

DOI: 10.26565/2075-1893-2025-41-01

УДК 373.5:504.05:621.311.243

Олена Агапова*

к. геогр. наук, доцент ЗВО кафедри фізичної географії та картографії;

e-mail: o.agapova@karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-5524>**Анатолій Байназаров***

к. геогр. наук, доцент ЗВО кафедри фізичної географії та картографії;

e-mail: a.baynazarov@karazin.ua; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1511-3596>**Надія Брегеда***

бакалавр зі спеціальності Середня освіта (Географія) кафедри фізичної географії та картографії;

e-mail: bregeda010781@gmail.com; ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4276-6331>

* Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна

Методичні основи формування знань про відновлювані джерела енергії у шкільному курсі географії

Метою статті є обґрунтування методичних підходів до формування знань учнів про відновлювані джерела енергії (ВДЕ) та сучасний енергетичний сектор у шкільному курсі географії, а також розроблення практичних рекомендацій щодо удосконалення навчального змісту з урахуванням потреб сталого розвитку, інноваційної енергетики та екологічної освіти.

Основний матеріал. У статті проаналізовано методичні основи формування знань про ВДЕ в межах шкільного курсу географії. Наголошено на ключовій ролі відновлюваної енергетики у забезпеченні енергетичного переходу, протидії кліматичним змінам і досягненні цілей сталого розвитку. Обґрунтовано необхідність інтеграції тематики ВДЕ в освітній процес як складової формування екологічної свідомості, енергетичної грамотності та активної громадянської позиції учнів. Охарактеризовано зарубіжний досвід, який засвідчує недостатній рівень обізнаності молоді про ВДЕ та доводить доцільність удосконалення змісту освіти шляхом упровадження інтерактивних, міждисциплінарних і практикоорієнтованих методів навчання, що сприяють формуванню ціннісного ставлення до довкілля й усвідомлення значення ВДЕ в контексті сталого розвитку. У ході дослідження проаналізовано чинні навчальні програми з географії для 6–11 класів закладів загальної середньої освіти України, що дало змогу визначити ступінь представленості тематики ВДЕ в шкільному курсі та сформулювати пропозиції щодо її розширення і систематизації.

Висновки. На основі контент-аналізу було запропоновано інтеграцію низки змістових компонентів: базових понять відновлюваної енергетики, класифікації джерел, особливостей їх ресурсного потенціалу, технологій генерації енергії в Україні та світі, екологічних переваг, глобальних і національних стратегій розвитку ВДЕ, просторових, екологічних і соціально-економічних чинників розміщення об'єктів відновлюваної енергетики. Запропоновано теми практичних завдань, елементи проєктної й дослідницької діяльності учнів для засвоєння навчального матеріалу, пов'язаного з тематикою ВДЕ. Обґрунтовано доцільність використання інноваційних дидактичних підходів: кейс-методу, рольових ігор, роботи з інтерактивними картами, симуляцій і дебатів тощо. Запропоновані освітні активності спрямовані на розвиток критичного мислення, аналітичних умінь і відповідального ставлення до енергетичних ресурсів і довкілля. Представлені напрацювання можуть бути використані для оновлення змісту навчальних програм з географії, розробки навчально-методичних матеріалів і впровадження елементів STEM/STREAM-освіти в галузі географії, екології та фізики.

Ключові слова: відновлювана енергетика, відновлювані джерела енергії, шкільна освіта, навчальна програма з географії, методика навчання, сталий розвиток.

Як цитувати: Агапова О., Байназаров А., Брегеда Н. Методичні основи формування знань про відновлювані джерела енергії у шкільному курсі географії. *Проблеми безперервної географічної освіти і картографії*. 2025. Вип. 41. С. 6–17. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-01>

In cites: Agapova, O., Bainazarov, A., Breheda, N. (2025). Methodological foundations for developing knowledge about renewable energy sources in the school geography curriculum. *The problems of continuous geographical education and cartography*, (41), 6–17. <https://doi.org/10.26565/2075-1893-2025-41-01> (in Ukrainian)

Вступ. У сучасному світі, що стикається з проблемою зміни клімату, зумовленою в основному спалюванням вуглецевого палива, та зростаючою потребою в енергетичній безпеці, питання переходу до відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) набуває стратегічного значення. ВДЕ, що яких відносяться енергія вітру, Сонця, біомаси, водотоків, хвиль, припливів, термальна енергія довкілля, розглядаються як ефективний інструмент зниження викидів парникових газів, досягнення вуглецевої нейтральності та реалізації цілей сталого розвитку, зокрема цілі 7 «Забезпечення доступу до недорогих, надійних, стійких і сучасних джерел енергії для всіх» та цілі 13 «Вжиття невідкладних заходів щодо боротьби зі зміною клімату та її наслідками».

Україна, спираючись на європейський і світовий досвід, послідовно реалізує політику «енергетичного переходу», що передбачає поступову заміну домінування викопних вуглецевих палив (нафти, природного газу, вугілля) більш «чистими» відновлюваними та низьковуглецевими джерелами енергії для прискорення декарбонізації економіки. Україна на державному рівні підтримала Європейський зелений курс (European Green Deal) і Національною енергетичною стратегією до 2050 року встановила мету досягти вуглецевої нейтральності в енергетичному секторі до 2050 року, а в усій економіці — до 2060-го [2]. Також Постановою Кабінету Міністрів України №33 від 24 січня 2020 р. було створено міжвідомчу робочу групу з питань координації подолання наслідків змін клімату в рамках ініціативи Європейської Комісії «Європейський зелений курс».

