


УДК 620.92-043.86 (477)

 <https://doi.org/10.31996/mru.2024.3.3-9>

І. Д. БАГРІЙ, д-р геол. наук, проф., зав. відділу геоecологічних та пошукових досліджень (Інститут геологічних наук НАН України), bagrid@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7280-4065>,

В. О. ОНИЩЕНКО, д-р екон. наук, проф., ректор (Національний університет "Полтавська політехніка ім. Ю. Кондратюка"), rector@pntu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0003-3486-1223>,

В. В. ЄВДОКИМОВ, д-р екон. наук, проф., ректор (Державний університет "Житомирська політехніка"), viktorievdokymov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3577-081X>

І. BAHRII, Doctor of Geological Sciences, Professor, Chief of Department of Geocology and Searching (Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine), bagrid@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0001-7280-4065>,

V. ONYSHCHENKO, Doctor of Economics Sciences, Professor, Rector (National University "Yuri Kondratyuk Poltava Polytechnic"), rector@pntu.edu.ua, <https://orcid.org/0000-0003-3486-1223>,

V. YEVDOKYMOV, Doctor of Economics Sciences, Professor, Rector (Zhytomyr Polytechnic State University), viktorievdokymov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-3577-081X>

СТРАТЕГІЯ РОЗВИТКУ ТА ВПРОВАДЖЕННЯ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

STRATEGY FOR DEVELOPMENT AND IMPLEMENTATION OF RENEWABLE ENERGY IN UKRAINE

Розглянута до впровадження конкурентоспроможна стратегія розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Ключовим завданням, яке ставили перед собою автори, було науково обґрунтувати та розробити стратегію розвитку відновлюваної енергетики на основі власних інноваційних технологій виробництва та пошуків енергетично-екологічних відновлювальних ресурсів. Наведено результати наукових розробок з впровадження відновлювальних енергетичних джерел без нанесення шкоди довкіллю.

Запропоновані технології відкривають шлях до використання нетрадиційних джерел енергетики. Це свідчить про те, що дефіциту енергетичних ресурсів в Україні можна уникнути при впровадженні власних апробованих інноваційних розробок, до складу яких входить прогнозно-пошуковий спектр системних впроваджень комплексних досліджень. Складовою частиною комплексу методичних рішень вперше в пошуковій практиці пропонується до впровадження потужний спектр еколого-енергетичних технологій та об'єктів-ділянок – вітрової та сонячної енергії.

Вперше обґрунтовані інженерно-геологічні та еколого-кліматичні можливості з використанням значних обсягів еродованих земель техногенних відвалів, Криворізької промислової агломерації, енергетичні об'єкти у вигляді сонячних та вітрових потужностей, що в кінцевому рахунку забезпечить значну частку енергоресурсів виробничих процесів, а також створення нових робочих місць.

Вперше в Україні пропонується, використовуючи міжнародний досвід, створити надпотужні вітрові станції на морських мілководних Одеській та Дністровській піщаних банках.

Ключові слова: вітроелектростанції, сонячна енергетика, відновлювана енергетика, хвостосховища.

A competitive strategy for the development of renewable energy in Ukraine was considered before its implementation. The key task that the authors set before themselves was to scientifically justify and develop a strategy for the development of renewable energy based on their own innovative production technologies and the search for renewable energy and environmental resources.

The results of scientific developments on the introduction of renewable energy sources without harming the environment, as well as the safe use of agricultural land, are presented.

The proposed technologies open the way to the use of non-traditional sources of energy; this indicates favor of the fact that the shortage of energy resources in Ukraine can be avoided by implementing our own tested innovative developments, which include the predictive and search spectrum of system implementations of complex studies, where a component of the complex of methodological solutions for the first time in research practice, a powerful range of ecological and energy technologies and sites are proposed for implementation: wind and solar energy, extraction of thermal water, white natural hydrogen and production of green hydrogen, and reasonable calculations of its component — water, are provided.

For the first time, the engineering-geological and ecological-climatic possibilities with the use of significant volumes of eroded lands of artificial dumps, tailings of the Kryvyi Rih industrial agglomeration, energy facilities in the form of solar and wind power, which in the final calculation will provide a significant share of the energy resources of production processes, as well as the creation of new workplaces.

For the first time in Ukraine, using international experience, it is proposed to create super-powerful wind stations on the Odesa and Dnister sandbanks of the sea.

Keywords: wind power plants, solar energy, renewable energy, sludge storage.

Вступ

Найболючішою проблемою енергокліматичної кризи в Україні виступає майже нездоланне лобі "екологічних фавівців", які стоять на боці застарілої законодавчої бази, та майже повна відсутність зацікавленості багатьох владних структур у прийнятті таких потрібних рішень щодо застарілого законодавства відносно протизаконних дій, які зводять нанівець фундаментальні і прикладні розробки, що в змозі вивести Україну на чільне місце у світовій енергетичній ієрархії.

Такий наявний підхід веде країну до еколого-енергетичного колапсу, незворотних руйнівних екологічних процесів, деградації основ фундаментальної, а особливо прикладної науки.

Планетарний сучасний еколого-кліматичний стан потребує негайних кардинальних дій для вирішення катастрофічних

енергетичних проблем кліматичної кризи, що наразі все більше ускладнюється, та її невідворотних негативних наслідків: відсутність або нестача питної води, продуктів харчування. Головна загроза планетарно-кліматичної кризи, яка насувається, – це непрогнозоване підвищення температурних показників, що практично не відповідає компактному проживанню людства в цілому. Тому зазначена проблема та прийняття наукових розробок з відновлюваної енергетики є найактуальнішими в паливо-енергетичній галузі, геології та екології зокрема.

