. (2022). Revisiting education for sustainable development: Methods to inspire secondary school students toward

- renewable energy. *Sustainability*, 14(15), 9058. <https://doi.org/10.3390/su14159058>
11. IRENA. (2020). *Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050* (Edition: 2020). International Renewable Energy Agency. <https://www.irena.org/publications/2020/Apr/Global-Renewables-Outlook-2020>
 12. Kandpal, T. C., & Broman, L. (2014). Renewable energy education: A global status review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 34, 300–324. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.02.039>
 13. Keramitsoglou K. M. (2016). Exploring adolescents' knowledge, perceptions and attitudes towards Renewable Energy Sources: A colour choice approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 59, 1159–1169. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.047>
 14. Middleton, P. (2018). Sustainable living education: Techniques to help advance the renewable energy transformation. *Solar Energy*, 173, 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.059>
 15. Ocetkiewicz, I., Tomaszewska, B., & Mróz, A. (2017). Renewable energy in education for sustainable development: The Polish experience. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 74, 509–522. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.051>
 16. Papadimitriou, V. (2004). Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*, 13, 299–307. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031268.72848.6d>
 17. Renewable Energy and Climate Change. (n.d.). IPCC. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/Chapter-1-Renewable-Energy-and-Climate-Change-1.pdf>
 18. Revák, I. M., Jász, E., Kovacs, E., Teperics, K., Visi, J. Ü., & Máth, J. (2019). Primary and secondary school students' knowledge related to renewable energy and some of its influencing factors. *Journal of Baltic Science Education*, 18(6), 924–942.
 19. Roman, M. (2015). Renewable energy resources in students' opinions.

Studia Ecologiae et Bioethicae, 13(3), 49–63.

20. Rushton, E. A., Sharp, S., & Walshe, N. (2023, November). Global Priorities for Enhancing School-Based Climate Change and Sustainability Education.

https://www.researchgate.net/profile/Elizabeth-Rushton/publication/376314510_Global_priorities_for_enhancing_school-based_climate_change_and_sustainability_education/links/6572eaa2ea5f7f02054f0d01/Global-priorities-for-enhancing-school-based-climate-change-and-sustainability-education.pdf

21. Shafiee S., & Topal, E. (2009). When will fossil fuel reserves be diminished? *Energy Policy*, 37(1), 181–189.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.016>

22. The Paris Agreement. (2015). *The United Nations Framework Convention on Climate Change*. <https://www.un.org/en/climatechange/paris-agreement>

23. What is renewable energy? (n.d.). *The United Nations*. <https://www.un.org/en/climatechange/what-is-renewable-energy>

24. WWEA. (2025). *WWEA Annual Report 2024* <https://wwindea.org/ss-uploads/media/2025/4/1745396008-6842a8ae-a6b0-46c1-9f7d-4e7c87eb56c9.pdf>

25. Zyadin, A., Puhakka, A., Ahponen, P., Cronberg, T., & Pelkonen, P. (2012). School students' knowledge, perceptions, and attitudes toward renewable energy in Jordan. *Renewable Energy*, 45, 78–85.

26. Абасов, А. А. (2024). Формування екологічної компетентності учнів на уроках фізики.

<https://elibrary.kdpu.edu.ua/bitstream/123456789/11126/1/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D1%96%D1%81%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%81%D1%8C%D0%BA%D0%B0%20%D0%A0%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B0%20%D0%90%D0%B1%D0%B0%D1%81%D0%BE%D0%B2%20%D0%A4%D0%86%D0%BC-23.pdf>

27. Агапова, О. Л. (2016). *Картографування для потреб альтернативної енергетики в Україні* (дисертація кандидата географічних наук). Київ.

28. Асоціація «Енергоефективні міста України» (2025). Проєкт «Школа

Енергії 2.0» <https://enefcities.org.ua/diyalnist/proekty/proyekt-shkola-energi-20/>

29. ГЕОГРАФІЯ (ПОГЛИБЛЕНЕ ВИВЧЕННЯ). (2020). *Навчальна програма для учнів 8–9 класів закладів загальної середньої освіти* (Лист МОН від 25.08.2020 № 1/11-5718). https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2020/Prohrama%20HEOHRAFIYA_POHLYBLENENYA.do
[сх](#)

30. ГЕОГРАФІЯ 10 – 11 класи. (2017). Профільний рівень (Наказ МОН від 23.10.2017 № 1407). <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/21.12.%20geografia/geograf-prof-10-11k-profilniy-riven-19122017.doc>

31. ГЕОГРАФІЯ 10 – 11 класи. (2022). *Рівень стандарту: Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти* (Наказ МОН від 03.08.2022 № 698). <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-10-11-standart.pdf>