Відповідно до Національного плану з енергетики та клімату, розрахованого до 2030 року, Україна прагне, щоб частка ВДЕ у загальному кінцевому споживанні сягнула 27% [4]. Щоб втілити це завдання, потрібно підготувати фахівців для енергетичної, управлінської й природоохоронної сфер, а отже, система освіти має оперативно відреагувати, формуючи в майбутніх фахівців належні компетентності й ідейні принципи. Не менш важливим є поширення знань про енергетику, ВДЕ та ощадливе використання природних ресурсів серед широких верств населення, закладаючи фундамент ще у школі під час уроків географії, екології та фізики. Коли пересічні громадяни усвідомлять значення переходу на ВДЕ та їхні переваги, це стимулюватиме впровадження відповідних технологій у приватних домогосподарствах, адже поінформовані люди охочіше інвестуватимуть у сонячні панелі, теплові насоси, системи зберігання енергії та інші рішення, що забезпечують енергетичну самодостатність і зменшують витрати на енергоносії.

Освіта грає ключову роль у формуванні екологічної свідомості молодих поколінь, які в майбутньому можуть стати рушієм змін. Зокрема, інтеграція тематики ВДЕ до навчальних програм сприяє усві-

домленню необхідності ощадливого використання енергетичних джерел та природних ресурсів. Окрім цього, розвиток екологічної освіти у школах і закладах вищої освіти є невід'ємною складовою підготовки висококваліфікованих кадрів і формування суспільства, що діє відповідально щодо довкілля.

Вихідні передумови. У Законі України «Про освіту» записано, що освітній процес має формувати екологічну культуру та свідоме ставлення до природних ресурсів. Зокрема, загальні положення документа визначають, що державна освітня політика має «базуватися на принципах сталого розвитку суспільства» (ст. 6) та бути «спрямована на формування у здобувачів освіти екологічної культури та відповідального ставлення до навколишнього середовища» (ст. 7). Інтеграція знань про ВДЕ у навчальний процес сприяє формуванню в учнів екологічної свідомості й відповідальності за стан навколишнього середовища (Zyadin, A. та співавтори [11], Revák, I. M. та співавтори [19], Hasan, S. T. [15]), а також розумінню необхідності ощадливого використання природних ресурсів і дотримання принципів сталого розвитку, як запоруки збереження природи та добробуту майбутніх поколінь. Отже, опрацювання тематики ВДЕ у шкільних курсах є складовою реалізації наскрізної лінії «Екологічна безпека та сталий розвиток», передбаченої чинними освітніми програмами.

Досвід зарубіжних дослідників свідчить про недостатній рівень поінформованості учнів і студентів щодо ВДЕ. Так, у дослідженні Kiriaki M. Keramitsoglou (2015) [16], що базувалося на анкетуванні 243 студентів, виявлено низький рівень обізнаності підлітків щодо технологій ВДЕ, відсутність уявлення про кар'єрні перспективи у цій сфері, а також нейтральне або байдуже ставлення до проблем зміни клімату й розвитку відновлюваної енергетики. У свою чергу Acikgoz, C. (2011) [12] проаналізував досвід Туреччини щодо впровадження освіти з відновлюваної енергетики, способів мотивації студентів до тем, пов'язаних із ВДЕ, та формування дидактичних компетенцій у спеціальних змішаних програмах для педагогів. Автор підкреслює, що енергетична освіта повинна стати окремою дисципліною як у розвинених, так і в тих країнах, що розвиваються, наголошуючи на потребі державної підтримки програм екологічної освіти, особливо у сільській місцевості, де рівень поінформованості про ВДЕ найнижчий.

У різних країнах світу реалізуються спеціальні програми, спрямовані на підвищення обізнаності щодо використання відновлюваних джерел енергії. Наприклад, Рада екологічної освіти Альберти (ACEE), (Канада) у 2018 році запропонувала рекомендації щодо використання методів, які сприяють формуванню позитивного ставлення до ВДЕ в Канаді та США. Йдеться про інтерактивні форми роботи, зокрема ігри, навчальні проекти, практичні за-

ходи, які мають доповнювати базовий навчальний матеріал і поглиблювати розуміння ВДЕ. Подібні методичні підходи реалізовувалися і в європейських країнах, де основна увага приділялася інтерактивному навчанню та програмам, що висвітлюють тематику ВДЕ у міжпредметному контексті. Зокрема, Paradimitriou, V. (2004) [18] описує інтеграцію знань про відновлювану енергію в такі шкільні дисципліни, як фізика, хімія та географія, що сприяє глибшому усвідомленню впливу енергетики на навколишнє середовище. Європейський досвід свідчить про широке впровадження системного, інтегрованого підходу до навчання основам енергозбереження в закладах освіти країн ЄС, зокрема в Німеччині, Франції та Італії. Освітні ініціативи з розвитку енергозберігаючої компетентності починаються вже в початковій школі й продовжуються у старших класах через міжпредметну інтеграцію, застосування цифрових ресурсів, експериментальну діяльність та залучення учнів до міжнародних екологічних ініціатив, зокрема програми «Еко школа». Такий підхід виявляється ефективним у формуванні знань, навичок і ціннісних орієнтирів, необхідних для усвідомленого та відповідального енергоспоживання [19].

Результати роботи Kiriaki M. Keramitsoglou (2015) [16] свідчать про актуальність поглиблення змісту енергетичної освіти шляхом підвищення рівня обізнаності, розвитку критичного мислення щодо енергетичних проблем, впровадження інноваційних, творчих і гнучких методик викладання, а також залучення учнів до активної участі у процесах формування енергетичної політики. Hasan, S. (2017) [15] наголошує, що використання інтерактивних форм навчання — зокрема симуляцій, практичних завдань і проєктної діяльності — є найбільш ефективним інструментом для формування знань у сфері відновлюваної енергетики. Rushton, E. A., Sharp, S., & Walshe, N. (2023) [20] у своєму дослідженні акцентують увагу на важливості багатокomпонентних освітніх програм, які передбачають співпрацю з місцевими громадами, науковими інституціями та представниками бізнесу, а також націлені на створення інтегрованих освітніх платформ, де учні мають змогу ознайомитися з реальними прикладами впровадження ВДЕ на практиці.