Голова Святого Престолу Папа Римський Франциск у рамках кампанії "Зворотний відлік" закликав владні структури усвідомити невіддільність проблем довкілля від людських потреб, що дає можливість забезпечити доступ до продовольства, питної води, а також заміну виробленого палива екологічно чистими джерелами енергії. "Можливо, – зазначив Понтифік, – катувати планету, а можливо змінювати

світогляд (застарілі законодавчі акти, що спричинить зміну життя на всіх рівнях)” [4].

Та найголовніше, на нашу думку, звучить звернення Організації Об'єднаних Націй: якщо уряди в усьому світі не переглянуть застарілі закони енергетичної політики, світ стане не придатним до життя (Генсек ООН Антоніо Гутерреш). “Мільярди людей в усьому світі вже страждають від нашої бездіяльності. Через вкорінену залежність від викопного палива ми тупцюємо на місці. Глобальні кліматичні зміни спричиняють безпрецедентні лісові пожежі, інтенсивні і часті циклони, повені, посухи та інші екстремальні погодні явища”, – наголосив він. Його коментарі відображають наполегливість Міжурядової групи експертів з питань змін клімату (МГЕЗК) у тому, що всі країни мають суттєво скоротити споживання викопного палива, розширити доступ до електроенергії, підвищити енергоефективність та збільшити використання альтернативних видів палива, таких як водень [5].

Якщо заходів не буде вжито найближчим часом, деякі великі міста опиняться під водою, прогноуються безпрецедентні хвилі спеки, жакливі шторми, повний брак води та зникнення мільйонів видів рослин та тварин.

Високопоставлений представник ООН додав, що “... це не вигадка і не перебільшення. Як каже наука, це те, що стане результатом нашої нинішньої енергетичної політики. Ми знаходимося на шляху до глобального потепління” [4].

Обґрунтування надпотужних умов впровадження сонячної та вітрової енергетики на геологічних структурах Словечансько-Овруцького кряжа та на озерно-заболочених масивах геоморфологічно прилеглих територій

Найпривабливішою територією для розвитку сонячної та відновлюваної вітрової енергетики виступають геолого-кліматичні умови, а головне – незначне селітебне навантаження в зонах розташування заболочених масивів Поліської низовини в межах Волинської та Житомирської областей (Прип'ятська западина).

Практичні площі для використання сонячної та вітрової енергетики без нанесення шкоди докільню на запропонованих заболочених ділянках можуть складати сотні квадратних кілометрів. Наявність сприятливих кліматичних (вітер) та інженерно-геологічних умов і значні абсолютні відмітки Овруцького кряжа, що в сотні метрів перевищують позначки докільня (не включаючи заболоченого середовища) (рис. 1, 2), створюють чи не найкращі умови вітрових процесів, потрібних для функціонування вітрової енергетики [3].

Словечансько-Овруцький кряж є геоморфологічним вираженням Овруцької грабен-синклінали – геологічної структури складного розвитку. У західній частині абсолютні відмітки височини становлять понад 300 м, а в східній – до 150 м. Північна частина кряжа вирізняється високим заляганням овруцьких кварцитів, які місцями оголюються на поверхні. Поверхня овруцьких кварцитів підіймається на 270 м над рівнем моря. Ділянки, складені кварцитами, сформувалися в процесі тривалої денудації. При цьому швидкості неотектонічних рухів у межах Овруцької синклінали були істотно більшими порівняно з такими прилеглих територій (приблизно 200 м), що й зумовило формування такого природного феномена [8].

На південному схилі Словечансько-Овруцької височини (завдовжки 45 км і завширшки 5–7 км) розвинені лесовидні суглинки середньої потужності 15–20 м. Рельєф усієї області мав тенденцію до розширення акумулятивно-денудаційних, денудаційно-акумулятивних та акумулятивних алювіальних, озерно-болотно-алювіальних рівнин [9].



Рис. 1. Словечансько-Овруцький кряж на карті України

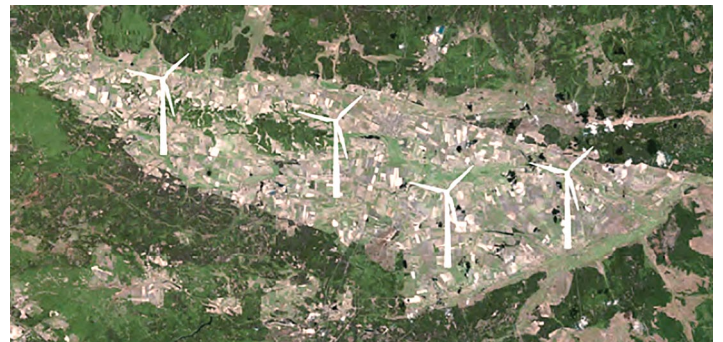


Рис. 2. Супутниковий знімок Словечансько-Овруцького кряжа (знімок взято з додатку Google Maps)

Особливості розташування заболочених масивів, що обрамляють Словечансько-Овруцький кряж, за практичної відсутності селітебних забудов створюють сприятливі еколого-кліматичні та інженерно-геологічні умови [1].

