
ВІДНОВЛЮВАНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ У ПОВОЄННИЙ ПЕРІОД: ВЗАЄМОДІЯ ЛЮДИНИ ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЛАНДШАФТУ

Іванов Євген, Лопушанська Марія, Остапюк Володимир
DOI <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-539-6-4>

ВСТУП

Більшість українців, під час російсько-української війни, усвідомлюють важливість відновлюваної енергетики в Україні сьогодні, а тим більше, в її подальшому повоєнному розвитку. Повномасштабна війна, постійні ракетні обстріли і бомбардування, а, як наслідок, руйнування енергетичної системи і систематичні блекауті – навчили нас цінувати світло й тепло у домівках, можливості спілкування за допомогою мобільного чи інтернет-зв'язку та обслуговування власних господарств. Енергетична криза загострюється і джерела відновлюваної енергетики починають відігравати важливу роль у регулюванні енергетичної системи держави, допомагають згладжувати її «просідання» після атак, отримати бажану для користувачів електроенергію, а у майбутньому гарантувати ефективний та енергоощадний перехід економіки держави в Європейський Союз. Диверсифікація нових об'єктів відновлюваної енергетики в Україні та зростання їхньої потужності сприятиме вирішенню низки проблем як сьогодення, так і повоєнного періоду. Водночас залишаються певні, у багатьох випадках істотні, застереження громадськості до різних альтернативних джерел – від мініГЕС, до вітрових чи сонячних електростанцій (решта джерел поки не відомі і тому рідко обговорюються).

Чому виникає аналогічна ситуація із об'єктами відновлюваної енергетики? Що як обрано помилковий підхід і варто зосередити увагу на інших питаннях? Увага політиків, державних службовців, інженерів, проєктувальників й громадськості прикута до використання сучасних технологій у відновлюваній енергетиці в Україні, розроблення нових ефективних вітрових турбін чи сонячних панелей. Однак енергоощадний перехід пов'язаний головню не з технологіями, а зі зміною природного середовища, появою і розвитком нових, трансформованих

людиною ландшафтів. Такий перехід змінює їх життєвий простір, перетворює оточуючі міські, промислові чи сільські геосистеми. У всіх цих місцевостях енергетичні технології є засобом реалізації певної раціональної мети, але не технології є тим, що турбує людей¹. Вони, як правило, не виступають проти будівництва мініГЕС чи вітрових турбін, а, навпаки, підтримують технології відновлюваної енергії. Водночас ситуація кардинально змінюється, коли технологія, скажімо, певний вид вітрової турбіни стає пов'язаним з конкретною місцевістю; коли абстрактне перетворюється на реальність, близьку кожному мешканцю району. Тобто енергетичні технології «лягають» на ландшафт, що зайнятий іншими видами природокористування, цінними параметрами (природно-заповідними, історико-культурними, сакральними тощо), що визначені його жителями чи суміжними користувачами ландшафту, викликають застереження громадськості, гальмують розвиток відновлюваної енергетики.

Проблеми розвитку відновлюваної енергетики в Україні пов'язані не з потребами використання нових енергозберігаючих технологій, їх нині достатньо та вони на належному рівні, а й із зміною життєвого простору людини у певній місцевості, важливими для них цінностями природного і соціокультурного середовищ. Це означає, що енергоощадний перехід стосується змін у тому, як люди будуть існувати, працювати і відпочивати після будівництва об'єкту відновлюваної енергетики. Водночас, це питання суттєво ускладнює російська збройна агресія проти України та нерозуміння місцевого населення повоєнних перспектив розвитку їхніх регіонів, важливості реалізації енергоефективних проєктів вже у найближчому повоєнному майбутньому.

Звернемо увагу до ландшафтів України різних типів й класів: наземних і водних, гірських і рівнинних, поліських і степових тощо. Варто відзначити ландшафтне різноманіття довкілля, що щодня викликає захоплення й емоційно нас збагачує, не підпорядковується статистиці чи раціональній оптимізації. Розглянемо умови виникнення нових і розвитку діючих об'єктів відновлюваної енергетики у повоєнний період. Спробуємо зробити певний внесок у краще розуміння існуючих і перспективних енергетичних ландшафтів, що зроблять подальший ефективний крок до енергоощадного переходу України. Головно, зацікавимося ландшафтами, що виникли чи з'являться у майбутньому завдяки освоєнню людиною джерел відновлюваної енергетики у середовищі із проявом різних природних, природно-антропогенних та антропогенних процесів.

¹ Power of Landscape: Novel Narratives to Engage with the Energy Transition / S. Stremke, D. Oudes, P. Picchi. Rotterdam : nai010 publishers, 2023.

1. Поняття «енергетичний ландшафт»

Поняття «енергетичний ландшафт» практично невідоме в Україні, його не використовують у ландшафтознавстві чи геоекології. Більшість публікацій, головню, стосується окремих джерел енергії, а не ландшафтів, які виникають завдяки освоєнню цієї енергії людиною. Розглянемо головні джерела енергії – енергію біомаси, енергію вітру, енергію води, сонячну енергію, геотермальну енергію, викопне паливо та ядерну енергію. Стає зрозумілим, що енергетичний ландшафт матиме різні значення і займатиме окремий специфічний геопростір. Концепція енергетичного ландшафту, як і концепція ландшафту у цілому, може бути розпливчастою і важкою для сприйняття, якщо її розглядатимуть з різних точок зору спеціалісти природничих, суспільних чи технічних сфер діяльності. Це концепція, в якій об'єкт і суб'єкт накладаються і тісно взаємодіють². Проте термін широко використовується багатьма у світі і заслуговує на окрему увагу.

Під поняттям «енергетичний ландшафт» розуміють, головню, ландшафти отримання (видобування) енергії³. Поряд з цим науковці розглядають поняття ширше та описують об'єкт їх дослідження як «ландшафт енергії чи енергій» та не акцентують увагу на технології її (їх) отримання⁴. Інші вчені йдуть інакшим шляхом і зосереджують увагу на конкретних видах енергетичних ландшафтів, таких як «ландшафти сталої енергії», «ландшафти вуглецевої нейтральності», «ландшафти енергії третього покоління» чи «ландшафти сталої економіки»⁵. Сучасні ландшафти виникають й надалі формуються в умовах науково-технічного прогресу, у т.ч. у сфері використання енергетичного потенціалу. Ландшафти, які виникають безпосередньо (впливи першого порядку, на відміну від непрямих) від освоєння енергетичних ресурсів людиною й слід називати «енергетичними ландшафтами».

Європейська ландшафтна конвенція під терміном «ландшафт» розуміє територію у сприйнятті людьми, характер якої є результатом дії та взаємодії природних та/або людських факторів⁶. Власне енергетичний розвиток є одним із ключових людських факторів для

² Blaschke T., Biberacher M., Gadocha S., Schardinger I. Energy Landscapes – Meeting Energy Demands and Human Aspirations. *Biomass and Bioenergy*. 2013. Vol. 55. P. 3–16.

³ Landscape of Energy / Goshn R. (Ed.). *New Geographies*. Cambridge : Harvard University Press, 2009.

⁴ Nadai A., Van der Horst D. Introduction – Landscape of Energies. *Landscape Research*. 2010. Vol. 35 (2). P. 143–155.

⁵ Pasqualetti M. J. Reading the Changing Energy Landscape. *Sustainable Energy Landscapes – Designing, Planning and Development* / S. Stremke, A. Van den Dobbeistein (Eds.). Boca Raton : CRC Press, 2013. P. 11–44.

