

## ЕКОСИСТЕМНІ ПОСЛУГИ ПРИ ПРОЕКТУВАННІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ (НА ПРИКЛАДІ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ)

Лопушанська М.Р.<sup>1,2,3</sup>, Іванов Є.А.<sup>1</sup>, Біланюк В.І.<sup>1</sup>,  
Пилипович О.В.<sup>1</sup>, Циганок Л.В.<sup>2</sup>, Ревуцька Н.В.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка  
вул. Університетська, 1, 79007, м. Львів

<sup>2</sup>Асоціація професіоналів довкілля «РАЕВ»  
а/с 25, 03087, м. Київ

<sup>3</sup>ГО «Жіночий енергетичний клуб України» (WECU)  
вул. Воздвиженська, 14, корп. 2, 02000, м. Київ

maria.lopushanska.agrn@lnu.edu.ua, yevhen.ivanov@lnu.edu.ua,  
volodymyr.bilanyuk@lnu.edu.ua, olha.pylypovych@lnu.edu.ua,  
liudmyla.paeu@gmail.com, nataliia.revutska.wecu@gmail.com

При плануванні і реалізації проектів з відновлюваної енергетики важливо застосовувати екосистемний підхід, який полягає у визначенні взаємозв'язків екосистем з людьми та іншими екосистемами, що є їхньою складовою та є нерозривним від екосистемних послуг. Під визначенням «екосистемні послуги» слід вважати усі блага, які може отримати людина (людство) від природи (природного середовища). За функціональною класифікацією виділяють такі екосистемні послуги: біотичні – забезпечувальні послуги, регулювання і технічне обслуговування, біокультурні; абіотичні – забезпечення їжею, регулювання і технічне обслуговування; культурні.

Оскільки Україна імплементує європейське законодавство, слід враховувати екосистемні послуги при плануванні та експлуатації об'єктів відновлюваної енергетики. Проте станом на сьогодні в Україні відсутнє законодавство, яке б регулювало екосистемні послуги та їх оцінку у грошовому еквіваленті. Більшість екосистем в Україні зазнали тривалого катастрофічного впливу від військової агресії, безпосереднього ведення бойових дій, замінування, пожеж тощо. Власне тому варто зберегти цінні території та зменшити вплив на них від господарської діяльності.

Надзвичайно важливо під час проектування нових об'єктів відновлюваної енергетики в Україні в цілому та у Львівській області зокрема враховувати екосистемні послуги території, яка планується для будівництва. У разі значної шкоди локальним екосистемам відмовитись від реалізації проектів на користь малоцінних територій. Власне тому, важливо на етапі стратегічної екологічної оцінки (СЕО) під час розроблення стратегії розвитку громад, територій, зонінгу, генеральних планів тощо застосовувати екосистемний підхід та картувати усі типи екосистем в межах своєї території. А на етапі проходження процедури з оцінки впливу на довкілля враховувати зазначені типи екосистем та враховувати їх під час прийняття рішення щодо реалізації проектів з відновлюваної енергетики, зокрема це найбільше стосується проектів з малої гідроенергетики і вітрової енергетики у гірській частині області. *Ключові слова:* відновлювана енергетика, екосистемні послуги, екосистемний підхід, відновлювані джерела енергії, Львівська область.

**Ecosystem services in the planning and operation of renewable energy facilities (on the example of Lviv region). Lopushanska M., Ivanov Ye., Bilaniuk V., Pylypovych O., Tsyganok L., Revutska N.**

When planning and implementing renewable energy projects, it is important to apply an ecosystem approach, which is to identify the interconnections of ecosystems with people and other ecosystems that are part of them and are inseparable from ecosystem services. The definition of «ecosystem services» should include all the benefits that humans (humanity) can receive from nature (the natural environment). According to the functional classification, the following ecosystem services are distinguished: biotic – provisioning services, regulation and maintenance, biocultural; abiotic – food supply, regulation and maintenance; cultural.

As Ukraine implements European legislation, it is crucial to take ecosystem services into account when planning and carrying out economic activities. However, there is currently no legislation in Ukraine that regulates ecosystem services and their monetary valuation. A large number of ecosystems in Ukraine have suffered catastrophic long-term impacts from military aggression, direct hostilities, mining, fires, etc. That is why it is necessary to preserve valuable areas and reduce the impact of economic activity on them.