Максимально заболочені масиви кряжа були поширені в пізньоміоцен-пліоценову епоху. У цей час остаточно склалися основні риси сучасного рельєфу вказаної території. Структурно-тектонічний план території в означені епохи був подібним. Тектонічні перебудови, накладаючись, призвели до формування вихідної поверхні, яка в антропогені зазнавала впливу різних агентів геоморфогенезу [3].

На території Словечансько-Овруцького кряжа протягом року сумарна сонячна радіація надходить у кількості від 3600 до 4000 МДж/м². Середня температура січня сягає -5,7 °С, липня – +18,9 °С. Упродовж холодного періоду року переважають вітри західного напрямку до 15–22 м/с, а протягом теплого – північно-західного до 10–15 м/с. На рис. 3 наведені графіки швидкості

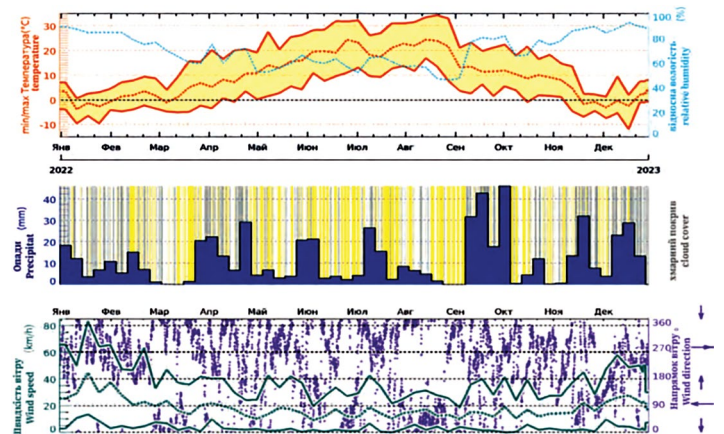


Рис. 3. Графіки основних метеопказників Словечансько-Овруцького кряжа за 2022 р.

та напрямків вітру, вологість, кількість опадів, хмарних днів та температурних показників за 2022 р. у районі Овруцького кряжа. Тут можливе використання сотень квадратних кілометрів під розташування сонячних потужностей [10].

Еколого-енергетичне та геологічне обґрунтування впровадження вітрової енергетики морських акваторій

Наразі у світі розпочався новий етап у розвитку енергетичної галузі, який передбачає впровадження тисяч мегават офшорних вітроенергетичних споруд. Офшорна (морського базування) вітроенергетика з її величезним потенціалом розглядалася від перших днів розвитку вітроенергетичної галузі як логічний крок уперед. По-перше, морські вітри набагато сильніші і триваліші від вітрів на суходолі. По-друге, густонаселеній Європі та Південно-Східній Азії море “пропонує” набагато більше простору, ніж суходіл, а отже, й більше можливостей для мультигігаватної вітроенергетичної експансії. Проте, незважаючи на очевидні переваги, офшорна вітроенергетика розвивалася набагато повільніше від наземної. Таке відставання можна пояснити низкою причин, серед яких і складність робіт у морських умовах, і висока ціна на “морські” вітротурбіни, і відсутність чіткої урядової підтримки, і чималі витрати на підключення офшорних вітропарків до енергомережі. Та попри все неможливо зупинити розвиток, продиктований часом і необхідністю [3].

Офшорна вітрова енергетика на відпрацьованих промислових та офшорних площах – сектор відновлюваної енергетики, що використовує енергію морського вітру. Порівняно з наземним сектором вітроенергетики, морські вітроелектростанції (ВЕС) характеризуються вищою ефективністю турбін, пов'язаною з більшою стабільністю та силою вітру, що спостерігається в морських зонах, і відсутністю технологічних обмежень – морські турбіни можуть бути набагато більшими та ефективнішими.

Офшорні ВЕС також викликають менше суперечок та громадського незадоволення, ніж наземні, оскільки вони менше впливають на людей і ландшафт. Офшорна вітрова енергетика є одним із найбільш швидкозростаючих енергетичних ринків у світі. У світі, який активно здійснює “зелений” енергетичний перехід, вітрова енергія вважається найбезпечнішим та найекологічнішим видом відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) [6].

У 2021 р. Китай побудував більше офшорних ВЕС, ніж це вдалося решті світу за попередні п'ять років. Загалом, на Китай в 2021 р. припадала половина загальної світової потужності офшорних ВЕС – 26 ГВт із 54 ГВт.

“У Шотландії завершили будівництво найбільшої ВЕС. Вона стане найбільшою офшорною ВЕС Шотландії та найглибшою у світі установкою з фіксованим дном”, – повідомляє Energy Voice. Зазначається, що ВЕС зможе щорічно генерувати близько 5000 ГВт-год енергії. Вона спроможна забезпечити потреби 1,6 млн родин. Наразі на станції працюють 76 турбін потужністю 10 МВт [7].

Впровадження глобальних проєктів морської вітроенергетики в Україні

Широкомасштабний розвиток офшорної вітроенергетики в Україні, як наведено вище, обіцяє великі можливості. Не кожна технологія відновлюваної енергетики має такий потенціал для виробництва насправді чималих обсягів електроенергії, “вільної” від викидів CO₂ в атмосферу, як офшорна вітроенергетика. Вперше запропоновані об'єкти Одеської та Дністровської піщаних банок відіграють ключову роль у розвитку офшорної вітроенергетики України, а отже, і в її енергозабезпеченні [3]. Як завжди, питання полягає лише

у підтримці на законодавчому рівні. Зважаючи на актуальні енергетичні проблеми, було б нерозумно відмовитися від можливості розвитку офшорної вітроенергетики в Україні.