⁶ Європейська ландшафтна конвенція : офіційний переклад / Рада Європи. URL: <https://rm.coe.int/16802f3fc0>

виникнення та трансформації ландшафтів. Загалом, під енергетичними ландшафтами варто розуміти геопростір, який можна виокремити і систематизувати за чіткими ознаками, що виникають у місцевостях освоєння природних енергетичних ресурсів. До енергетичних ландшафтів варто відносити райони видобування горючих корисних копалин – кам'яного і бурого вугілля, торфу, горючих сланців, нафти, природного газу. Тобто значну частину гірничопромислових і постмайнінгових ландшафтів слід включати й до енергетичних.

На перехресті ландшафту та енергії виникають два головні питання, які слід вирішити вже найближчим часом⁷: 1) що людина отримає, сприймаючи ландшафт через призму його енергетичного потенціалу і 2) що вона матиме із енергетичних ресурсів у світлі трансформації певного ландшафту. Розуміння енергетичного ландшафту дасть змогу згадати минуле, пояснити сьогодення та передбачити майбутнє.

2. Вивчаємо минуле, щоб не помилятися у майбутньому

Чого ми можемо навчитися з минулих енергетичних ландшафтів? Про що люди піклуються у середовищі власного проживання та як окреслити цінності у дизайні цих ландшафтів у майбутньому? Як налагодити взаємодію людини і ландшафту? Чимало запитань виникає, коли замінюємо власну занепокоєність енергетичними технологіями на всеосяжну увагу до мінливого довкілля. Для більшості людей ландшафти із новими об'єктами відновлюваної енергетики сприймаються як сильно перетворені (трансформовані), що вирізняються від оточуючих ландшафтів. А як було раніше, коли людство використовувало інші джерела енергії чи проблема виникла лише сьогодні? Розглянемо це питання детальніше, зупинимося на проблемі антропогенної трансформації природного середовища в умовах застосування різних видів природних, головню паливно-енергетичних, ресурсів і лише тоді перейдемо до сучасності.

Перетворення ландшафтів в Україні заради отримання енергетичного ресурсу є явищем далеко не новим і має понад тисячолітню історію⁸. Масштабне вирубування лісових масивів поширене ще із давніх-давен, у багатьох регіонах (Карпати, Полісся чи Поділля) покладалися на енергію деревини. Протягом майже усієї історії у різних місцевостях держави головними джерелами енергії залишалися деревина, сила вітру і води чи торфові поклади. Значно пізніше

⁷ Nadai A., Van der Horst D. Introduction – Landscape of Energies. *Landscape Research*. 2010. Vol. 35 (2). P. 143–155.

⁸ Smil V. *Energy in World History*. Boulder, CO, USA : Westview Press, 1994.

розпочали використовувати різні горючі корисні копалини як викопне паливо – кам'яне і буре вугілля, нафту і природний газ.

Періоди переходу від одного головного джерела енергії до іншого нового вважають енергетичними. Вони вбачали використання значних технологічних інновацій, спричиняли помітні соціально-економічні зміни та антропогенну трансформацію природного середовища. Зовсім нещодавно розпочався крайній енергетичний перехід в Україні, що спрямований на декарбонізацію із заміною викопного палива на відновлювану енергію і зумовлений глобальними змінами клімату⁹. Всі енергетичні переходи стосуються як змін між джерелами енергії і технологіями, так й передбачають геопросторові перетворення довкілля¹⁰.

Час між переходами із домінування певних джерел енергії відносимо до окремих хронологічних енергетичних періодів. На нашу думку, ці періоди в Україні узгоджуються із історико-географічними періодами освоєння корисних копалин¹¹. Їх виокремлення сприяє вивченню появи і розвитку енергетичних ландшафтів у просторі і часі. Однак межі між періодами є нечіткими, оскільки більшість енергетичних переходів є поступовими трансформаціями існуючих ландшафтів, що нерідко перекриваються та відбуваються скоріше еволюційно, ніж революційно¹². Щоб зрозуміти еволюцію енергетичних ландшафтів в Україні, розглядаємо розвиток енергетики у світлі яскравих сторінок української історії.

Загалом, провести абсолютну диференціацію енергетичних ландшафтів за віком неможливо. Для окремих регіонів України розроблено власні періоди у розвитку техногенних ландшафтів (наприклад для Кривбасу¹³), які є підґрунтям для виокремлення енергетичних періодів. Однак усі вчені доходять висновку, що історичні гірничі ландшафтні системи треба поділяти на два головні види: допромислові (доіндустріальні) і промислові (індустріальні). Важко провести межу між цими хронологічними видами, які для окремих регіонів України коливається від кінця XVII – до початку XX ст.

⁹ International Panel on Climate Change. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation / O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona et al. (eds). Cambridge : Cambridge University Press, 2011.

¹⁰ Bridge G., Bouzarovski S., Bradshaw M., Eyre N. Geographies of Energy Transition: Space, Place and the Low-Carbon Economy. *Energy Policy*. 2013. Vol. 53. P. 331–340.

¹¹ Іванов Є. Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2009.

¹² Rotmans J., Kemp R., Van Asselt M. More Evolution than Revolution: Transition Management in Public Policy. *Foresight*. 2001. Vol. 03(01). P. 1–17.

¹³ Казаков В. Л. Історичні антропогенні ландшафти промислових територій. *Географія в інформаційному суспільстві* : зб. наук. праць. Київ : ВГЛ Обрії, 2008. Т. III. С. 125–127.

Промислові історичні енергетичні ландшафти потребують детальнішої структуризації. Для окремих регіонів України властиві свої особливості такої диференціації. Вона зумовлена ґрунтовними змінами власності чи процесу виробництва енергії, що пов'язана з певними важливими "історичними віхами": революціями, війнами, зміною влади тощо. Так, на сході України виділяють «дореволюційний» період (до 1917 р.), зважаючи на роль подій Жовтневого соціалістичного перевороту на економічний розвиток регіону. Зрозуміло, що Галичину ці події ominули, і для неї характерні інші хронологічні періоди. Для цього регіону пропонуємо виділяти три історико-географічні (хронологічні) періоди освоєння енергетичних ландшафтів¹⁴: допромисловий чи кустарний (до 1772 р., тобто до моменту першого поділу Речі Посполитої) і два промислові – мануфактурний (до 1939 р., початку Другої світової війни) та індустріальний (до 1991 р., проголошення незалежності України). Сьогодні триває сучасний постіндустріальний період, який вже скоро зацікавить дослідників з погляду історії енергетичних ландшафтів.

Тож узагальнимо хронологічні енергетичні періоди на заході України:

1. *Допромисловий (кустарний) період* із аграрним господарюванням. Це період використання фізичної (м'язової) сили і робочих (тяглових) тварин, що вирізняється зміною структури землекористування із зростанням площ ріллі та інших сільськогосподарських угідь і зменшенням пралісів завдяки використанню енергії деревини. Поряд із цим активно використовують енергію вітру і води, функціонують численні вітряки і водяні млини;

2. *Мануфактурний (доіндустріальний) період*, що розгортається у містах і містечках, що інтенсивно розвиваються і потребують все більше енергії. В урбосистемах міст з'являються невеликі заводи і фабрики, які потребують електроенергію і тепло, будуються перші теплові електростанції і котельні, що працюють на місцевій сировині (вугілля, торф, дерево тощо). У цей період зростають обсяги видобування горючих корисних копалин (окремо відзначимо появу нафти і газу), продовжують активно споживати енергію вітру і води, будують перші великі гідроелектростанції. При цьому суттєво змінюються міські і приміські ландшафти, з'являються мережі залізниць, автодоріг, каналів, ліній електропередач, трубопроводів;

¹⁴ Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій. Львів: ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007.