32. ГЕОГРАФІЯ 6 – 9 класи. (2022). *Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти* (Наказ МОН від 03.08.2022 № 698) <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2022/08/15/navchalna.programa-2022.geography-6-9.pdf>

33. Гордієнко, В. В., Гордієнко, І. В., Завгородня, О. В., Логвінов, І. М., Тарасов, В. М., & Усенко, О. В. (2004). *Геотермічний атлас України* (60 с.). Київ.
https://www.researchgate.net/publication/330933236_GEOTERMICESKIJ_ATLAS_UKRAINY

34. Енергетика: історія, сучасність і майбутнє. Від вогню та води до електрики [Бондаренко В. І. та ін.] (2013) (263 с.). Київ: Фенікс.

35. Енергетична стратегія України на період до 2050 року. Кабінет Міністрів України. (2023, 21 квітня). *Розпорядження № 373-р.* <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text>

36. Закон України «Про альтернативні види палива» від 21 травня 2009 року № 1391-VI (станом на 1 липня 2016 року). Офіційне видання. Київ: Парламентське видавництво

37. Закон України «Про альтернативні джерела енергії» від 20 лютого 2003 року № 555-IV. Офіційне видання. Київ: Парламентське видавництво. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/555-15#Text>

38. Закон України «Про енергозбереження» від 1 липня 1994 року № 74/94-ВР (станом на 1 липня 2016 року). Офіційне видання. Київ: Парламентське видавництво.

39. Кудря, С. О. (Ред.). (2020). *Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України* (82 с.). Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України

40. Кудря, С. О. (Ред.). (2020). *Відновлювані джерела енергії*. Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України https://www.ive.org.ua/wp-content/uploads/Monografia_final_21.12.2020.pdf

41. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року (2024) Міністерство економіки України <https://me.gov.ua/Documents/Detail?id=17f558a7-b4b4-42ca-b662-2811f42d4a33&lang=uk-UA&title=NatsionalniiPlanZEnergetikiTaKlimatuNaPeriodDo2030-Roku>

42. НКРЕКП . (2021). *Бюлетень до річного звіту НКРЕКП за 2021 рік*. https://www.nerc.gov.ua/storage/app/sites/1/Docs/Byuleten_do_richnogo_zvitu/byuleten_do_richnogo_zvitu_nkrekp-2021.pdf

43. Матвійчук, А., & Іванчук, А. (2020). Формування уявлень про інноваційні технології електроенергетики в учнів професійно-технічної освіти. *Modern Information Technologies and Innovation Methodologies of Education in Professional Training Methodology Theory Experience Problems*, 113-124. <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/download/3161/2585>

44. Міністерства енергетики України (2024) *Герман Галущенко у Міжнародний день чистої енергії: українська енергетика нарощує*

потужності ВДЕ і стане кліматично нейтральною
<https://mev.gov.ua/novyna/herman-halushchenko-u-mizhnarodnyy-den-chystoyi-enerhiyi-ukrayinska-enerhetyka-naroshchuye>

45. Міністерство освіти і науки України (2025). *Наскрізні змістові лінії*
<https://mon.gov.ua/osvita-2/zagalna-serednya-osvita/osvitni-programi/naskrizni-zmistovi-linii>

46. Про Цілі сталого розвитку України на період до 2030 року. *Указ Президента України від 30.09.2019 № 722/2019*
<https://zakon.rada.gov.ua/go/722/2019>

47. Руденко, Б. М. (2019). Європейський досвід навчання основам енергозбереження. У *Матеріалах конференції "Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи"* (с. 73). Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка.
http://fizmatsspu.sumy.ua/Konferencii/sbor/nano/materialy_NANO_2019.pdf#page=73

48. Санковська, І. М. (2024). Формування в учнів початкової школи навичок раціонального використання енергії. *Організація освітньої діяльності в закладах освіти Києва в умовах воєнного стану*, (V), 158-171.
https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/49670/1/Sankovska_FUPCNRVE.pdf

49. Ткачук, М., Ровенчак, І., & Штуглінець, В. (2023). Альтернативні джерела енергії та їх вивчення в школі. У *Philosophy Doctor Olena Stepaniv: Geographer, Local-Area Researcher, Educator* (с. 246).
https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2023/07/Zbirnyk_Doktor-filosofii-Olena-Stepaniv.pdf#page=246

50. Шестидесятна, О. Г. (2014). Можливості вивчення екологічно чистих джерел енергії в шкільному курсі географії України. У *Науково-методичне забезпечення напряму підготовки «Здоров'я людини»* (с. 103–105). Полтава: Астроя.. <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/12192/1/44.pdf>