It is extremely important to take into account the ecosystem services of the area to be built when designing renewable energy projects in Ukraine in general and in Lviv region in particular. In the event of significant damage to local ecosystems, projects may be abandoned in favour of less valuable areas. That is why it is important to apply the ecosystem approach at the stage of strategic environmental assessment (SEA) when developing community development strategies, territories, zoning, master plans, etc. and map all types of ecosystems within the territory. And at the stage of the environmental impact assessment procedure, take into account these types of ecosystems and consider them when making decisions on the implementation of renewable energy projects, in particular, this is most relevant for small hydropower and wind energy projects in the mountainous part of the region. *Key words:* renewable energy, ecosystem services, ecosystem approach, renewable energy sources, Lviv region.

**Постановка проблеми.** Під час вивчення екосистемних послуг та адаптації їх до українського законодавства виникає проблема врахування цих послуг у процесі проектування, оскільки на сьогодні відсутні законодавчі вимоги щодо такого процесу.

**Актуальність дослідження.** Під час реалізації проектів з відновлюваної енергетики важливо враховувати не лише енергетичний потенціал території, екологічні обмеження щодо господарської діяльності, а також екосистемні послуги, які може надавати досліджувана територія. Завдяки використанню екосистемному підходу можна досягти максимальної користі проекту при мінімальній шкоді для екосистем.

**Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями.** Досліджено і закартовано типи екосистем у гірських районах Львівської області за допомогою відкритого сервісу *Copernicus Global Land Service (CGLC)*.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання екосистемних послуг в Україні досліджені О. Василюк і Л. Ільмінською, які розглянули концепцію «екосистемного добробуту» [1–3], науковцями Ужгородського національного університету, які запропонували методику оцінки вартості послуг екосистем та визначити екосистемні послуги річок в Українських Карпатах [4–6], а також екологи громадських організацій, зокрема МБО «Екологія-Право-Людина» та ГО «Українська природоохоронна група» та інші науковці та дослідники, які зосереджують власні дослідження на вивченні впливу війни на екосистеми та екосистемні послуги.

**Метою роботи** є оцінювання екосистемних послуг об'єктів відновлюваної енергетики у Львівській області, що розглянуті на прикладі Самбірського, Дрогобицького і Стрийського районів та картування окремих типів екосистем у районах дослідження.

**Новизна.** У статті зазначено типи екосистем у Львівській області та їх динаміку зміни і закартовано для Самбірського, Дрогобицького і Стрийського районів. Оцінено перспективи використання досліджуваних територій для потреб відновлюваної енергетики.

**Методологічне значення.** Для оцінювання екосистемних послуг об'єктів відновлюваної енергетики у Львівській області використано дані попередніх наукових досліджень та методику оцінки вартості послуг екосистем [4]. Район дослідження закартовано на основі даних відкритого сервісу *Copernicus Global Land Service (CGLC)* [7]. Проаналізовано перспективи врахування екосистемних послуг під час проектування об'єктів відновлюваної енергетики у Львівській області.

**Викладення основного матеріалу.** Екосистемними послугами є всі корисні ресурси і вигоди, які людина може отримати від природи. Від екосистемних послуг залежить задоволення нагальних потреб людини

у довіллі і продуктах харчування, а також визначає рівень життя суспільства [1]. В інших методичних рекомендаціях визначено, що екосистемні послуги є перевагою, які людство отримує від функціонування світу природи [4]. У цілому, підсумовуючи ці два визначення можна зазначити, що екосистемні послуги слід вважати усі блага, які може отримати людина (людство) від природи (природного середовища).

За останні десятиліття концепція екосистемних послуг набула широкого застосування у країнах Європейського Союзу, зокрема під час розроблення національних і регіональних політик, проходження процедур з оцінки впливу на довкілля та стратегічної екологічної оцінки [4, 5]. Господарська діяльність може призвести до втрати екосистемних послуг, компенсувати які вкрай важко і надто дорого [4].

Всі екосистемні послуги є безкоштовними, проте щоб визначити масштаби їхньої втрати використовують монетизацію, тобто оцінювання у грошовому еквіваленті. Проте, поки відсутні на законодавчому рівні як екосистемні послуги, так і їхня монетизація [1].

Для розуміння різновидів екосистемних послуг використовується їхня функціональна класифікація, зокрема в останній версії міжнародної класифікації послуг екосистем *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES V5.1)* виділені такі екосистемні послуги [4, 5, 8]:

– *біотичні* – забезпечувальні послуги (біомаса, генетичний матеріал з усієї біоти); регулювання і технічне обслуговування (регулювання фізичних, хімічних і біологічних умов, перетворення біохімічних або фізичних входів в екосистеми), біокультурні (непряма, віддалена, часто внутрішня взаємодія з живими системами, які не потребують присутності у середовищі, безпосередня взаємодія із ситуацією та з живими системами, що залежить від присутності в середовищі);

– *абіотичні* – забезпечення їжею (вода, неводні природні абіотичні результати екосистем); регулювання і технічне обслуговування (регулювання фізичних, хімічних і біологічних умов, перетворення біохімічних або фізичних вкладів в екосистеми, інший вид регулювання та обслуговування абіотичних процесів);

– *культурні* – непряма, віддалена, часто внутрішня взаємодія з фізичними системами, які не потребують присутності у середовищі, безпосередня взаємодія на місці та назовні з природними фізичними системами, які потребують присутності в середовищі, інші абіотичні характеристики природи, що мають культурне значення.