3. *Індустріальний період* із помітним збільшенням використання викопного палива із домінуванням вугілля, нафти і газу. Будівництво енергоємних підприємств-гігантів гірничодобувної, переробної, металургійної, хімічної, машинобудівної та інших галузей промисловості, які споживали надмірні обсяги електричної, хімічної, теплової й атомної енергії. Це супроводжував розвиток енергетики України та розбудову величезних теплових, гідро– та атомних електростанцій, які під час війни стали вразливими до ракетних і дронівських атак. Формується об'єднана енергетична система України як сукупність електростанцій, електричних і теплових мереж, інших об'єктів енергетики із єдиним енергозатратним режимом виробництва, передавання та розподілу електричної і теплової енергії. Водночас стається практично повна відмова від використання малих джерел енергії вітру і води – мініГЕС, водяних млинів, вітряків. В індустріальний період формуються складні енергетичні ландшафти із кар'єрами, відвалами і відстійниками у яких накопичуються значні обсяги відходів, затоплюються долини великих річок, трансформується і забруднюється природне середовище.

4. *Постіндустріальний період* із ренесансом відновлюваної енергетики. Нові джерела відновлюваної енергії в Україні активно реалізують в останні 10–15 років. Розглянемо умови формування енергетичних ландшафтів цього періоду у наступному розділі.

Наведені вище енергетичні періоди допомагають зрозуміти розвиток різних енергетичних ландшафтів у часі. Не дивно, що енергетичні ландшафти стали тісно зв'язаними між собою та є складовими об'єднаної енергетичної системи, що складається з чотирьох геопросторових компонентів: джерела енергії, її перетворення (зберігання), транспортування (передавання) і кінцевого використання споживачем. Кожен з цих компонентів енергетичної системи впливає на природне середовище, тому вони необхідні для подальшого аналізу та представлення історичних і сучасних енергетичних ландшафтів в Україні.

Хоча минулі енергетичні переходи добре зрозумілі щодо технологічних інновацій та соціально-економічного розвитку, мало відомо про масштаби антропогенної трансформації ландшафтів, які відбулися. На порозі ще одного переходу існує потреба вивчити історію трансформації ландшафту для розвитку енергетики. Вивчення ландшафтних трансформацій у минулому пропонує цінні знання для сталого планування та проектування майбутніх ландшафтів¹⁵.

¹⁵ De Jong J., Stremke S. Evolution of Energy Landscapes: A Regional Case Study in the Western Netherlands. *Sustainability*. 2020. Vol. 20. 4554.

3. Погляд на ландшафт крізь його енергетичний потенціал

Енергетичні ландшафти можуть мати різні форми і виглядати по-різному. Можна згадати й старі вітряки під Полтавою, водяні млини у Львові, нафтові свердловини у Бориславі, дамба і водосховище ДніпроГЕСу у Запоріжжі, кам'яновугільні терикони Донецьку чи буровугільні кар'єри під Олександрією. Пропоновані енергетичні періоди та компоненти енергетичної системи дають змогу розташувати енергетичні ландшафти у часі і просторі.

Загалом слід виділяти вісім основних джерел енергії: м'язову силу (енергію людської праці), енергію біомаси, енергію вітру, енергію води, сонячну енергію, геотермальну енергію, викопне паливо та ядерну енергію. Усі вісім джерел використовували в Україні, але не всі вони дали початок енергетичним ландшафтам.

Найбільше специфічних енергетичних ландшафтів в Україні виникає у районах вирубування лісів і заготівлі дров. У свій час вони змінили вигляд Карпат, Полісся і Поділля, що були вкриті великими лісовими масивами. Сьогодні можна знайти небагато слідів цих минулих енергетичних ландшафтів, але чимало сучасних знеліснених земель виглядали зовсім інакше лише кілька століть тому. Також відчутні зміни у видовому складі деревної рослинності, так у Карпатах після вирубування корінних, головню мішаних, лісів значні площі були засаджені монокультурою ялини європейської.

У таблиці 1 подано головні типи енергії та енергетичних ландшафтів в Україні. За основу її складання взято роботу, яку проведено на основі аналізу енергетичних ландшафтів в Нідерландах – країні передових технологій, піонера формування аналогічних ландшафтних систем¹⁶. Таблицю вказує на те, чи існує енергетичний ландшафт зараз чи існував у минулому, і, якщо так, чи все ще спостерігаємо залишки минулих часів (залишкове). В ній зазначені компоненти енергетичної системи, які домінують у ландшафті. Для деяких видів енергії власне її джерело формує безпосередньо енергетичний ландшафт (наприклад, формуються відвали, кар'єри чи відстійники). Для інших типів зазначено технологію, яку використано для перетворення енергії (наприклад, вітрові турбіни), або інфраструктуру, яка потрібна для транспортування (передавання) енергії (наприклад, лінії електропередачі чи трубопроводи), що визначають просторовий вигляд енергетичних ландшафтів.

¹⁶ Power of Landscape: Novel Narratives to Engage with the Energy Transition / S. Stremke, D. Oudes, P. Picchi. Rotterdam : nai010 publishers, 2023.

Таблиця 1

**Типи енергії та енергетичних ландшафтів в Україні
(створено на основі¹⁷)**

Джерела енергії та його під категорії, де застосовують		Період існування	Візуальні компоненти енергетичної системи
М'язова сила	Людська праця	Минуле, залишкове	Джерело (їжа)
	Тяглові тварини	Минуле, залишкове	Джерело (сировина)
Енергія біомаси	Ліс	Дрова	Минуле
		Деревне вугілля	Минуле
	Торф	Болота	Джерело і перетворення
		Торфовища	Джерело і транспорт
	Енергетичні культури		Джерело і транспорт
	Відходи	Тверді відходи	Джерело
		Рідкі відходи	Джерело і перетворення
		Газоподібні відходи	Джерело і перетворення
Енергія вітру	Вітряки (вітряні млини)		Минуле, залишкове
	Вітрові турбіни		Джерело і перетворення
Енергія води	Водяні млини		Минуле, залишкове
	Гідроенергетика		Джерело і перетворення
	«Блакитна» енергетика		Джерело і перетворення
Енергія Сонця, сонячна енергетика		Сьогодні	Джерело і перетворення
Викопне паливо	Вугілля		Сьогодні
	Нафта, мазут		Минуле, залишкове
	Природний газ		Джерело і перетворення
Енергія атома, атомна енергетика		Сьогодні	Джерело і перетворення
Різні джерела	Виробництво електроенергії		Сьогодні
	Транспортування енергії		Минуле, сьогодні

¹⁷ Там само.

Дивлячись на еволюцію енергетичних ландшафтів у часі, стає зрозуміло, що кожен тип може бути пов'язаний із відкриттям нових джерел енергії та(або) технологічними інноваціями. Проблеми трансформації і забруднення природного середовища також відіграли важливу роль у деяких попередніх енергетичних переходах. Наприклад, перехід окремих теплових електростанцій і котелень з вугілля на природний газ у свій час суттєво зменшило локальне забруднення атмосферного повітря. Варто відзначити значні розбіжності у просторі і часі в формуванні енергетичних ландшафтів в Україні і Нідерландах, однак загальні світові тенденції зберігаються.

Розглянемо тенденції зміни різних джерел енергії, кожне з яких залишило чіткі сліди у сучасних ландшафтах України. Протягом чотирьох хронологічних періодів виникали різні формою і змістом енергетичні ландшафти, чимало з яких збереглися (або залишилися їхні залишки) та нині є пам'ятками історії і культури¹⁸. Ландшафти змінювалися завдяки появі і розвитку нових джерел енергії, але це не обов'язково означає, що люди перестали використовувати інші застарілі джерела.

Ще з доісторичних часів місцеві спалювали дрова, щоб приготувати їжу та зігрітися. Масштабне вирубування лісів розпочато ще у IX ст., але набуло особливого розмаху вже у XV–XVIII ст. Україна довгий час була аграрною країною, а люди відвойовували землі у природи для проживання і сільського господарства. М'язова сила залишалася основним ресурсом, який існував у середньовіччі. У господарстві використовували працю людей і тяглових тварин. Один кінь міг виконати стільки ж роботи, скільки десять людей за годину. Кінська та волова сила були одними з перших заміників людської сили та сприяли покращенню якості людського життя¹⁹. Водночас у цей час почали використовувати й інші джерела енергії, зокрема експлуатувати водяні млини і вітряки та розробляти торф'яні поклади. Для цього періоду властива низька щільність енергії, а її використовували безпосередньо або поблизу джерела.