Colmenares-Quintero, R. зі співавторами (2022) [13] 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 та добре співвідноситься з інтерактивними методами навчання.

Noque, F. зі співавторами (2022) [16] акцентують увагу на потребі запровадження нових підходів

для залучення учнів середньої школи до вивчення тематики відновлюваної енергетики. Автори підкреслюють важливість практичної діяльності та міждисциплінарних проєктів, що сприяє глибшому розумінню учнями ролі ВДЕ у забезпеченні сталого розвитку. У роботі Middleton, P. (2018) [17] розглядаються педагогічні підходи, спрямовані на формування засад сталого способу життя шляхом інтеграції тематики ВДЕ до змісту навчальних програм. Автор описує ефективне використання інноваційних методів, зокрема симуляцій і польових експериментів як засобів активізації навчального процесу. Da Silva, R. та ін. (2015) [14] запропонували комплекс методичних рішень для викладання тем, пов'язаних з кліматичними змінами та ВДЕ. Їх дослідження демонструє, як такі теми можуть бути органічно інтегровані в навчальні програми на різних освітніх рівнях.

Шкільна географічна освіта має найширший потенціал для формування уявлень про сучасний енергетичний сектор, ресурсний потенціал ВДЕ та принципи ефективного й раціонального природокористування. Проте аналіз чинних навчальних програм свідчить про недостатню глибину висвітлення тем пов'язаних з альтернативною енергетикою, обмежене використання інтерактивних методів навчання та потребу в оновленні змісту відповідно до актуальних викликів.

У роботі Матвійчука А. та Іванчука А. [3] акцентується увага на наявності прогалин у чинних навчальних програмах України щодо висвітлення енергетичної тематики для учнів 5–9 класів. Це свідчить про потребу у створенні інтегрованого навчального контенту, який би формував у школярів науково обґрунтоване уявлення про сучасну енергетику, її основні виклики та перспективи розвитку. Такий підхід має забезпечити базу для професійної орієнтації учнів і підтримати їхній свідомий вибір кар'єрного шляху в енергетичній галузі. Результати дослідження засвідчують актуальність системного включення знань про сучасну енергетику, зокрема відновлювану енергетику та енергозбереження, до навчального процесу у закладах загальної середньої та професійної освіти. У межах практично-технічної підготовки майбутніх електротехнічних спеціалістів автори запропонували комплекс лабораторних робіт, які сприяють розвитку фахових компетентностей і допомагають засвоїти базові знання про конструкцію, принципи функціонування та характеристики сучасних джерел електроенергії. Це особливо важливо в контексті активного впровадження STEM/STEAM/STREAM-освіти, яка передбачає міждисциплінарний підхід й інтеграцію екологічно безпечних технологій у зміст навчання.

В Україні існують окремі кейси з інтеграції тем енергозбереження та енергоефективності в шкільний навчальний процес. Зокрема, у праці

Санковської І. [10] розглянуто питання формування у молодших школярів навичок раціонального енергоспоживання, а також запропоновано низку практичних кроків щодо впровадження тем енергоефективності в навчальні програми. Авторка акцентує увагу на важливості початкового етапу екологічної освіти, коли діти засвоюють базові моделі відповідального ставлення до ресурсів. У цьому контексті варто відзначити проєкт «Школа Енергії 2.0» [1], реалізований Асоціацією «Енергоефективні міста України». У межах проєкту проводилися тематичні дні енергії, інтерактивні заняття та квести в 15 школах з різних регіонів країни. Ініціатива була спрямована на підвищення енергоефективності, впровадження енергозберігаючих практик, а також створення систем енергомоніторингу та енергоменеджменту. Окрім цього, проєкт мав на меті підвищення обізнаності учнів про енергетичні процеси, формування технічних знань та поширення напрацьованого досвіду в межах місцевих громад, а також серед інших освітніх установ.

Проте нинішній шкільній освіті бракує системності у впровадженні знань з відновлюваної енергетики та ефективного використання енергетичних ресурсів. Це зумовлює потребу у розробці науково обґрунтованих методичних підходів, які сприятимуть системному формуванню знань про ВДЕ у школярів, розвитку їхньої екологічної грамотності, критичного мислення та здатності приймати обґрунтовані рішення в контексті сталого розвитку.

Метою статті є обґрунтування методичних підходів до формування знань учнів про відновлювані джерела енергії та сучасний енергетичний сектор у шкільному курсі географії, а також розроблення практичних рекомендацій щодо удосконалення навчального змісту з урахуванням потреб сталого розвитку, інноваційної енергетики та екологічної освіти.

Виклад основного матеріалу дослідження. Вивчення ВДЕ може бути інтегроване у кілька шкільних предметів, зокрема й географію. У межах цієї дисципліни доцільно ознайомити учнів з видами ВДЕ, їхнім ресурсним потенціалом і екологічними перевагами. Під час розгляду паливно-енергетичного комплексу України та світу доцільно акцентувати увагу на структурних змінах у галузі, на зростаючій ролі альтернативної енергетики та її впливі на довкілля. Важливо також охопити глобальні й національні ініціативи з розвитку ВДЕ, їхній зв'язок зі зміною клімату та цілями сталого розвитку. У межах тем, пов'язаних із раціональним природокористуванням і глобальними проблемами людства, учні можуть аналізувати екологічні наслідки енергетичних проєктів, зокрема вплив вітрових і сонячних станцій на біорізноманіття, та ознайомитися з методами оцінки таких ризиків.