Так, для оцінки екосистемних послуг слід здійснити картування території. Зокрема в основі типології екосистем для картування взято запропоновану робочою групою *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES)* типологію екосистем, які виділяють 12 головних типів, які виділені на основі вищих рівнів класифікації оселищ *European Nature Information System (EUNIS)* [4].

Зокрема на першому рівні *MAES* виділяє три категорії екосистем: наземні, прісноводні і морські. На другому рівні у межах наземних екосистем виділяють сім типів екосистем, зокрема урбанізовані території, орні землі, пасовища, ліси і лісовкриті площі, пустирі і чагарники, незаросла земля і водно-болотні угіддя. На цьому рівні у прісноводних екосистемах виділяють один тип екосистеми – річки та озера, для морських екосистем виділяють чотири типи екосистем: морські затоки і перехідні води, прибережна зона, шельфова зона і відкритий океан [4].

Для Львівської області властиві наземні і прісноводні категорії екосистем.

Картування типів екосистем здійснено на основі геоданих відкритого сервісу *Copernicus Global Land Service (CGLS)*. Зокрема, цей сервіс відображає щорічні зміни наземного покриття з 2015 по 2019 роки. Вихідні дані для цього сервісу є супутникові спостереження *PROBA-V*. Також, за допомогою цього відкритого сервісу є відображення класів поверхні відповідно до системи класифікації земельного покриття *The Land Cover Classification System (LCCS)* ООН ФАО, які є співставними з класифікацією *MAES*. Карту типів екосистем для Самбірського, Дрогобицького і Стрийського районів розроблено з використанням цього сервісу [4].

Згідно з геоданими відкритого сервісу *CGLS* [7] майже половину типів екосистем Львівської області становлять ліси і лісовкриті площі (49,5%). На орні землі припадає 39,7%, на пасовища – 5,65% та на урбанізовані території – 4,2%. За період 2015–2019 рр. простежується тенденція щодо скорочення таких типів екосистем як ліси і лісовкриті площі (0,05%), пасовища (0,05%). Водночас спостерігаємо незначне збільшення урбанізованих територій (0,02%) і трав'янистих водно-болотних угідь (0,07%) (рис. 1).



Рис. 1. Динаміка типів екосистем Львівської області у 2015–2019 рр. (складено за геоданими *CGLS*)

Станом на 1 січня 2020 р. загальна площа земельного фонду Львівської області становила 2 183,1 тис. га, з них землі сільськогосподарського призначення займали 1 241,5 тис. га (56,9% загальної площі території області), ліси і лісовкриті площі – 703,0 тис. га (32,2%); забудовані землі – 162,0 тис. га (7,4%); землі під водами – 42,3 тис. га (1,9%); інші землі – 34,3 га (1,6%) [9].

Для визначення екосистемних послуг об'єктів відновлюваної енергетики у Львівській області обрано три сусідні райони – Самбірський, Дрогобицький і Стрийський. На прикладах цих районів можна визначити екосистемні послуги гірських і передгірних територій області. Гірська частина Львівської області має достатні передумови для розвитку вітрової енергетики, а передгірна – сонячної енергетики [10]. Проте, під час проектування нових та експлуатації існуючих об'єктів відновлюваної енергетики варто враховувати екосистемні послуги території та дотримуватись всіх обмежень, зокрема щодо природоохоронних територій та об'єктів Смарагдової мережі, близькості до водних об'єктів чи житлової забудови [11, 12].

У межах гірської частини Львівської області переважають ліси і лісовкриті площі. На передгірних територіях досліджуваних районів переважають орні землі, пасовища та урбанізовані території (рис. 2).