Поява парових двигунів у XIX ст. знаменує початок нового енергетичного періоду в Україні, а саме періоду ландшафтів викопного палива. Впровадження машин, що працюють на вугіллі чи нафті, дало змогу розвинути промисловість і транспорт, покращило побут людей. Пізніше, після винаходу електростанцій і високовольтних ліній електропередачі, електроенергію стали виробляти в одній місцевості і

¹⁸ Іванов Є., Біланюк В. Історико-географічний (хронологічний) підхід до аналізу стану і функціонування гірничопромислових територій. *Історична географія в Україні* : матер. Всеукр. наук. семінару. Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2023. С. 20–23.

¹⁹ Pimentel D., Pimentel M. H. Food, energy and society. Boca raton: CRC Press, 2008.

передавати споживачеві у іншу, транспортувати на значні віддалі у міста чи на підприємства. Електростанції й електроенергетична інфраструктура є складовими складного енергетичного ландшафту індустріального періоду.

В останні роки Україна почала переходити до поствуглецевої економіки (декарбонізація енергетики), спричинивши відродження відновлюваних джерел енергії. Цей енергетичний перехід також починає змінювати ландшафти в Україні. Нові компоненти ландшафту – сонячні батареї, гідро- і вітрові турбіни та енергетичні культури – з'являються разом із новою електричною мережею для передачі відновлюваної електроенергії споживачам. Вони дають початок формуванню різних новочасних енергетичних ландшафтів (наприклад, вітрові електростанції Старий Самбір-1 і Старий Самбір-2 із під'їзними шляхами і мережею енергозабезпечення) (рис. 1).



Рис. 1. Енергетичний ландшафт у районі ВЕС Старий Самбір-1 і Старий Самбір-2

Технології відновлюваної енергії та електроенергетична інфраструктура входять до ширшої і багатофункціональної ландшафтно-системи природного чи антропогенного походження. Енергетичні ландшафти постіндустріального періоду в Україні вважаємо динамічними. Сонячні батареї чи вітрові турбіни можливо демонтувати наприкінці їхнього життєвого циклу, а енергетичний ландшафт оптимізувати і створити на його місці інше природно-антропогенне ландшафтне утворення.

4. Географічні чинники формування нових енергетичних ландшафтів в Україні (на прикладі Львівської області)

Для геоекологічного дослідження питань виникнення і формування нових енергетичних ландшафтів нами обрано Львівську область – найбільший регіон у Західній Україні та є частиною Карпатського єврорегіону. Цей регіон через сприятливі природні умови, значний людський та економічний потенціал, близькість до Європейського Союзу та кращий стан збереженості енергетичної інфраструктури у повоєнний період володіє перспективами подальшого розвитку відновлюваної енергетики. Географічне поширення, сучасний стан і перспективи розвитку об'єктів відновлюваної енергетики на Львівщині розглянуто у монографії²⁰ та окремих статтях і тезах доповідей²¹.

Важливість об'єктів відновлюваної енергетики для України на сьогодні є беззаперечною, адже, окрім лагідного відношення до природного середовища, «зелена генерація» дає змогу зменшити і диверсифікувати ризики від ракетних ударів російських агресорів на нашу енергетичну інфраструктуру. На відміну від потужностей атомних і теплових електростанцій, що компактно розміщені, об'єкти відновлюваної енергетики розкидані по значних площах та складаються із багатьох генеруючих компонентів, які, фактично, не можливо одночасно знищити. Перспективною, особливо у карпатській частині регіону, виступає вітроенергетика, 70% якої до війни знаходилося на півдні України²². На жаль, об'єкти вітрової енергетики у цьому регіоні перебувають у тимчасовій окупації. Для заміщення втрачених потужностей, група компаній Еко-Оптіма разом із чеськими партнерами успішно побудувала на Львівщині новий вітропарк, який з вересня 2024 р. подає струм в електромережу України. Й таких прикладів є чимало...

²⁰ Геоекология Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. С. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.

²¹ Lopushanska M., Krychevska D., Ivanov E., Pylypovych O. Geography, current state and development prospects of renewable energy facilities in Western Ukraine (example of Lviv region). *Geo Decade 2020-2030 : International Geographic Conference* (24-26 November 2020, Sofia, Bulgaria). Sofia: Sofia University "St. Kliment Ohridski", 2020. P. 41–43; Лопушанська М. Р., Теслович М. В., Іванов Є. А. Стан і перспективи розвитку відновлюваної енергетики у гірській частині Львівської області в карантинний період. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 7-ї міжнарод. наук.-практ. конф. (1–5 листопада 2021 р., м. Львів). Київ : ДКЗ, 2021. Т. 2. С. 363–371.

²² Як працює Eco Optima group в час війни та що відбувається в «зеленій енергетиці» сьогодні? Еко-Оптіма : офіційний сайт. URL: <https://www.ecooptima.com.ua/news/yak-pratsyuye-eco-optima-group-v-chas-viyny-ta-shcho-vidbuvaetsya-v-zeleniy-energetytsi-sogodni/>

На функціонування і розвиток відновлюваної енергетики та формування енергетичних ландшафтів в Україні, на відміну від традиційної енергетики, важливу роль відіграють географічні чинники, зокрема геофізичні, геологічні, геоморфологічні, кліматичні, гідрологічні, агроґрунтові, суспільні (соціально-економічні) та екосистемні послуги. Вплив кожного із географічних чинників на об'єкти відновлюваної енергетики у регіоні залежить від конкретного виду енергетики, та зумовлює як розвиток, так і неможливість реалізації діяльності. Особливості впливу різних географічних чинників на розвиток відновлюваної енергетики у Львівській області розглянуті у ряді статей²³ і тез доповідей²⁴. Розглянемо коротко вплив різних географічних чинників на функціонування і розвиток об'єктів відновлюваної енергетики та формування енергетичних ландшафтів у регіоні та їх значення в ефективності виробництва електроенергії.

До геофізичних чинників розвитку об'єктів відновлюваної енергетики у регіоні відносимо землетруси. Ці чинники мають незначний вплив на розвиток відновлюваної енергетики і лише при поштовхах понад шість балів (табл. 2). За даними карти загального сейсмологічного районування України, сейсмічні явища із періодом повторюваності один раз на п'ять тисяч років для середніх ґрунтових

²³ Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Вітрова енергетика у Львівській області та проблеми перероблення непридатних вітрових установок. *Екологічні науки* : наук.-практ. журн. 2022. № 2 (41). С. 156–163;; Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Гідрологічні чинники та їхня роль у розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області. *Екологічні науки* : наук.-практ. журн. 2023. № 4 (49). С. 105–113; Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Кліматичні чинники та їхня роль у розвитку сонячної енергетики у Львівській області. *Екологічні науки* : наук.-практ. журн. 2022. № 6 (45). С. 54–59; Лопушанська М. Р., Іванов Є. А., Циганок Л. В. Суспільні (соціально-економічні) чинники розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки*. 2024. Вип. 20. С. 36–45.