На тлі зростаючого дефіциту наземних ділянок з потужними і постійними вітрами офшорна вітроенергетика в Україні стає все більш привабливою з погляду екології, енергетики. Крім того, вона надає можливості для залучення майже безмежного енергетичного ресурсу у вироблення зеленого водню з морської води. Запропоновані унікальні геологічні об'єкти щодо їх географічного розташування, розмірів, а також інженерно-геологічних характеристик практично не мають світових аналогів, що робить Україну найпривабливішою державою по залученню доброзичливих партнерів та інвестиційних глобальних проєктів [3]. Запропоновані ділянки розглядаються як найбільш перспективні для виробництва енергії з вітру. Природно-інженерно-геологічні умови дають підстави вважати, що континентальний шельф з глибиною води в 20 м і відстанню від берега 3–10 км є унікальним за своїми масштабами та найбільш перспективним і рентабельним у світовій практиці. Вежі вітрогенераторів можуть бути встановлені на фундаменти з палів, забитих на глибину до 30 м.

Природні умови в зоні розташування Одеської та Дністровської банок

Фізико-географічне положення. Запропонований геолого-природний об'єкт мілководних піщаних банок розташований у північно-західній частині Чорного моря в морській помірній (північні 44° пн. ш.) кліматичній зоні, для якої характерна відносно м'яка волога зима та спекотне сухе літо. Основними факторами, що зумовлюють формування піщаних банок Чорного моря та узбережжя, є наявність підводних течій, їх напрямок та циркуляція атмосфери, накопичення зважених наносів процесами хвильової седиментації.

Вітри. Залежно від пори року переважають вітри тих чи інших напрямків. Взимку найчастіше відзначаються вітри північно-західного і північно-східного напрямків, сумарна повторюваність яких становить 50 %. Невеликі швидкості вітру спостерігаються взимку і коливаються загалом від 3 до 8 м/с. Весною поряд з вітрами північно-західного і західного напрямків помітний розвиток набувають вітри південь–південно-східного напрямків, на частку яких припадає 30–45 %.

Геологічна будова. Територія запропонованого об'єкта розташована в області занурення південного краю Східноєвропейської платформи в межах Північної Причорноморської западини. У геологічній будові регіону досліджень задіяні породи кристалічного фундаменту і піщано-глинисто-вапняні відклади палеозою, мезозою та кайнозою.

Геоморфологія. З точки зору геоструктури запропонована територія лежить в межах Чорноморського басейну, що характеризується тривалими періодами негативних рухів земної кори. Ця своєрідність тектонічного життя району спричинила формування потрібної потужної товщі осадових порід, переважно піщано-глинистого складу [3].

Сучасний рельєф району сформувався на понтичній поверхні вирівнювання внаслідок коливання рівня моря в четвертинний час в умовах незначного нахилу поверхні Причорноморської низовини, широкого розвитку пухких порід, малостійких до впливу екзогенних процесів. Все це зумовило нинішній вигляд району підводної споруди загалом [3].

Рельєф сучасної поверхні дна ділянки робіт характеризується незначними ухілами на південь та південний захід, про що свідчить положення ізобати -24 м. Одеська банка є продовженням Кінбурнської коси.

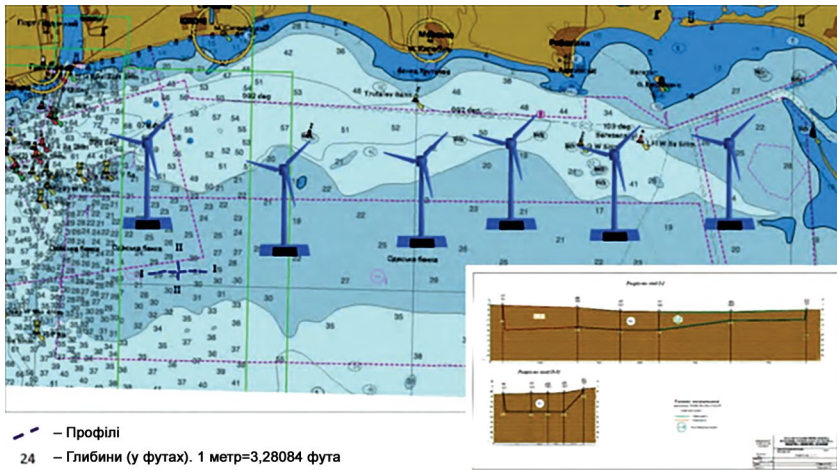


Рис. 4. Проект розташування об'єктів вітрової енергетики на Одеській банці. Геологічний розріз Одеської банки

Проектні схеми розташування вітрових потужностей Одеської та Дністровської банок представлені на рис. 4, 5.

Еколого-енергетичне обґрунтування впровадження відновлюваної енергетики на геологовидобувних техногенних об'єктах Криворізької промислової агломерації (на прикладі Полтавського ГЗКу)

Вперше, використовуючи світовий досвід в Україні, Ferrghro запустила сонячну електростанцію (СЕС) потужністю 5 МВт на відпрацьованих та рекультивованих площах Полтавського ГЗКу. Про це повідомила пресслужба "GMK Center" компанії: "Ми домоглися ринкової окупності проекту без будь-яких "зелених" тарифів з боку держави, що повинно бути прикладом для інших підприємств, які будують об'єкти генерації енергії з відновлювальних джерел"; – ідеться в повідомленні підприємства. Ferrghro для реалізації проекту використала майже 10 тис. сонячних батарей компанії "Jinko Solar" [3].