З метою розробки пропозицій щодо інтеграції знань щодо ВДЕ у шкільний курс географії було

проаналізовано чинні навчальні програми для закладів загальної середньої освіти [5-8], затверджені Міністерством освіти і науки України. У результаті аналізу виокремлено теми, що мають безпосередній або опосередкований зв'язок із тематикою ВДЕ. Зокрема, у темі «Клімат і кліматичні ресурси» (8 клас) розглядається розподіл сонячної енергії на поверхні Землі, а також повітряні маси, які впливають на територію України, проте цей зміст не розглядається в контексті використання кліматичних ресурсів для потреб енергетики. У темі «Виробництво та постачання електроенергії» (9 клас) безпосередньо згадується використання відновлюваних джерел енергії, вивчається паливно-енергетичний баланс, особливості електроенергетики України, також розглядається електроенергетика світу та відмінності в структурі виробництва електроенергії на електростанціях різних типів у країнах світу. У темі «Глобальні проблеми людства» (9 клас) порушується сировинна та енергетична проблематика. У 10 класі, в межах теми «Загальна характеристика Європи», передбачено виконання (за вибором) учнівського дослідження «Відновна електроенергетика в країнах Європи: регіональні особливості та відмінності».

В 11 класі в темі «Атмосфера та системи Землі» розглядаються енергетичні кліматичні ресурси як чинники розвитку ВДЕ, а також кліматичні зміни на планеті. У темі «Економіка України в міжнародному поділі праці» акцентується увага на сучасних тенденціях і регіональних відмінностях розвитку енергетики в Україні. Крім того, у програмі 11 класу (для профільного рівня), у темі «Глобальні проблеми людства», розглядається проблема раціонального розвитку енергетики, включаючи пошук нових енергоносіїв і стримування теплового забруднення атмосфери, а також пропонується дослідження на тему «Використання відновлюваних джерел енергії Світового океану».

Таким чином, тематика ВДЕ вже представлена у шкільному курсі географії, проте переважно фрагментарно та без належної системності. У зв'язку з цим нами розроблено пропозиції (табл. 1) щодо розширення змісту та інтеграції матеріалу, дотичного до ВДЕ, проблем сталого розвитку енергетики та міжнародної політики енергетичного переходу до чинних навчальних програм з метою поступового формування в учнів енергетичної компетентності.

Запропоновані підходи до розширення змісту географічної освіти у напрямі вивчення ВДЕ не передбачають обов'язкового включення всіх рекомендованих компонентів. Учителю має можливість самостійно обирати з запропонованого переліку ті елементи змісту й навчальні завдання, що найкраще відповідають рівню підготовки учнів, особливостям теми та навчальній ситуації, забезпечуючи поступову й системну інтеграцію відповідних знань на всіх етапах шкільного навчання.

Таблиця 1/ Table 1

Пропозиції з інтеграції знань щодо відновлюваної енергетики до навчальних програм з географії для закладів загальної середньої освіти
Proposals for integrating knowledge of renewable energy into geography curricula for general secondary education institutions

Розділ програми та тема	Пропозиції з інтеграції знань щодо відновлюваної енергетики
Навчальна програма з географії для 6 – 9 класів закладів загальної середньої освіти [19] Навчальна програма для 8-9 класів з географії з поглибленим вивченням за новим Державним стандартом базової і повної загальної середньої освіти [17]	
6 клас	
РОЗДІЛ IV. Тема 3. Вплив людини на природу	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. 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. Тема 1. Використання природних багатств материків та океанів	Зміст: Проблема глобального потепління. Поняття та використання ВДЕ (сонячної, вітрової енергії, гідроенергії, геотермальної енергії та біомаси) Практичне завдання: визначити в межах материків та прибережних частин морів та океанів райони з високим потенціалом ВДЕ (наприклад, Атлантичне узбережжя Європи для ВЕС, пустелі Африки для СЕС і т. п.)
РОЗДІЛ VI. Тема 2. Екологічні проблеми материків та океанів	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. Тема 1. Рельєф, тектонічна та геологічна будова, мінеральні ресурси	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 III. Тема 2. Клімат і кліматичні ресурси	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. Тема 3. Води суходолу і водні ресурси	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. Тема 8. Природо-користування	Зміст: поняття сталого природокористування: як збалансувати потреби суспільства в енергоресурсах і збереження довкілля; традиційне (використання викопних ресурсів) та альтернативне (використання ВДЕ). 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 відновлюваних (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. Тема 1. Виробництво та постачання електроенергії	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 відновлюваної енергетики; стислий огляд існуючих технологій відновлюваної 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	Зміст: Глобальні та регіональні ініціативи країн світу щодо вирішення глобальної енергетичної проблеми. Європейський зелений курс. Національний план енергетики та клімату України. Практичне завдання: розробити план переходу регіону на ВДЕ

Розділ програми та тема	Пропозиції з інтеграції знань щодо відновлюваної енергетики
<i>Навчальна програма з географії для 10 – 11 класів закладів загальної середньої освіти (рівень стандарту) [18]</i> <i>Навчальна програма з географії для 10 – 11 класів закладів загальної середньої освіти (профільний рівень) [16]</i>	
10 клас	
Розділ I. Тема 1. Загальна характеристика Європи	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 глобального атласу ВДЕ IRENA визначити країни Європи з найбільшим потенціалом сонячної, вітрової, геотермальної енергії та гідроенергії. Нанести на контурну карту найбільші об'єкти відновлюваної 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. Тема 1. Загальна характеристика Азії	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. Тема 1. Австралія	Зміст: регіональні особливості у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Австралії; структура виробництва енергії за джерелами; зростання ролі 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 відновлюваної енергетики. Дослідження: обсяги виробництва енергії з відновлюваних джерел в Австралії; перспективи використання Австралії як глобального експортера «зеленого» водню; аналіз ролі кліматичних умов у розвитку відновлюваної енергетики на континенті.
Розділ III. Тема 2. Мікронезія, Меланезія, Полінезія	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 відновлюваної 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. Тема 1. Загальна характеристика Америки	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 карту найбільші об'єкти відновлюваної 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. Тема 1. Загальна характеристика Африки	Зміст: регіональні відмінності у використанні традиційних та відновлюваних джерел енергії в Африці; лідери Африки у впровадженні ВДЕ; структура виробництва енергії в країнах Африки за джерелами; регіональні відмінності в рівні енергозабезпеченості та розвитку відновлюваної 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 відновлюваної 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. Тема 1. Україна в системі глобальних економічних відносин	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 перспективи України як виробника критичних матеріалів для відновлюваної енергетики; дослідити зобов'язання України щодо енергетичного переходу; впровадження в Україні гарантій походження електроенергії та їх значення для інтеграції в європейський ринок електроенергії.