²⁴ Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Вплив карстових процесів на об'єкти відновлюваної енергетики у Львівській області. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. VIII-й Міжнарод. молодіжн. конгрес, 2–3 березня 2023 р., Україна, Львів : збірник матеріалів. Львів : НУ “Львівська політехніка”, 2023. С. 93; Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Сейсмічні явища та їх вплив на розвиток відновлюваної енергетики у Львівській області. *Географічна освіта і наука: виклики і поступ* : матер. міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Львів, 18–20 травня 2023 р.). У 3-х томах. Львів : Простір-М, 2023. Т. 3. С. 61–65; Лопушанська М. Р., Іванов Є. А., Лопушанська Ю. Р. та ін. Географічні чинники розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 9-ї міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Львів, 7–11 жовтня 2024 р.). Київ : ДКЗ, 2024. С. 625–630; Лопушанська М. Р., Іванов Є. А., Циганок Л. В. та ін. Роль географічних чинників у розвитку біоенергетики у Львівській області. *Відновлювана енергетика та енерго-ефективність у XXI столітті* : матер. XXV-ї міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Київ, 22–24 травня 2024 р.). Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. С. 489–490.

умов та ймовірності перевищення розрахункової інтенсивності протягом 50 років 1% рівнинна частина Львівської області належить до зони інтенсивності струсів у сім балів MSK64, а гірська частина – у вісім балів.

Геологічні і геоморфологічні чинники можуть мати вплив на об'єкти відновлюваної енергетики лише за умови поширення їхніх проявів на ділянках потенційних для об'єктів відновлюваної енергетики, що розміщені головню у гірській місцевості. Це залежить від географічного положення об'єкта.

До геологічних чинників, вплив яких оцінено для досліджуваних об'єктів відносяться грязьовий вулканізм, зсуви, обвали та осипи, осідання (провалля) земної поверхні, карстові процеси та підвищення рівня ґрунтових вод, що може призвести до підтоплення, а також ерозійні процеси. Для Львівської області не характерні прояви грязьового вулканізму. Широкий розвиток у гірській частині регіону і в межах Стривігор-Болозівського передгір'я і Сянсько-Дністровського опілля притаманний для гравітаційних і зсувних процесів, що становить значну геоекологічну небезпеку.

У гірській частині Львівської області можуть виникати селеві процеси. У регіоні розвиток карстових процесів можливий на 81,6% площі регіону²⁵. Інтенсивність карстових процесів зумовлена різним типом покриття і літологічним складом гірських порід, зокрема карбонатних, сульфатних і галогенних (соляних). У районах прояву карстових процесів спостерігають підвищену тріщинуватість і мережу тектонічних порушень, яка й сприяє активізації карсту.

Кліматичні чинники відіграють важливу роль при виборі ділянки для майбутніх проектів сонячної, вітрової і зеленої водневої енергетики. Наявність сприятливих кліматичних показників у межах ділянки дозволяє отримувати хороші показники генерації електроенергії. Для інших об'єктів відновлюваної енергетики цей чинник не є вирішальним.

²⁵ Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Вплив карстових процесів на об'єкти відновлюваної енергетики у Львівській області. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. VIII-й Міжнарод. молодіжн. конгрес, 2–3 березня 2023 р., Україна, Львів : зб. матер. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2023. С. 93.

Таблиця 2

**Інтенсивність впливу географічних чинників на розвиток
відновлюваних джерел енергії**

Об'єкти відновлюваної енергетики Географічні чинники	Сонячна е нергетика	Вітрова енергетика	Зелена воднева енергетика	Мала гідроенергетика	Біоенергетика	Геотермальна енергетика
Геофізичні <i>Землетруси</i>	+*	+*	+*	+*	+*	+*
Геологічні і геоморфологічні <i>Грязьовий вулканізм</i> <i>Зсуви, обвали та осипи,</i> <i>осідання (провалля)</i> <i>земної поверхні</i> <i>Карстові процеси</i> <i>Ерозійні процеси</i>	- + + +	- + + +	- + + +	- - - -	- + - +	- + + -
Кліматичні <i>Температура</i> <i>атмосферного повітря</i> <i>Інсоляція</i> <i>Альbedo</i> <i>Хмарність</i> <i>Швидкість вітру</i> <i>Опади</i>	+ + + + - -	- - - - + -	+ + + + + -	+ - - - - + +	+ - - - - + +	- - - - - - -
Гідрологічні <i>Поверхневі водні об'єкти</i> <i>Підземні води</i> <i>Гідрологічні надзвичайні</i> <i>ситуації поверхневих вод</i>	- - +**	- - +**	+ + +**	+ - -	+*** +*** +***	- + -
Агроґрунтові <i>Малопродуктивні і</i> <i>деградовані землі</i>	-****	-****	-****	-	+	-
Суспільні (соціально-економічні)	+	+	+	+	+	+
Екосистемні послуги	+	+	+	+	+	+

Примітки: * – у разі поштовхів понад 6 балів; ** – у разі розміщення об'єкта у заплаві річок; *** – використання води для зрошення полів, де вирощуються енергетичні культури; **** – земельні ділянки використовуються виключно для розміщення об'єктів, проте не є вирішальним чинником розміщення.

Львівська область розташована у межах помірного поясу, а клімат регіону визначено як помірно континентальний. Для сонячної енергетики важливими є температура атмосферного повітря, інсоляція (у т. ч. глобальне горизонтальне і глобальне нахилене випромінювання), альbedo підстилаючої поверхні, сніговий покрив, хмарність та висота Сонця над горизонтом. За геоданими ресурсу Global Solar Atlas²⁶ глобальне горизонтальне випромінювання є головним параметром розрахунку виробництва енергії та оцінки ефективності плоских фотоелектричних технологій. Для Львівської області цей показник коливається в межах 980 кВт/м² (у Сколівських Бескидах і на вершинах хребтів Верхньодністровських Бескид) до 1 150 кВт/м² (на Вододільному хребті і на сході Вехньодністерської рівнини).

Для об'єктів вітроенергетики у Львівській області існують показники середньорічної швидкості вітру на висоті 50 і 100 м, оскільки висота сучасних турбін функціонує у цьому проміжку висот. Згідно з геоданими ресурсу Global Wind Atlas²⁷, середньорічні показники швидкості вітру у регіоні змінюються від 4 (долини річок у межах гірської частини області) до 8 м/с і вище на гірських хребтах. В середньому у низовинних місцевостях області середньорічні швидкості вітру нижчі, ніж на височинних.

На розвиток малої гідроенергетики і зеленої водневої енергетики у регіоні важливими є гідрологічні чинники, до яких відносять наявні поверхневі водні об'єкти, забезпеченість підземними водами та ймовірність прояву гідрологічних надзвичайних ситуацій. Наявність поверхневих водних об'єктів має вплив на розвиток МГЕС, оскільки такі електростанції розміщені в межах русел і заплав річок, на греблях водосховищ тощо. Ймовірний негативний вплив на природне середовище під час прояву гідрологічних надзвичайних ситуацій, таких як повінь, паводок, льодохід тощо. У період маловоддя на МГЕС припустиме припинення роботи електростанції, аж до моменту забезпечення достатнього рівня води у річці. Для об'єктів біоенергетики водні ресурси необхідні для зрошення ділянок, де вирощуються енергетичні культури. Для біоустановок, які використовують для генерації теплової або електричної енергії використання води не передбачено технологічними процесами. Ресурси поверхневих чи підземних водозаборів є передумовою розвитку зеленої водневої енергетики.

Агроґрунтові чинники мають вплив виключно на розвиток біоенергетики, зокрема для вирощування енергетичних культур (енергетичної верби, тополі, міскантуса гігантського, цукрового сорго,

²⁶ Global Solar Atlas : офіційний сайт. URL: <https://globalsolaratlas.info/map>

²⁷ Global Wind Atlas : офіційний сайт. URL: <https://globalwindatlas.info>

проса прутоподібного “світчграсу” тощо). У Директиві ЄС 2018/2001 від 11 грудня 2018 р. про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел зазначені вимоги щодо земель, де не повинна вирощуватись сировина для виробництва біопалива²⁸. До таких земель відносяться землі з високою цінністю біорізноманіття, землі з високими вуглецевими запасами і торфовища.