Нами в рамках науково-технічного обґрунтування пропонується до впровадження система відновлюваної енергетики, облаштування со-

Таблиця 1. Діючі та рекультивовані відвали та хвостосховища Кривбасу

Підприємство	Об'єкт	Площа, га	Відмітка висот низ/верх, м	Висота, м
ПРАТ "Півн. ГЗК"	Першотравневий залізничний відвал	849	+115/+214	99
	Ганнівський залізничний відвал	1035,4	+123/+232	91
	Першотравневий автовідвал	—	—	—
	Хвостосховище	833	+70/+165	95
ПРАТ "Центральний ГЗК"	Упорна призма 1	285,7	/+179,5	95
	Упорна призма 2	128,9	/+155,2	46
	Упорна призма 3	236,3	/+168	60
	Відвал 2 петрівського кар'єру	140	/+180	55
	Відвал 3 артемівського кар'єру	156	—	48
	Відвал Північний петрівського кар'єру	175,9	/+176	71
	Відвал Західний артемівського кар'єру	155,2	/+201,8	53
	Глеюватський Східний борт кар'єру 1	—	—	—
	Хвостосховище	2455	+72,5/+131	58,5
<i>Південний район</i>				
ПРАТ "Півд. ГЗК"	Хвостосховище "Войкове"	347	—	—
ПРАТ "Півд. ГЗК" + АМКР	Хвостосховище "Об'єднане"	675,3	—	—
ПРАТ "Півд. ГЗК"	Відвал лівобережний	—	—	—
	Те ж саме, окислені руди	308	—	—
	Те ж саме, скала	395	—	—
ПРАТ "Півд. ГЗК"	Відвал правобережний, окислені руди	163	—	—
	Відвал "0"	78	—	—
ПРАТ "Півд. ГЗК" + АМКР	Скелюватський	25,1	—	—
	Шимановський	108	—	—

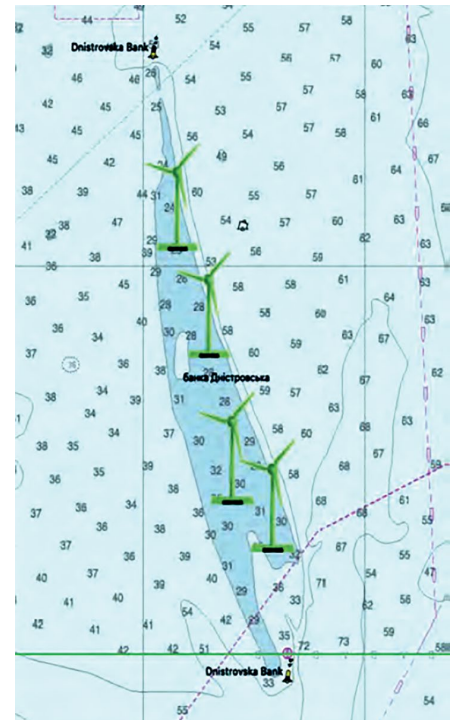


Рис. 5. Проект розташування об'єктів вітрової енергетики на Дністровській банці

нячних та вітрових потужностей на техногенних об'єктах Криворізької агломерації. Враховуючи міжнародний та досвід Полтавського ГЗКу, нами запропоновано еколого-енергетичний комбінований проект [3].

Розглянута до впровадження (табл. 1) можливість розміщення енергетичних пристроїв – сонячних панелей та вітрових установок на території відвалів та хвостосховищ, особливо в зоні

розташування неробочих карт, які не потребують узгоджень з місцевими, а також з екологічними структурами, бо зменшать пилозабруднення довкілля не тільки в межах промислових зон, але і в межах селітебних зон Кривого Рогу [1].

Проведені попередні розрахунки щодо використання можливих (табл. 2) об'ємів енергетичних потужностей дають підстави говорити про енергетично-екологічну доцільність впровадження запропонованого проекту [3].

Розташування сонячних панелей на хвостосховищах Криворізької промислової агломерації (на прикладі Південного і Центрального ГЗКів)

Нижче наведені фотографії хвостосховищ-відстійників для розміщення сонячних панелей СЕС (рис. 6–8).

Перспективні площі розташування вітрових установок на відвалах (на прикладі Південного та Центрального ГЗКів)

Проведені дослідження (включаючи аерокосмічні знімки) дають всі підстави для впровадження потужних вітрових установок на рекультивованих відвалах (рис. 9, 10). Висота відвалів від 50 до 100 м, їхні площі сягають понад 1000 га. У табл. 1 наведені орієнтовні висоти відвалів для встановлення вітрових установок [3].

Впровадження комплексу запропонованих проектів, як показали попередні розрахунки, дає можливість практично забезпечити власними екологічно чистими енергоресурсами потреби промислових підприємств, а також частково житлової інфраструктури.

Висновки

Вперше на основі значного обсягу фундаментально-прикладних досліджень запропонована до впровадження конкурентоспроможна стратегія розвитку відновлюваної енергетики в Україні. На сучасному етапі деградації кліматичних умов планети, що ставить під загрозу існування люд-

ства та планети Земля, проблема відновлюваної енергетики є найактуальнішою в паливно-енергетичній галузі і геології зокрема [5].