Розділ програми та тема	Пропозиції з інтеграції знань щодо відновлюваної енергетики
11 клас	
Розділ II. Тема 3. Геологічне середовище людства	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. Тема 4. Атмосфера та системи Землі	Зміст: Потенціал атмосфери як джерела енергії (вітер, сонячна радіація); зміни клімату як фактор розвитку ВДЕ, теплова енергія довкілля та використання за рахунок теплових насосів. Практичне завдання: проаналізувати за кліматичними картами 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. Тема 5. Гідросфера та системи Землі	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 III. Тема 3. Глобальна економіка	Зміст: Глобальні процеси енергетичного переходу. Обсяги виробництва енергії з відновлюваних джерел у світі. Енергетичні ринки. Країни, що є світовими лідерами у сфері впровадження відновлюваної 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 відновлюваної енергетики.
Розділ IV. Тема 3. Економіка України в міжнародному поділі праці	Зміст: Регіональні особливості розвитку ВДЕ в Україні; вирощування енергетичних культур; сучасні тренди у використанні біопалив. Виробництво обладнання для енергетики (у т. ч. відновлюваної). 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 V. Тема 1. Глобальні проблеми людства (тільки в програмі профільного рівня)	Зміст: Глобальні процеси енергетичного переходу; перехід на ВДЕ як елемент боротьби зі зміною клімату; просторові відмінності у розвитку відновлюваної 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. Тема 2. Глобальні стратегії розвитку (тільки в програмі профільного рівня)	Зміст: Сталий розвиток і роль відновлюваної 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 відновлюваної енергетики у власному регіоні; проаналізувати приклади успішного переходу (збільшення частки) на ВДЕ в країнах світу. Дослідження: роль відновлюваної енергетики у забезпеченні сталого розвитку; інтеграція України до глобальних зелених енергетичних ринків.

Навчальна програма з географії побудована за принципом концентричного викладу матеріалу, що передбачає повторне вивчення основних тем у старших (10-11) класах з більш високим рівнем складності та деталізації. Так само й інтеграція знань про ВДЕ, енергетичний перехід та відновлювану енергетику здійснюється через логічне нарощування змістових компонентів у різних класах, що забезпечує поступовий розвиток системного мислення, просторових уявлень, аналітичних і дослідницьких компетентностей учнів. Якщо в 6-8 класах учні знайомляться з базовими поняттями, то в 10-11 класах зміст поглиблюється за рахунок розгляду просторових відмінностей, глобальної енергетич-

ної політики, технологічних аспектів виробництва ВДЕ та їхнього місця в енергетичному переході.

Методичні основи вивчення ВДЕ в рамках шкільного курсу географії мають базуватись як на змістових компонентах чинних освітніх програм, так і на дидактичних підходах, що забезпечують якісне та глибоке засвоєння знань (див. рис. 1). Формування цілісного уявлення про енергетичну сферу повинно враховувати міжпредметні зв'язки — зокрема, з фізикою, хімією, економікою та екологією, а також, у частині роботи з вебкартами, з інформатикою.

Відповідно до Концепції Нової української школи, розробленої Міністерством освіти і науки України у 2016 році, одним із головних освітніх при-

оритетів є розвиток критичного мислення, здатності оперувати інформацією та ухвалювати обґрунтовані рішення. Це зумовлює необхідність оновлення методичних підходів до викладання географії, зокрема енергетичної тематики. Освітній процес у цьому контексті має ґрунтуватися на принципах науковості, системного підходу, доступності для учнів та орієнтації на практичне застосування знань. Серед ключових методичних принципів викладання енергетичних тем виділяються: науково обґрунтована подача інформації, регіональний контекст змісту (регіоналізація змісту), використання інтерактивних навчальних методик, а також залучення учнів до проблемно-пошукової діяльності (рис. 1). Наприклад, тему електроенергетики України доцільно опрацьовувати через аналіз актуальних статистичних даних, тематичних карт, інформації про функціонування енергетичних об'єктів у різних регіонах, що сприяє формуванню дослідницьких навичок у школярів [11].

Методика викладання має охоплювати не лише перелік типів ВДЕ, а й порівняльний аналіз їхніх переваг, обмежень і перспектив розвитку у вітчизняних умовах. Ефективним підходом є використання case-study: школярі досліджують реальні сонячні чи вітрові електростанції свого регіону, готують презентації та формулюють висновки щодо продуктивності та екологічного впливу. Слід також акцентувати, що стереотипне сприйняття ВДЕ, як абсолютно екологічних та повністю безпечних для довкілля, може призвести до недооцінки потенційних ризиків. Відновлювана енергетика справді менш шкідлива, ніж викопне паливо, проте кожен промисловий об'єкт ВДЕ все ж має певний вплив на довкілля, який необхідно враховувати під час планування.