Суспільні (соціально-економічні) чинники та екосистемні послуги мають прямий вплив на розвиток всіх видів відновлюваної енергетики у Львівській області (див. табл. 2). До суспільних чинників відносимо питання економічного стимулювання, виконання міжнародних зобов'язань України, стратегічні цілі та забезпечення покращення умов життя громад. При плануванні і реалізації проєктів з відновлюваної енергетики важливо застосовувати екосистемний підхід, який полягає в окресленні взаємозв'язків між людьми та енергетичними та іншими ландшафтними системами, нерозривними від екосистемних послуг. Екосистемними послугами є всі корисні ресурси й вигоди, які людина може отримати від природного середовища. Від цих послуг залежить задоволення нагальних потреб людини у довкіллі і продуктах харчування, а також визначає рівень життя суспільства²⁹.

Виникнення і формування енергетичних ландшафтів у Львівській області, що пов'язані із функціонуванням нових об'єктів відновлюваної енергетики можливе із врахуванням географічних чинників. Ці чинники є провідними у визначенні місць будівництва МГЕС, вітрових чи сонячних електростанцій. Ще на етапі планування проєктів з відновлюваної енергетики необхідно також враховувати екологічні обмеження. Досвід аналізу екологічних обмежень на Львівщині розглянуто у статті³⁰. Надзвичайно важливо під час проектування нових об'єктів відновлюваної енергетики в Україні в цілому та у Львівській області зокрема

²⁸ Директива Європейського Парламенту і Ради (ЄС) 2018/2001 від 11 грудня 2018 р. «Про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел» (нова редакція). URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-evropeyskogo-parlamentu-i-radi-es-2018-2001.pdf>

²⁹ 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/EcoPoslугy_web_new.pdf

³⁰ 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 Polytechnic National University, Lviv, Ukraine). DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022590068>

враховувати екосистемні послуги території, яка планується для будівництва³¹.

5. Проблеми формування і функціонування енергетичних ландшафтів довкола Яворівської і Роздільських водойм

Для формування нових енергетичних ландшафтів у Львівській області необхідні сприятливі природні, соціально-економічні та екологічні умови. При цьому на перше місце виходять питання взаємодії людини та енергетичних ландшафтів, пошуку компромісів між інвесторами і громадами. Придатні соціально-економічні умови будівництва об'єктів відновлюваної енергетики у регіоні сприяють пошуку інвесторами придатних територій. Серед головних вимог до таких територій є їх цільове призначення земель, серед яких перевагу мають ділянки поза межами населених пунктів, землі несільсько-господарського призначення із розвиненою енергетичною інфраструктурою: трансформаторними підстанціями, лініями електропередач, наявністю споживачів електроенергії та об'єктів енергетики, які б могли підтримувати енергетичний баланс у випадку нестабільної роботи об'єктів відновлюваної енергетики.

Найкраще під зазначені вимоги підходять постмайнінгові ландшафти, які виникають на місці попередньо сформованих гірничопромислових і зумовлені завершенням видобування, збагачення чи перероблення корисних копалин, ліквідації (консервації) гірничих підприємств³². Їх поява і розвиток зумовлені суттєвим зменшенням або повним припиненням техногенного впливу людини на гірничопромислові ландшафти. Виникнення і формування постмайнінгових геосистем зумовлює проведення рекультивації і фітомеліорації, однак, головню, відбувається шляхом відмови підприємців від експлуатації гірничопромислових об'єктів (копалень, кар'єрів, відвалів, відстійників тощо), їхньої консервації чи ліквідації, що призводить до активізації небезпечних екзогенних процесів³³.

³¹ Лопушанська М. Р., Іванов С. А., Біланюк В. І. та ін. Екосистемні послуги при проектуванні та експлуатації об'єктів відновлюваної енергетики (на прикладі Львівської області). *Екологічні науки* : наук.-практ. журн. 2024. № 4 (55). С. 95–99.

³² Іванов С., Остапок В. Постмайнінгові ландшафти Західного регіону України, їх функціонування і перспективи використання. *Наукові ландшафтні читання* : матер. наук.-практ. конф (Київ, 15 листопада 2024 р.). Київ : КНУТШ, 2024. С. 45–49.

³³ Гайдін А. М., Зозуля І. І. Ревіталізація и постмайнінг. *Форум гірників–2006* : матер. міжнарод. конф. Дніпропетровськ, 2006. С. 180–200.

Певною специфікою володіють сонячні електростанції, що заповнюють значні ділянки, що зайняті сонячними панелями. Для їх будівництва необхідні відносно рівні або помірно нахилені у сонячний бік поверхні. Після завершення видобування самородної сірки і кам'яного вугілля на Львівщині залишилися чималі території (кар'єри, відвали і відстійники), які потребували реалізації рекультиваційних заходів та ефективного господарського використання.

У Львівській області найбільші за площею і потенціалом постмайнінгові території виникли у районах впливу сірчаних гірничо-хімічних підприємств. Власне вони виступили основою для появи нових енергетичних ландшафтів, які формуються довкола Яворівської водойми (у районі ліквідованого Яворівського ДГХП «Сірка»), де розташовані три потужні сонячні електростанції загальною площею 335 га. Ці станції займають домінуючі висоти на зовнішніх відвалах і північно-східних борт затопленого найбільшого у світі сірчаного кар'єру (рис. 2). Довкола Роздільських водойм зведено ще дві сонячні електростанції на двох переважаючих у рельєфі гідровідвалах загальною площею 72 га.

Інтенсивне формування площ постмайнінгових ландшафтів, що вкриті фотоелектричними панелями і зростання встановлених потужностей сонячних електростанцій відбулося завдяки системі «зелених тарифів». Загалом, довкола Яворівської і Роздільських водойм на сьогодні енергетичними ландшафтами понад 410 га. Ці ландшафти сформовані сонячними електростанціями і вписані у антропогенно-трансформований простір, що зазнає подальших інтенсивних змін. Вони представляють собою частково вирівняні ділянки із розміщеними рядами прямокутних фотоелектричних панелей, що встановлені на невеликих фундаментах із кутом головно південної експозиції. Важливим є розташування панелей залежно від рельєфу, відкладів (ґрунтів) та кількості опадів. Всі сонячні електростанції встановлені на відвальних породах зовнішніх відвалів, наливних відкладах гідровідвалу і хвостосховища та ембріоземах кар'єру. До обов'язкових складових енергетичних ландшафтів слід віднести під'їдні шляхи, трансформаторні підстанції, електричні кабелі, захисні огорожі тощо.



Рис. 2. Енергетичні ландшафти довкола Яворівської водойми, формуються у районах сонячних електростанцій «Приозерна» (1), «Терновиця» (2) та «Яворів-1» (3)

Енергетичні ландшафти сонячних електростанцій володіють власною специфікою функціонування, яка розглянута у статті³⁴. Головною особливістю фотоелектричних панелей є те, що вони непроникні для води. Під час випадання опадів вони проявляють ефект «парасолі», концентрують і перерозподіляють зливові опади у просторі, а також затінюють денну поверхню (рис. 3).

За пересічних умов фотоелектричні панелі ставлять на задернованих і добре дренажованих ґрунтах, але в межах постмаїнігових геосистем відвалів і хвостосховищ це неможливо. Тут основою поверхні служать ерозійно-нестійкі техногенні відклади, що призводить до активізації ерозійних процесів, зокрема поверхневого змиву, зростання інтенсивності лінійної ерозії, прояву глибокого яркового розмиву, ефекту змін

³⁴ Яремович М., Дяків В., Джумеля Е. Чинники катастрофічної активізації лінійної ерозії та інженерно-геологічні проблеми експлуатації сонячних електростанцій, побудованих на схилах і зонах впливу гірничопромислових підприємств. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2022. № 36. С. 90–99.

інженерно-геологічних умов та виникнення аварійних ситуацій, що призводять до докорінної зміни рельєфу в межах енергетичних ландшафтів³⁵ (рис. 4).