Рис. 7. Зона сухих хвостосховищ Інгулецького ГЗКу



Рис. 8. Хвостосховища-відстійники Південного ГЗКу



Рис. 9. Розміщення вітрових енергетичних пристроїв на рекультивованих відвалах Центрального ГЗКу

Таблиця 2. Можливості отримання електроенергії ВЕС

Криворізька агломерація	Загальна середньорічна вихідна фотоелектрична потужність, кВт/м ² у рік	Річне вироблення електроенергії ВЕС, ГВт у рік з однієї турбіни. Тип турбіни: Vestas V162-6.0 MW; висота осі турбіни – 149 м; діаметр ротора – 162 м
Північний ГЗК	1346,5	14,6
Центральний ГЗК	1389,0	15,1
Південний ГЗК	1460,3	15,2
Інгулецький ГЗК	1501,3	14,1



Рис. 6. Панорамний знімок хвостосховищ-відстійників Північного ГЗКу



Рис. 10. Відвали Південного ГЗКу

Важливим завданням, яке ставили перед собою автори, було наукове обґрунтування, розроблення до впровадження стратегії розвитку відновлюваної енергетики на основі широкого спектру власних інноваційних технологій виробництва та пошуків енергетичних, екологічно відновлювальних ресурсів. Впровадження запропонованих проєктів, а також використання унікального комплексу природних джерел, якими володіє Україна, дозволить в стислі терміни вийти у світові лідери з виробництва відновлюваної енергетики та виробництва зеленого водню [3].

Безальтернативне використання унікальних природних комплексів складових елементів відновлюваної енергетики – сонячної та вітрової енергії, використовуючи практичні глобальні можливості площ дзеркал водних об'єктів морських мілководних піщаних банок, природних та техногенних об'єктів, а також майже безмежне використання морських та прісних водних ресурсів, що безповоротно впадають в морські акваторії, в кінцевому рахунку дають змогу заощадити тисячі гектарів цінних сільськогосподарських угідь та витрати на глобальні об'єми відновлюваної енергетичної складової.

Вперше до розгляду пропонується можливість використання діючих техногенних об'єктів Кривбасу – хвостосховищ, особливо сухих пляжів (відстійники), зон рекультивації та значних площ техногенних відвалів під розташування сонячних та вітрових потужностей (вітряки).

Наявність сонячних і вітрових енергоресурсів на заболочених площах, унікальних за інженерно-геологічним складом об'єктів в умовах незначних селітебних зон Овруцького кряжа, робить Україну надпотужним гравцем у змаганні з вироблення та використання відновлюваної та водневої енергетики.

Україна, використовуючи стратегічне партнерство у сфері виробництва критичної сировини, унікальні природні умови, міжнародний досвід розміщення сонячних панелей на мілководді, заболочених масивах, з використанням прісних річкових вод, що впадають у морські акваторії, а також вітрових потужностей геологічних структур суходолу на морських акваторіях – банках, має всі умови створити рідкісні та унікальні за масштабами парки відновлюваної енергетики.

Наведені попередні розрахунки обсягу сонячної енергії, вітрових компонентів і практично необмежені можливості застосування водних ресурсів та техногенно еродованих площ при використанні запропонованих інноваційних технологій дають всі підстави стверджувати, що впровадження наведених розробок гарантує Україні стати найпотужнішим виробником енергетично-відновлювальних джерел XXI ст. для власних потреб та потреб європейських партнерів [7].

ЛІТЕРАТУРА

1. Атлас природных условий и естественных ресурсов Украинской ССР. – Москва: ГУГК, 1978. – 183 с.
2. Багрій І. Д., Гожик П. Ф., Павлюк М. І., Забулонов Ю. Л., Рудько Г. І., Мальчевський І. А., Репкін О. О., Кузьменко С. О. Обґрунтування пошукової технології водневих скупчень та геодинамічних явищ (нафтогазоносні регіони, шахтні поля). – Київ: Фоліант, 2019. – 96 с. ISBN 978-617-7399-21-5
3. Багрій І. Д., Репкін О. О., Забулонов Ю. Л., Вишва С. А., Хрущов Д. П., Паюк С. О., Щуров І. В., Гафіч І. П., Криль Я. М., Русаков О. М., Попов О. О., Ковач В. О., Маслун Н. В., Іванік О. М., Шевчук О. А., Лесків І. В., Руденко Ю. Ф., Семенюк В. Г., Сіра Н. В., Солодкий Є. В., Гришаненко В. П., Дубосарський В. Р., Довбиш Н. С., Мамішев І. С., Ліхван В. М., Кузьменко С. О., Коваль А. М., Стародубець К. М. H₂ – водень екологічне джерело декарбонізації – шлях до енергетичної незалежності України: гол. ред. Багрій І. Д. – Київ: Державне підприємство “Українська Геологічна Компанія”, 2023а. – 68 с.