Серед методичних інновацій під час вивчення теми відновлюваної енергетики варто впроваджу-

вати освітні технології, інтерактивні ресурси, засоби навчання та міжпредметну інтеграцію. Зокрема, доречно застосовувати геоінформаційні системи (ГІС) для створення тематичних карт енергоресурсів і дослідження просторового розташування сонячних, вітрових, гідро-, біо- та геотермальних станцій. Учні можуть працювати з вебсервісами на кшталт Google Earth або Global Atlas for Renewable Energy від IRENA. Важливо забезпечувати міжпредметну інтеграцію, наприклад географії з інформатикою через спільні проєкти зі створення або використання інтерактивних карт розміщення енергетичних об'єктів чи моделювання їхнього впливу на довкілля.

Як зазначено вище, чинні програми з географії вже містять теми, пов'язані з відновлюваною енергетикою (розділи «Природні ресурси України», «Промисловість», «Географія господарства» тощо). Проте їх часто викладають без належного зв'язку з глобальними енергетичними, кліматичними та ресурсними викликами, що знижує мотивацію учнів і не сприяє усвідомленому ставленню до проблем енерговикористання. Доцільно розширити навчальний зміст через факультативи, практичні заняття та дослідницькі міні-проєкти, які формуватимуть системний погляд на сучасні трансформації в енергетиці.

Як правило, у навчальному плані передбачено резерв годин, частину яких варто спрямувати на актуальні питання ВДЕ, враховуючи їх міждисциплінарну природу. Додаткові можливості відкриває позакласна діяльність: гуртки, факультативи, Мала академія наук, краєзнавчі проєкти, орієнтовані на дослідження регіонального потенціалу ВДЕ. Екскурсії до локальних сонячних електростанцій, біогазових установок чи вітрових парків, збирання емпіричних даних і підготовка міні-досліджень



Рис. 1. Методичні основи формування системи знань про ВДЕ та енергетичний сектор /
Fig. 1. Methodological foundations for developing a system of knowledge about renewable energy sources and the energy sector

сприяють формуванню практичних умінь і дослідницької компетентності, водночас інтегруючи знання у реальні життєві ситуації. Дні енергії, конкурси малюнків на тему «Енергія майбутнього» та подібні заходи допомагають закріпити матеріал.

Важливо розвивати енергетичну грамотність учнів як складову екологічної культури. Учні повинні чітко усвідомлювати, що спалювання викопного палива призводить до значних викидів парникових газів і стимулює кліматичні зміни, тоді як перехід на ВДЕ є однією з ключових передумов розв'язання цієї глобальної проблеми. Слід застосовувати інтерактивні методи навчання, до яких варто віднести рольові ігри (моделювання засідання енергетичної комісії щодо вибору джерел енергії для регіону), дебати «традиційна чи альтернативна енергетика», SWOT-аналіз енергетичної політики різних країн. Такі формати розвивають уміння аргументувати, аналітичне мислення та командну роботу.

Оскільки тематика складна та багатовимірна, побудова системи знань про енергетичний сектор і ВДЕ має відбуватися з послідовним нарощуванням об'єму та складності навчального змісту протягом всього періоду навчання: від базового ознайомлення у 6–8 класах до глибокого аналізу в старшій школі. При цьому слід забезпечити як вертикальну, так і горизонтальну інтеграцію знань, що дозволить учням зрозуміти взаємозв'язки між природними умовами, політикою, економікою і соціальними аспектами енергетичного виробництва.

Висновки. У результаті дослідження встановлено, що інтеграція знань про ВДЕ у шкільний курс географії є необхідною умовою формування екологічної свідомості, енергетичної грамотності та активної громадянської позиції учнів. Методичне наповнення навчального процесу, зокрема застосування інтерактивних, дослідницьких і проектно-орієнтованих методів, демонструє високу ефективність для глибшого засвоєння учнями знань про ВДЕ, а також усвідомлення їхнього значення для сталого розвитку та енергетичної трансформації.

Контент-аналіз чинних навчальних програм з географії для 6–11 класів дозволив ідентифікувати теми, що прямо або опосередковано стосуються енергетики та ВДЕ. Це стало підґрунтям для формування змістових пропозицій щодо розширення та поглиблення навчального матеріалу. Запропонований підхід щодо інтеграції знань про ВДЕ у шкільну програму з географії передбачає врахування вікових особливостей учнів та поступове ускладнення змісту. У 6 класі пропонується акцентувати увагу на негативному впливі традиційної енергетики на довкілля, викидах парникових газів і проблемах утилізації відходів. У 7 класі учні ознайомлюються з основними видами ВДЕ, вивчають просторові особливості їх поширення, зокрема регіони з найбільшим потенціалом. У 8 класі тематика поглиблюється завдяки вивченню геотермальної енергетики, техногенних альтернативних енергетичних ресурсів та принципів сталого природокористування, з акцентом на особливостях розміщення об'єктів ВДЕ в Україні. У 9–11 класах фокус зміщується на просторовий аналіз структури енергетики України і світу, вивчення національних і міжнародних ініціатив (зокрема Європейського зеленого курсу), використання цифрових інструментів і ГІС для дослідження енергетичного потенціалу ВДЕ. Учні пропонується виконання дослідницьких завдань, пов'язаних з енергетичним плануванням, просторовим моделюванням і розробкою проєктів переходу до ВДЕ.