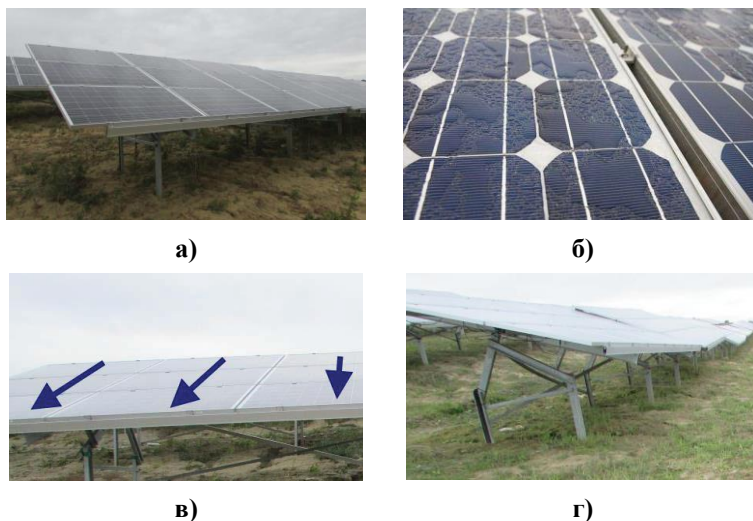


Рис. 3. Особливості функціонування енергетичних ландшафтів сонячних електростанцій³⁶

- а) ефект «парасолі», коли атмосферні опади не зволожують поверхню;
 б) ефект концентрування опадів; в) напрямки перерозподілу зливових опадів;
 г) ефект затінення із порушенням інсоляції поверхні

Описані ефекти необхідно враховувати при проектуванні і будівництві сонячних електростанцій та формування енергетичних ландшафтів, особливо в межах нестійких постмайнінгових ландшафтних утвореннях, що виникли у районах видобування і збагачення самородної сірки.

³⁵ Dyakiv V., Pohrebennyk V., Mitryasova O. et al. Actual state and prospects of using the territory of the Rozdil mining and chemical enterprise «Sirka» for the construction of renewable energy facilities. *Climate change & sustainable development: new challenges of the century*. Ed. by O. Mitryasova, P. Koszelnik. Mykolaiv–Rzeszow, 2021. P. 76–92.

³⁶ Яремович М., Дяків В., Джумеля Е. Чинники катастрофічної активізації лінійної ерозії та інженерно-геологічні проблеми експлуатації сонячних електростанцій, побудованих на схилах і зонах впливу гірничопромислових підприємств. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2022. № 36. С. 90–99.



а)



б)



в)



г)

Рис. 4. Особливості функціонування енергетичних ландшафтів сонячних електростанцій³⁷:

а) прояви поверхневого змиву; б) заглиблені форми лінійної ерозії;
в) глибокий ярковий розмив; г) зміни інженерно-геологічних умов
у зонах активізації ерозійних процесів

ВИСНОВКИ

1. Під поняттям «енергетичний ландшафт» слід розуміти ландшафти отримання (видобування) енергії. Під такими ландшафтами варто розуміти геопростір, який можна виокремити і систематизувати за чіткими ознаками, що виникають у місцевостях освоєння природних енергетичних ресурсів. До них варто відносити й райони видобування горючих корисних копалин.

2. Перетворення ландшафтів в Україні заради отримання енергетичного ресурсу є явищем не новим і має понад тисячолітню історію. Нами узагальнено чотири хронологічні енергетичні періоди: 1) допромисловий; 2) мануфактурний; 3) індустріальний; 4) постіндустріальний (нині діючий).

³⁷ Яремович М., Дяків В., Джумеля Е. Чинники катастрофічної активізації лінійної ерозії та інженерно-геологічні проблеми експлуатації сонячних електростанцій, побудованих на схилах і зонах впливу гірничопромислових підприємств. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2022. № 36. С. 90–99.

3. Енергетичні ландшафти займають різні форми рельєфу і виглядають по-різному. Виділяють вісім джерел енергії, які використовують (-вали) в Україні: м'язову силу, енергію біомаси, енергію вітру, енергію води, сонячну енергію, геотермальну енергію, викопне паливо та ядерну енергію. Найбільше енергетичних ландшафтів виникли у районах вирубування лісів і заготівлі дров. Поява парових двигунів дала початок періоду ландшафтів викопного палива. Нині держава входить до періоду декарбонізації енергетики, спричинивши відродження відновлюваних джерел енергії.

4. У повоєнний період перехід на використання відновлюваної енергетики продовжиться. Формування енергетичних ландшафтів можливе із врахуванням географічних чинників, які є провідними під час визначення місць будівництва об'єктів відновлюваної енергетики. Ще на етапі їх планування слід враховувати екологічні обмеження та окреслити екосистемні послуги території.

5. У Львівській області найбільші за площею і потенціалом постмайнінгові території виникли у районах впливу сірчаних гірничо-хімічних підприємств. Власне вони виступили основою для появи нових енергетичних ландшафтів, які формуються довкола Яворівської і Роздільських водойм. Ландшафти сонячних електростанцій, що виникли в межах постмайнінгових геосистем мають власну специфіку функціонування: концентрують і перерозподіляють тепло та опади, активізують ерозійні процеси, змінюють інженерно-геологічні умови тощо. Це необхідно враховувати при проєктуванні і будівництві об'єктів відновлюваної енергетики.

АНОТАЦІЯ

Важливість об'єктів відновлюваної енергетики для України на сьогодні є беззаперечною. Вона дає змогу диверсифікувати ризики від ракетних ударів російських агресорів на нашу енергетичну інфраструктуру, допоможе проблеми енергозабезпечення держави у повоєнний період.

Під енергетичними ландшафтами варто розуміти геопростір, який можна виокремити за ознаками, що виникають у місцевостях освоєння природних енергетичних ресурсів. Вони займають різні форми і виглядають по-різному. Виділяють вісім джерел енергії: м'язову силу, енергію біомаси, вітру, води, Сонця і геотермальну, викопне паливо та ядерну енергію. Нині держава входить до періоду декарбонізації енергетики, відродження відновлюваних джерел енергії.

У повоєнний період перехід на використання відновлюваної енергетики продовжиться. Формування енергетичних ландшафтів

можливе із врахуванням географічних чинників, які є провідними під час визначення місць будівництва об'єктів відновлюваної енергетики. Ще на етапі їх планування слід враховувати екологічні обмеження та окреслити екосистемні послуги території.

У Львівській області найбільші за площею і потенціалом постмайнінгові території виникли у районах впливу сірчаних гірничо-хімічних підприємств. Власне вони виступили основою для появи нових енергетичних ландшафтів, які формуються довкола Яворівської і Роздільських водойм. Ландшафти сонячних електростанцій, що виникли в межах постмайнінгових геосистем мають власну специфіку функціонування: концентрують і перерозподіляють тепло та опади, активізують ерозійні процеси, змінюють інженерно-геологічні умови тощо. Це необхідно враховувати при проєктуванні і будівництві об'єктів відновлюваної енергетики.