4. Багрій І. Д., Репкін О. О., Забулонов Ю. Л., Вишва С. В., Хрущов Д. П., Паюк С. О., Щуров І. В., Гафіч І. П., Криль Я. М., Русаков О. М., Попов О. О., Ковач В. О., Маслун Н. В., Іванік О. М., Шевчук О. А., Лесків І. В., Руденко Ю. Ф., Семенюк В. Г., Сіра Н. В., Гришаненко В. П., Солодкий Є. В., Дубосарський В. Р., Довбиш Н. С., Мамішев І. С., Ліхван В. М., Кузьменко С. О., Коваль А. М., Стародубець К. М. H₂ – Водень. Еколого-енергетичні виклики XXI сторіччя. Глобальні проєкти. Шляхи реалізації: гол. ред. Багрій І. Д. – Київ: Державне підприємство “Українська Геологічна Компанія”, 2023б. – 292 с. ISBN 978-966-7896-87-4

5. Багрій І. Д., Репкін О. О., Забулонов Ю. Л., Ємельянов В. О., Криль Я. М., Гафіч І. П., Паюк С. О., Гришаненко В. П., Попов О. О., Ковач В. О., Курило М. М., Поп С. С., Ремезова О. О., Хевпа З. З., Пригаріна Т. М., Мамішев І. С., Дубосарський В. Р., Кузьменко С. О., Ярошовець-Баранова К. А. Стратегія розвитку та впровадження відновлюваної енергетики в Україні. – Київ: Державне підприємство “Українська Геологічна Компанія”, 2024. – 52 с. ISBN 978-966-7896-91-1

6. Відновлювані джерела енергії: за заг. ред. С. О. Кудрі. – Київ: Ін-т відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 392 с. ISBN 978-966-999-077-8

7. Кудря С. О., Резцов В. Ф., Іванченко І. В., Петренко К. В. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України: за ред. С. О. Кудрі. – Київ: Ін-т відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.

8. Маринич О. М. Українське Полісся. Фізико-географічний нарис. – Київ: Рад. шк., 1962. – 164 с.

9. Ремезова О. О. Деякі риси палеогеоморфогенезу області Овруцько-Словчанського кряжу та його облямування у середній та пізній юрі // Житомирщина – Урал в мініатюрі. – Житомир, 1996. – С. 21–30.

10. Тутковський П. А. Словчансько-Овруцький кряж і узбережжя ріки Славечни. Геологічний і геоморфологічний опис. – Київ: Вид-во УАН, 1923. – 59 с.

REFERENCES

1. Atlas of natural conditions and natural resources of Ukrainian SSR. – Moscow: GUGK, 1978. – 183 p. (In Russian)
2. Bahriy I. D., Hozhyk P. F., Pavliuk M. I., Zabolonov Yu. L., Rudko H. I., Malchevskiy I. A., Riepin O. O., Kuzmenko S. O. Justification of the search technology for hydrogen accumulations and Geodynamic phenomena (oil and gas-bearing regions, mine fields). – Kyiv: Foliant, 2019. – 96 p. ISBN 978-617-7399-21-5 (In Ukrainian)
3. Bahriy I. D., Riepin O. O., Zabolonov Yu. L., Vyzhva S. V., Khrushchev D. P., Paiuk S. O., Shchurov I. V., Gafich I. P., Kryl Ja. M., Rusakov O. M., Popov O. O., Kovach V. O., Maslun N. V., Ivanik O. M., Shevchuk O. A., Leskiv I. V., Rudenko Yu. F., Semeniuk V. G., Sira N. V., Hryshanenko V. P., Solodkyi Ye. B., Dubosarskiy V. R., Dovbysh N. S., Matyshev I. E., Likhvan V. M., Kuzmenko S. O., Koval A. M., Starodubets K. M. H₂ – Hydrogen ecological source of decarbonization – the path to energy independence of Ukraine. (Editor-in-Chief I. D. Bahriy). – Kyiv: Derzhavne Pidpryyemstvo “Ukrayins’ka Neolohichna Kompaniya”, 2023a. – 68 p. (In Ukrainian)
4. Bahriy I. D., Riepin O. O., Zabolonov Yu. L., Vyzhva S. V., Khrushchev D. P., Paiuk S. O., Shchurov I. V., Gafich I. P., Kryl Ja. M., Rusakov O. M., Popov O. O., Kovach V. O., Maslun N. V., Ivanik O. M., Shevchuk O. A., Leskiv I. V., Rudenko Yu. F., Semeniuk V. G., Sira N. V., Hryshanenko V. P., Solodkyi Ye. B., Dubosarskiy V. R., Dovbysh N. S., Matyshev I. E., Likhvan V. M., Kuzmenko S. O., Koval A. M., Starodubets K. M. H₂ – Hydrogen. Environmental and energy challenges XXI century global projects. Ways of implementation. (Editor-in-Chief I. D. Bahriy). – Kyiv: Derzhavne Pidpryyemstvo “Ukrayins’ka Neolohichna Kompaniya”, 2023b. – 292 p. ISBN 978-966-7896-87-4 (In Ukrainian)
5. Bahriy I. D., Riepin O. O., Zabolonov Yu. L., Yemelyanov V. O., Kryl Ja. M., Gafich I. P., Paiuk S. O., Hryshanenko V. P., Popov O. O., Kovach V. O., Kurylo M. M., Pop S. S., Remezova O. O., Hevpa Z. Z., Pryharina T. M., Matyshev I. E., Dubosarskiy V. R., Kuzmenko S. O., Yaroshovets-Baranova K. A. Strategy for the development and implementation of renewable energy in Ukraine. – Kyiv: DP “UGK”, 2024. – 52 p. ISBN 978-966-7896-91-1 (In Ukrainian)
6. Vidnovliuvani dzerela enerhii: za zah. red. S. O. Kudri. – Kyiv: Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NANU, 2020. – 392 s. ISBN 978-966-999-077-8 (In Ukrainian)

7. Kudria S. O., Rieztsov V. F., Ivanchenko I. V., Petrenko K. V. Atlas enerhetychnoho potentsialu vidnovliuvanykh dzherel enerhii Ukrainy: za red. S. O. Kudri. – Kyiv: Instytut vidnovliuvanoi enerhetyky NAN Ukrainy, 2020. – 82 s. (In Ukrainian).