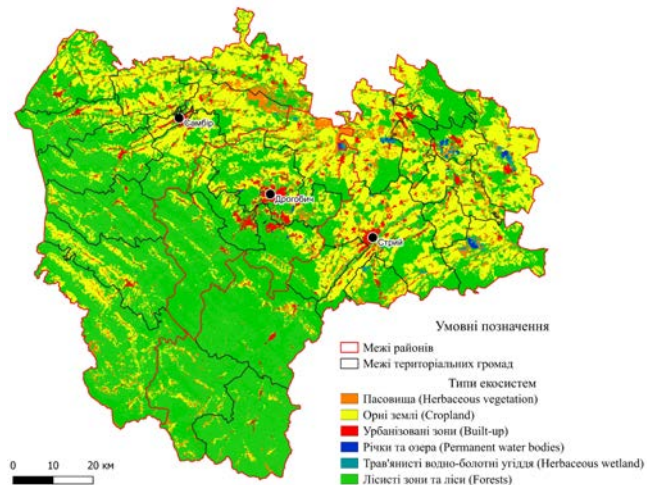


Рис. 2. Типи екосистем у гірських і передгірних районах Львівської області (складено за геоданими *CGLS*)

Згідно з класифікацією *CICES V5.1* екосистемні послуги природних екосистем Львівської області розділено за типологією картування екосистем *MAES* та оцінено у грошовому еквіваленті [4]. Оскільки найбільша частка припадає на ліси і лісовкриті площі розглянемо на їх прикладі.

1. *Біотичні послуги*. Забезпечувальні послуги: обсяг збору дикорослих ягід або дикорослих грибів, обсяг заготівлі ділової деревини, обсяг заготівлі дров, надлишок популяції мисливських тварин, який можна використовувати. Регуляційні і підтримувальні послуги: здатність рослинності запобігати або зменшувати ерозію ґрунту, зменшення шкоди і пов'язаних з цим витрат від надходження наносів у водотоки, здатність рослинності утримувати воду та повільно її віддавати, наявність екологічних умов (середовищ існування), необхідних для підтримки популяцій

видів, депонування сполук вуглецю у наземних екосистемах (торф, деревина, ґрунт).

2. *Абіотичні послуги*. Забезпечувальні послуги: Пряма взаємодія на місці та на відкритому повітрі з живими системами, яка залежить від присутності у навколишньому середовищі. Послуги: піший і велотуризм, гірський туризм, скі-тури, бірдовотчінг, екотуризм. Розрахунок послуг можна виконувати за допомогою програмного додатку *i-Tree*, зокрема *i-Tree Eco* [13, 14]. Найбільший вплив на водні екосистеми має будівництво малих гідроелектростанцій. Тому важливо оцінювати екосистемні послуги річок та інших водних об'єктів перед плануванням об'єктів при розрахунку загального гідроенергетичного потенціалу. Серед екосистемних послуг, які можуть надавати річки варто виділити [4, 6, 15]: Забезпечувальні послуги: біомаса (вирощування риби у риборозплідниках); вода (якісна питна вода, об'єм і характеристики водоносного горизонту, питна вода у системі комунального водопостачання, мінеральна вода); виходи неводної природної абіотичної екосистеми (піщано-гравійна суміш). Регуляційні і підтримувальні послуги: регулювання фізичних, хімічних і біологічних умов (підтримка життєвого циклу, захист середовища проживання та генофонду, здатність до самоочищення, аерація води, забезпечення сезонної міграції для водних організмів, рівень ґрунтових вод, підтримання високого біорізноманіття гідробіонтів тощо регулювання якості повітря, малий кругообіг води, сезонне зволоження заплавлених екосистем тощо).

3. *Культурні послуги*. Пряма взаємодія на місці та на відкритому повітрі з живими системами, яка залежить від присутності в навколишньому середовищі. Послуги: рафтинг, байдарки, серфінг, купання, рекреація, спортивна риболовля.

Надзвичайно важливо під час проектування об'єктів відновлюваної енергетики в Україні в цілому та у Львівській області зокрема враховувати екосистемні послуги території, яка планується для будівництва. У разі значної шкоди локальним екосистемам відмовитись від реалізації проектів на користь менш цінних територій. Саме тому, важливо на етапі стратегічної екологічної оцінки (СЕО) під час розроблення стратегій розвитку громад, територій, зонінгу, генеральних планів тощо застосовувати екосистемний підхід та картувати всі типи екосистем у межах власної території. А на етапі проходження процедури з оцінки впливу на довкілля враховувати зазначені типи екосистем та враховувати їх під час прийняття рішення щодо реалізації проектів з відновлюваної енергетики, зокрема це найбільше стосується проектів з малої гідроенергетики та вітрової енергетики у гірській частині області.

**Висновки.** Пропонуємо на розгляд такі головні висновки:

1. Під час проектування та експлуатації об'єктів відновлюваної енергетики надзвичайно важливим є врахування екосистемних послуг території, де здійснюється планована діяльність, або яка може зазнати впливу від діяльності цих об'єктів.