Практична цінність дослідження полягає в тому, що його результати можуть бути використані для оновлення змісту освітніх програм з географії, розроблення нових навчально-методичних матеріалів, впровадження елементів STEM/STREAM-освіти у викладання географії, екології та фізики. Запропоновані методичні підходи сприятимуть не лише підвищенню обізнаності школярів про ВДЕ, але й розвитку у них ціннісного ставлення до навколишнього середовища, що є важливим кроком у напрямку сталого розвитку суспільства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Асоціація «Енергоефективні міста України». Проєкт «Школа Енергії 2.0». 2025. URL: <https://enefcities.org.ua/diynalist/proekty/projekt-shkola-energi-20/> (дата звернення : 03.03.2025)
2. Кабінет Міністрів України. Енергетична стратегія України на період до 2050 року. Розпорядження № 373-р. (21 квітня 2023). URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> (дата звернення : 03.03.2025)
3. Матвійчук А., Іванчук А. 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*. 2020. Р. 113-124. URL: <https://vspu.net/sit/index.php/sit/article/download/3161/2585> (дата звернення : 03.03.2025)
4. Міністерство економіки України. Національний план з енергетики та клімату на період до 2030 року. 2024. URL: <https://me.gov.ua/Documents/Detail?id=17f558a7-b4b4-42ca-b662-2811f42d4a33&lang=uk-UA&title=NatsionalniiPlanZEnergetikiTaKlimatuNaPeriodDo2030-Roku> (дата звернення : 03.03.2025)
5. Міністерство освіти і науки України. *Географія 10–11 класи. Профільний рівень: Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН від 23.10.2017 № 1407*. 2017. URL: <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/21.12.%20geografija/geograf-prof-10-11k-profilniy-riven-19122017.doc> (дата звернення : 03.03.2025)
6. Міністерство освіти і науки України. *Географія (поглиблене вивчення): Навчальна програма для учнів 8–9 класів закладів загальної середньої освіти. Лист МОН від 25.08.2020 № 1/11-5718*. 2020. URL: <https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/>

zagalna%20serednya/programy-5-klas/2020/Prohrama%20NEOHRAFIYAPOHLYBLENEN%20 VYVCHENNYA.docx (дата звернення : 03.03.2025)

7. Міністерство освіти і науки України. *Географія 10–11 класи. Рівень стандарту: Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН від 03.08.2022 № 698*. 2022. URL: <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> (дата звернення : 03.03.2025)

8. Міністерство освіти і науки України. *Географія 6–9 класи: Навчальна програма для закладів загальної середньої освіти. Наказ МОН від 03.08.2022 № 698*. 2022. URL: <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> (дата звернення : 03.03.2025)

9. Руденко Б. М. Європейський досвід навчання основам енергозбереження. У *Матеріалах конференції "Географічні дослідження: історія, сьогодення, перспективи"*. Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка, 2019. С. 73. URL: http://fizmatsspu.sumy.ua/Konferencii/sbor/nano/materialy_NANO_2019.pdf#page=73 (дата звернення : 03.03.2025)

10. Санковська І. М. Формування в учнів початкової школи навичок раціонального використання енергії. *Організація освітньої діяльності в закладах освіти Києва в умовах воєнного стану*, 2024. (V), С.158-171. URL: https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/49670/1/Sankovska_FUPCNRVE.pdf (дата звернення : 03.03.2025)

11. Шестидесятна О. Г. Можливості вивчення екологічно чистих джерел енергії в шкільному курсі географії України. У *Науково-методичне забезпечення напряму підготовки «Здоров'я людини»* Полтава: Астроя. 2014. С. 103–105. URL: <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/12192/1/44.pdf> (дата звернення : 03.03.2025)

12. Acikgoz, C. Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*. 2011. Vol. 36(2). P. 608-615. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.015>

13. Colmenares-Quintero, R. F., Barbosa-Granados, S., & Pérez-Quintero, S. Learning and teaching styles in a public school with a focus on renewable energies. *Sustainability*. 2022. Vol. 14(23), 15545. <https://doi.org/10.3390/su142315545>

14. Da Silva, R. F., Carmona, J. A., Campos, J. C., & Pérez-Hernández, A. Methodology and tools of a docent strategy for the teaching and learning of climate change and renewable energies. In *ICERI2015 Proceedings*. IATED, 2015. P. 1616–1625.

15. Hasan, S. T. 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*. 2012. Vol. 4(3), P. 1829-1840.

16. Hoque, F., Yasin, R. M., & Sopian, K. Revisiting education for sustainable development: Methods to inspire secondary school students toward renewable energy. *Sustainability*. 2022. Vol. 14(15), 9058. <https://doi.org/10.3390/su14159058>

17. Keramitsoglou, K. M. Exploring adolescents' knowledge, perceptions and attitudes towards Renewable Energy Sources: A colour choice approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016. Vol. 59, P. 1159–1169. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.047>

18. Middleton, P. Sustainable living education: Techniques to help advance the renewable energy transformation. *Solar Energy*. 2018. Vol. 173, P. 412–419. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.07.059>

19. Papadimitriou, V. Prospective primary teachers' understanding of climate change, greenhouse effect, and ozone layer depletion. *Journal of Science Education and Technology*. 2004 Vol.13, P. 299–307. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031268.72848.6d>

20. Revák, I. M., Jász, E., Kovacs, E., Teperics, K., Visi, J. Ü., & Máth, J. Primary and secondary school students' knowledge related to renewable energy and some of its influencing factors. *Journal of Baltic Science Education*. 2019. Vol. 18(6), P. 924–942.

21. Rushton, E. A., Sharp, S., & Walshe, N. Global Priorities for Enhancing School-Based Climate Change and Sustainability Education. (2023, November). URL: 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 (Accessed at: 03.03.2025)

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

Стаття надійшла до редакції 03.03.2025

Стаття рекомендована до друку 11.04.2025

Ahapova Olena – Ph.D. in Geography, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Cartography, Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism, V. N. Karazin Kharkiv National University; e-mail: o.agapova@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3074-5524>

Bainazarov Anatolii - Ph.D. in Geography, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Cartography. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism, V. N. Karazin Kharkiv National University; e-mail: a.baynazarov@karazin.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1511-3596>

Breheda Nadiia - Bachelor in Secondary Education (Geography), The Department of Physical Geography and Cartography. The Faculty of Geology, Geography, Recreation and Tourism, V. N. Karazin Kharkiv National University; e-mail: bregeda010781@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0009-4276-6331>

METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR DEVELOPING KNOWLEDGE ABOUT RENEWABLE ENERGY SOURCES IN THE SCHOOL GEOGRAPHY CURRICULUM

The purpose of the article is to substantiate methodological approaches to developing secondary school students' knowledge about renewable energy sources (RES) and the modern energy sector within the school geography curriculum, as well as to provide practical recommendations for improving educational content in accordance with the needs of sustainable development, innovative energy, and environmental education.