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/EcoPoslугy_web_new.pdf
2. Гайдін А. М., Зозуля І. І. Ревіталізація и постмайнінг. *Форум гірників–2006* : матер. міжнарод. конф. Дніпропетровськ, 2006. С. 180–200.
3. Геоекологія Львівської області : монографія / Ю. Андрейчук, Л. Безручко, В. Біланюк та ін. / за заг. ред. Є. Іванова. Львів : Простір-М, 2021. 606 с.
4. Директива Європейського Парламенту і Ради (ЄС) 2018/2001 від 11 грудня 2018 р. “Про стимулювання використання енергії з відновлюваних джерел” (нова редакція). URL: <https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEEI/direktiva-evropeyskogo-parlamentu-i-radi-es-2018-2001.pdf>
5. Європейська ландшафтна конвенція : офіційний переклад / Рада Європи. URL: <https://rm.coe.int/16802f3fc0>
6. Іванов Є. Геокадастрові дослідження гірничопромислових територій. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2009.
7. Іванов Є. Ландшафти гірничопромислових територій. Львів : ВЦ ЛНУ ім. І. Франка, 2007.
8. Іванов Є., Біланюк В. Історико-географічний (хронологічний) підхід до аналізу стану і функціонування гірничопромислових територій. *Історична географія в Україні* : матер. Всеукр. наук. семінару. Чернівці, 2023. С. 20–23.
9. Іванов Є., Остапюк В. Постмайнінгові ландшафти Західного регіону України, їх функціонування і перспективи використання.

Наукові ландшафтні читання : матер. наук.-практ. конф. Київ : КНУТШ, 2024. С. 45–49.

10. Казаков В. Л. Історичні антропогенні ландшафти промислових територій. *Географія в інформаційному суспільстві* : зб. наук. праць. Київ : ВГЛ Обрії, 2008. Т. III. С. 125–127.

11. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Вітрова енергетика у Львівській області та проблеми перероблення непридатних вітрових установок. *Екологічні науки* : наук.-практ. журн. 2022. № 2 (41). С. 156–163.

12. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Вплив карстових процесів на об'єкти відновлюваної енергетики у Львівській області. *Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування*. VIII-й Міжнарод. молодіжн. конгрес: зб. матер. Львів : НУ “Львівська політехніка”, 2023. С. 93.

13. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Гідрологічні чинники та їхня роль у розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області. *Екологічні науки* : наук.-практ. журн. 2023. № 4 (49). С. 105–113.

14. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Кліматичні чинники та їхня роль у розвитку сонячної енергетики у Львівській області. *Екологічні науки* : наук.-практ. журн. 2022. № 6 (45). С. 54–59.

15. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А. Сейсмічні явища та їх вплив на розвиток відновлюваної енергетики у Львівській області. *Географічна освіта і наука: виклики і поступ* : матер. міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Львів, 18–20 травня 2023 р.). У 3-х томах. Львів : Простір-М, 2023. Т. 3. С. 61–65.

16. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А., Біланюк В. І. та ін. Екосистемні послуги при проектуванні та експлуатації об'єктів відновлюваної енергетики (на прикладі Львівської області). *Екологічні науки* : наук.-практ. журн. 2024. № 4 (55). С. 95–99.

17. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А., Лопушанська Ю. Р. та ін. Географічні чинники розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 9-ї міжнарод. наук.-практ. конф. (м. Львів, 7–11 жовтня 2024 р.). Київ : ДКЗ, 2024. С. 625–630.

18. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А., Циганок Л. В. Суспільні (соціально-економічні) чинники розвитку відновлюваної енергетики у Львівській області. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія: Географічні науки*. 2024. Вип. 20. С. 36–45.

19. Лопушанська М. Р., Іванов Є. А., Циганок Л. В. та ін. Роль географічних чинників у розвитку біоенергетики у Львівській області. *Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті* : матер. XXV-ї міжнарод. наук.-практ. конф. Київ : Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2024. С. 489–490.

20. Лопушанська М. Р., Теслович М. В., Іванов Є. А. Стан і перспективи розвитку відновлюваної енергетики у гірській частині

Львівської області в карантинний період. *Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування* : матер. 7-ї міжнарод. наук.-практ. конф. (1–5 листопада 2021 р., м. Львів). Київ : ДКЗ, 2021. Т. 2. С. 363–371.

21. Як працює Еко Оптіма груп в час війни та що відбувається в «зеленій енергетиці» сьогодні? Еко-Оптіма : офіційний сайт. URL: <https://www.ecooptima.com.ua/news/yak-pratsyuye-eco-optima-group-v-chas-viyny-ta-shcho-vidbuvayetsya-v-zeleniy-energetytsi-sogodni/>

22. Яремович М., Дяків В., Джумеля Е. Чинники катастрофічної активізації лінійної ерозії та інженерно-геологічні проблеми експлуатації сонячних електростанцій, побудованих на схилах і зонах впливу гірничопромислових підприємств. *Вісник Львівського університету. Серія геологічна*. 2022. № 36. С. 90–99.

23. Blaschke T., Biberacher M., Gadocha S., Schardinger I. Energy Landscapes – Meeting Energy Demands and Human Aspirations. *Biomass and Bioenergy*. 2013. Vol. 55. P. 3–16.

24. Bridge G., Bouzarovski S., Bradshaw M., Eyre N. Geographies of Energy Transition: Space, Place and the Low-Carbon Economy. *Energy Policy*. 2013. Vol. 53. P. 331–340.

25. De Jong J., Stremke S. Evolution of Energy Landscapes: A Regional Case Study in the Western Netherlands. *Sustainability*. 2020. Vol. 20. 4554.

26. Dyakiv V., Pohrebennyk V., Mitryasova O. et al. Actual state and prospects of using the territory of the Rozdil mining and chemical enterprise «Sirka» for the construction of renewable energy facilities. *Climate change & sustainable development: new challenges of the century* / Ed. by O. Mitryasova, P. Koszelnik. Mykolaiv–Rzeszow, 2021. P. 76–92.

27. International Panel on Climate Change. Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation / O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona et al. (eds). Cambridge : Cambridge University Press, 2011.

28. 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 Polytechnic National University, Lviv, Ukraine). DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2022590068>

29. Global Solar Atlas : офіційний сайт. URL: <https://globalsolaratlas.info>

30. Global Wind Atlas : офіційний сайт. URL: <https://globalwindatlas.info>

31. Landscape of Energy / Goshn R. (Ed.). *New Geographies*. Cambridge : Harvard University Press, 2009.

32. Lopushanska M., Krychevska D., Ivanov E., Pylypovych O. Geography, current state and development prospects of renewable energy facilities in Western Ukraine (example of Lviv region). *Geo Decade 2020-*

2030 : International Geographic Conference (24-26 November 2020, Sofia, Bulgaria). Sofia: Sofia University “St. Kliment Ohridski”, 2020. P. 41–43.

33. Nadai A., Van der Horst D. Introduction – Landscape of Energies. *Landscape Research*. 2010. Vol. 35 (2). P. 143–155.

34. Pasqualetti M. J. Reading the Changing Energy Landscape. *Sustainable Energy Landscapes – Designing, Planning and Development* / S. Stremke, A. Van den Dobbeisteen (Eds.). Boca Raton : CRC Press, 2013. P. 11–44.

35. Pimentel D., Pimentel M. H. Food, energy and society. Boca raton: CRC Press, 2008.

36. Power of Landscape: Novel Narratives to Engage with the Energy Transition / S. Stremke, D. Oudes, P. Picchi. Rotterdam : nai010 publishers, 2023.

37. Rotmans J., Kemp R., Van Asselt M. More Evolution than Revolution: Transition Management in Public Policy. *Foresight*. 2001. Vol. 03(01). P. 1–17.

38. Smil V. Energy in World History. Bouider, CO, USA : Westview Press, 1994.

Information about the authors:

Ivanov Yevhen Anatoliyovych,

Doctor of Geographical Sciences, Professor,
Head of the Department of Constructive Geography and Cartography
Ivan Franko National University of Lviv
41, Doroshenko Str., Lviv, 79007, Ukraine

Lopushanska Maria Romanivna,

Postgraduate Student at the Department of Constructive
Geography and Cartography
Ivan Franko National University of Lviv
41, Doroshenko Str., Lviv, 79007, Ukraine

Ostapyuk Volodymyr Lyubomyrovych,

Postgraduate Student at the Department of Constructive
Geography and Cartography
Ivan Franko National University of Lviv
41, Doroshenko Str., Lviv, 79007, Ukraine