8. Marynych O. M. Ukrainian Polissya. Physical and geographical es-say. – Kyiv: Radianska Shkola, 1962. – 164 p. (In Ukrainian).

9. Remezova O. O. Deiaiki rysy paleoheomorfohenezu oblasti Ovrutsko-Slovechanskoho kriazha ta yoho obliamuvannia u serednii ta piznii

yuri // Zhytomyrshchyna – Ural v miniatiuri. – Zhytomyr, 1996. – S. 21-30. (In Ukrainian).

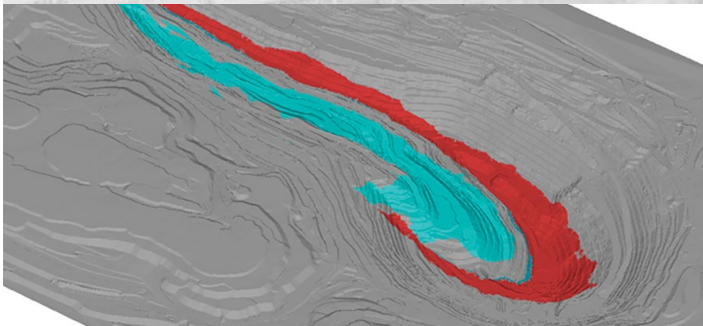
10. Tutkovsky P. A. Slovechansko-Ovruchsky ridge and the coast of the Slavechna River. Geological and geomorphological description. – Kyiv: UAS Publishing House, 1923. – 59 p. (In Ukrainian).

Рукопис отримано 5.08.2024.



FERREXPO is Ukraine's largest iron pellet producer, and is among the top ten global suppliers of seaborne pellets. The Group's assets are located in Poltava region, Central Ukraine and the operating center of the Group is in Horishni Plavni, the town with population of 55,000. This is the focus for investments and innovations, job creation, local community support programs, and youth development.

The Group produces high-quality iron ore pellets that not only improve performance of blast furnaces in steel mills, but also reduce carbon emissions. Ferrexpo is one of a limited number of companies with high occupational health and safety standards and the innovation of the latest technologies, starting from automatic geological survey data collection to unmanned drilling rigs, dump trucks and excavators.



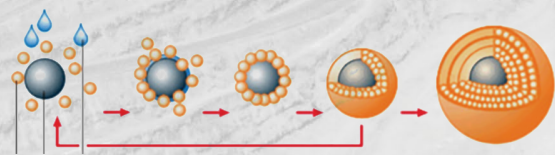
The deposits are hosted in the Kryvyi Rih Group from which the 'Saksagan' succession hosts all the economic important iron ore deposits known to this date. The resource potential of the area is very large but it is hard to estimate correctly because some ores are marginally economic. When overall raw BIF is concerned, it is cumulatively credited to contain over 19 bt of non-JORC compliant resources grading 25%-30% iron total, from which 11 bt are estimated non-JORC compliant reserves (at 36% total iron), split in over a dozen of licenses.

JORC-compliant resources of the GROUP amount to 5.7 bt from which 1.6 bt are JORC-compliant reserves

Through investment of over US\$3.0 billion in the Group's production base and logistics network, the Group has steadily increased production of higher-grade pellets (65%+ Fe) over time. Since 2020, Ferrexpo increased commercial sales of its products – **higher grade iron ore pellets grading 67% Fe, and high-grade commercial concentrate, also grading 67% Fe.**

Through developing higher grade iron ore product offering, the Group has added resilience to its business model, enabling it to sell its iron ore production to premium steelmakers around the world. Higher grade iron ores also have a reduced carbon footprint. Group's products are among the most cost competitive globally.

PIVOTING TO HIGH GRADE PRODUCTION



Ferrexpo is also one of the largest consumers of goods and services, and a major employer. As a result, the Group generates 0.55% of GDP in other sectors, which is an indirect and induced contribution and part of its total contribution. Activities of Ferrexpo are crucial for Poltava region welfare because the Group provides a total of 20.2% of the gross regional product (GRP) of the region. As Ferrexpo business develops, the Group is becoming increasingly important for the Ukrainian economy. Since 2007 Ferrexpo's contribution to gross domestic product of Ukraine has tripled to 1.3%. The Group ensures better conditions and high social standards.



LEADING GLOBAL PLAYER



SUPPORTING UKRAINE: Following Russian invasion, 12 mln Ukrainians left their homes. Of them, 3.5 mln persons became internally displaced. **Ferrexpo** is a responsible business, therefore, it is aware of its role in supporting Ukrainians in these difficult times. At the end of June 2024, 693 of our colleagues were defending our country. Tragically, 39 of them joined the Heavenly Hundred since the start of invasion. We honour the memory of each of them. The company provides direct support to their families as well as to communities and defense forces of Ukraine and will continue to do so until our common victory over the cannibalistic enemy.