2. Львівська область володіє сприятливими умовами для розвитку відновлюваної енергетики у регіоні, саме тому важливо проаналізувати і закартувати території за різними типами екосистем та оцінювати екосистемні послуги вже на етапі планування проекту.

3. Найпоширенішими типами екосистем у гірській частині області є ліси і лісовкриті площі, а у передгірній частині – орні землі і пасовища. Для лісів і лісовкритих площ розглянуто набір екосистемних (біотичних, абіотичних і культурних) послуг.

### Література

1. Василюк О., Ільмінська Л. Екосистемні послуги: огляд / БО «БФ «Фонд захисту біорізноманіття України». Київ, 2020. 84 с. URL: [https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/09/EcoPoslugy\\_web\\_new.pdf](https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/09/EcoPoslugy_web_new.pdf) (дата звернення: 29.08.2024).
2. Василюк О., Варуха А., Куземко А. та ін. Екосистемний добробут: методика обрахунку екосистемних послуг непрямыми методами. Чернівці, 2023. 184 с. URL: [https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2023/09/ekosyst-dobr\\_2023.pdf](https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2023/09/ekosyst-dobr_2023.pdf) (дата звернення: 29.08.2024).
3. Ільмінська Л. Заплення рослин комахами. Екосистемні послуги / БО «БФ «Фонд захисту біорізноманіття України». Київ, 2020. URL: [https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/08/EcoPoslugy\\_Zaplyennya\\_pr5\\_str.pdf](https://uncg.org.ua/wp-content/uploads/2020/08/EcoPoslugy_Zaplyennya_pr5_str.pdf) (дата звернення: 29.08.2024).
4. Гаврилюк Р., Станкевич-Волосянчук О., Савченко С. Екосистемні послуги та гідроенергетика: пілотне застосування європейських інструментів у річкових басейнах країн Східного партнерства. Кейс України / Національний екологічний центр України. Київ, 2021. 32 с.
5. Станкевич-Волосянчук О., Гаврилюк Р., Шаравара В. Екосистемні послуги гірських річок Українських Карпат. Ужгород: РІК-У, 2019. 32 с.
6. Copernicus Global Land Service (CGLC). Global Land Cover. Land Cover Classification: Відкрий сервіс. URL: <https://viewer.vito.be/2015/Ukraine/L'viv's'ka> (дата звернення: 29.08.2024).
7. Common International Classification of Ecosystem Services. CICES V5.1. URL: <https://cices.eu/> (дата звернення: 29.08.2024).
8. Лопушанська М.Р., Іванов Є.А. Кліматичні чинники та їхня роль у розвитку сонячної енергетики у Львівській області. *Екологічні науки: науково-практичний журнал* / гол. ред. О. І. Бондар. Київ: Видав. дім "Гельветика", 2022. № 6 (45). С. 54–59. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2022.eco.2-41.27>.
9. Статистичний щорічник Львівської області за 2021 рік. Ч. 2. Землі Львівської області. Львів: Головне управління статистики у Львівській області, 2022. 127 с.
10. Лопушанська М.Р., Іванов Є.А., Циганок Л.В., Вишва А.М., Абдуллаєв Ф.Ш. Екологічні обмеження розвитку вітрової енергетики у гірській частині Львівської області. *Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті: матеріали*

*XXV-ї міжнародної науково-практичної конференції* (м. Київ, 22–24 травня 2024 р.). Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. С. 301–302.

11. Ivanov Ye., Lopushanska M., Teslovych M. Environmental restrictions of planning the construction of renewable energy facilities in the Lviv region. *International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2022»* (October 3–5, 2022, Lviv, Ukraine). DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022590068>.
12. i-Tree Eco. Tools for Assessing and Managing Forest & Community Trees. URL: <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco> (дата звернення: 29.08.2024).
13. Бондар О.Б., Мельник Є.С., Бицюра Л.О. та ін. Оцінювання екосистемних послуг зелених насаджень парку культури і відпочинку ім. Т. Шевченка (м. Кременець) з використанням інструменту I-Tree Eco. *Український журнал природничих наук: науковий журнал* / гол. ред. М. Овчаренко. Житомир : Вид-во Житомир. держ. ун-ту ім. І. Франка, 2023. № 4. С. 109–116. DOI: <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.5.2023.12>.
14. Лопушанська М.Р., Іванов Є.А. Гідрологічні чинники та їхня роль у розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області. *Екологічні науки: науково-практичний журнал* / гол. ред. О. І. Бондар. Київ: Видав. дім “Тельветика”, 2023. № 4 (49). С. 105–113. DOI: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.4-49.14>.