The main material. The article analyzes the methodological foundations for developing knowledge about RES within the school geography curriculum. The key role of renewable energy in enabling the energy transition, addressing climate change, and achieving the goals of sustainable development is emphasized. The necessity of integrating RES-related topics into the educational process is substantiated as a means to foster students' environmental awareness, energy literacy, and active civic engagement. International experience is described, revealing the insufficient level of awareness among youth regarding RES and highlighting the importance of improving the content of education through the implementation of interactive, interdisciplinary, and practice-oriented teaching methods. These approaches contribute to the formation of environmentally responsible attitudes and a deeper understanding of the role of renewable energy in the context of sustainability. The study examines current geography curricula for grades 6–11 in Ukrainian general secondary schools, allowing the identification of the extent to which RES topics are represented in the school course and the formulation of proposals for their expansion and systematization.

Conclusions. Based on content analysis, several key content elements are proposed for integration: fundamental concepts of renewable energy, classification of energy sources, characteristics of their resource potential, energy generation technologies in Ukraine and globally, environmental benefits, global and national RES development strategies, and spatial, environmental, and socio-economic factors of RES infrastructure placement. The article suggests topics for practical tasks, elements of project- and inquiry-based learning to support the assimilation of RES-related material. The rationale for applying innovative didactic approaches is provided, including case studies, role-playing, work with interactive maps, simulations, and debates. These educational activities aim to develop critical thinking, analytical skills, and responsible attitudes toward energy resources and the environment. The proposed materials may serve as a foundation for updating geography curricula, creating educational resources, and integrating STEM/STREAM components into the study of geography, ecology, and physics.

Keywords: *renewable energy, renewable energy sources, school education, geography curriculum, teaching methodology, sustainable development.*

REFERENCES:

1. Association "Enerhoefektyvni Mista Ukrainy." (2025). *Project "Energy School 2.0"*. <https://enecities.org.ua/diynalist/proekty/proyekt-shkola-energi-20/> [in Ukrainian].
2. Cabinet of Ministers of Ukraine. (2023, April 21). *Energy Strategy of Ukraine until 2050* (Order No. 373-r). <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text> [in Ukrainian].
3. Matviichuk, A., & Ivanchuk, A. (2020). Formation of concepts about innovative technologies in electric power engineering in vocational education students. *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> [in Ukrainian].
4. Ministry of Economy of Ukraine. (2024). *National Energy and Climate Plan until 2030*. <https://me.gov.ua/Documents/Detail?id=17f558a7-b4b4-42ca-b662-2811f42d4a33&lang=uk-UA&title=NatsionalniiPlanZEnergetikiTaKlimatuNaPeriodDo2030-Roku> [in Ukrainian].
5. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2017). *Geography grades 10–11. Advanced level: Curriculum for general secondary education institutions* (Order No. 1407, 23.10.2017). <https://mon.gov.ua/storage/app/media/zagalna%20serednya/programy-10-11-klas/21.12.%20geografia/geograf-prof-10-11k-profilniy-riven-19122017.doc> [in Ukrainian].
6. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2020). *Geography (in-depth study): Curriculum for grades 8–9 of general secondary education institutions* (Letter No. 1/11-5718, 25.08.2020). https://mon.gov.ua/static-objects/mon/sites/1/zagalna%20serednya/programy-5-9-klas/2020/Prohrama%20HEOHRAFIYA_POHLYBLENENYA%20VYVCHENNYA.docx [in Ukrainian].
7. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2022). *Geography grades 10–11. Standard level: Curriculum for general secondary education institutions* (Order No. 698, 03.08.2022). <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> [in Ukrainian].
8. Ministry of Education and Science of Ukraine. (2022). *Geography grades 6–9: Curriculum for general secondary education institutions* (Order No. 698, 03.08.2022). <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> [in Ukrainian].
9. Rudenko, B. M. (2019). European experience in teaching the basics of energy saving. In *Conference proceedings "Geographical Research: History, Present, Prospects"* (p. 73). Sumy State Pedagogical University named after A. S. Makarenko. http://fizmatsspu.sumy.ua/Konferencii/sbor/nano/materialy_NANO_2019.pdf#page=73 [in Ukrainian].
10. Sankovska, I. M. (2024). Formation of rational energy use skills in primary school students. *Organization of educational activities in Kyiv educational institutions under martial law*, (V), 158–171. https://elibrary.kubg.edu.ua/id/eprint/49670/1/Sankovska_FUPCNRVE.pdf [in Ukrainian].
11. Shestydesiatna, O. H. (2014). Opportunities for studying environmentally friendly energy sources in the school geography course of Ukraine. In *Scientific and methodological support of the training direction "Human Health"* (p. 103–105). Poltava: Astraya. <http://dspace.pnpu.edu.ua/bitstream/123456789/12192/1/44.pdf> [in Ukrainian].
12. Acikgoz, C. (2011). Renewable energy education in Turkey. *Renewable Energy*, 36(2), 608–615. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2010.08.015> [in English].
13. 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> [in English].
14. 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 [in English].
15. 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 [in English].
16. 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> [in English].

17. 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> [in English].
18. 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> [in English].
19. 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> [in English].
20. 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. [in English].
21. 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_schoolbased_climate_change_and_sustainability_education/links/6572eaa2ea5f7f02054f0d01/Global-priorities-for-enhancing-school-based-climate-change-and-sustainability-education.pdf [in English].
22. 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. [in English].

The article was received by the editors 03.03.2025

The article is recommended for printing 11.04.2025