

Моделі фінансування проектів відновлювальної енергетики: міжнародний досвід та рекомендації для України

*Кишакевич Богдан Юрійович¹, Настьошин Степан Євгенович²,
Війчук Олександр Тарасович³, Котик Ярослав Ігорович⁴*

Опубліковано	Секція	УДК
08.07.2024	Соціальні та поведінкові науки	330.3

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12684686>

Ліцензовано за умовами Creative Commons BY 4.0 International license

Анотація. У статті розглядаються сучасні підходи до фінансування проектів у галузі відновлювальної енергетики, які застосовуються в Україні та світі, з особливим фокусом на виклики, що пов'язані з воєнним станом в Україні. Проаналізовано різноманітні фінансові стратегії, включаючи міжнародні гранти, публічно-приватні партнерства, випуск зелених облігацій та угоди на закупівлю енергії. Особливу увагу приділено використанню децентралізованих автономних генеруючих систем, які можуть забезпечити енергетичну безпеку та незалежність країни в умовах війни. Автономні системи підвищують стійкість, надійність та автономність української енергосистеми, що є особливо важливим в умовах високих ризиків для центральної інфраструктури. Адаптація міжнародних фінансових моделей може значно покращити привабливість сектору відновлювальної енергетики в Україні та повернути нові інвестиції. Публічно-приватні партнерства та інші види співпраці між державою та приватним сектором допомагають знижувати інвестиційні ризики, забезпечуючи стабільне фінансування.

Ключові слова: відновлювальні джерела енергії, відновлювальна енергетика, Power Purchase Agreement, ЄС, інвестиційні ризики, фінансування відновлювальної енергетики, децентралізована автономна генерація, ESCO.

¹ доктор економічних наук, професор, професор, кафедра зовнішньоекономічної та митної діяльності, НУ «Львівська політехніка», ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5721-8543>

² аспірант, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6259-7357>

³ аспірант, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4339-7900>

⁴ аспірант, Дрогобицький державний педагогічний університет імені Івана Франка, ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6629-0547>

Financing models of renewable energy projects: international experience and recommendations for Ukraine

Annotation. The article examines modern approaches to financing renewable energy projects used in Ukraine and the world, with a special focus on the challenges associated with the military situation in Ukraine. Various financing strategies are analyzed, including international grants, public-private partnerships, green bonds, and power purchase deals. Particular attention is paid to the use of decentralized autonomous generating systems capable of ensuring energy security and independence of the country in war conditions. By the end of the heating season in 2023, due to military actions by the Russian Federation, Ukraine's energy system temporarily lost 75% of wind and more than 20% of solar generation. Combat operations and the constant threat of damage to the energy infrastructure in Ukraine complicate the implementation and operation of renewable energy projects. Economic instability and legislative changes, particularly regarding green tariffs and subsidies, may affect the attractiveness and completion of existing long-term PPAs. Ensuring a reliable connection to the grid and managing the generated energy can be difficult due to infrastructure damage. Autonomous systems increase the stability, reliability and autonomy of the Ukrainian energy system, which is especially important in conditions of high risks for the central infrastructure. Adaptation of international financial models can significantly improve the attractiveness of the renewable energy sector in Ukraine and attract new investment. Public-private partnerships and other public-private collaborations help reduce investment risk while providing stable financing. For the financing of DAG, the main part of which is renewable energy, financing through a third investor (Third-Party Financing) is often used in international practice, which consists in implementing the model of an installer company or energy service companies (ESCO). During a war, the infrastructure of the centralized power system can be attacked, resulting in large-scale power outages. A distributed generation system reduces the risk of such outages, as damage to one plant will not cause the entire grid to collapse.

Keywords: renewable energy sources, renewable energy, Power Purchase Agreement, EU, investment risks, renewable energy financing, decentralized autonomous generation, ESCO.

Вступ

В останні десятиліття відновлювальні джерела енергії, такі як сонячна, вітрова та гідроенергія, стають все більш популярними у світі. Зростання інвестицій у цю сферу пов'язане з необхідністю зменшення викидів парникових газів та боротьби зі зміною клімату. Для України, яка є значною мірою залежною від імпорту енергоресурсів, розвиток відновлювальної енергетики є стратегічним напрямком для підвищення енергетичної незалежності. Зменшення залежності від імпорту викопних палив може значно підвищити стабільність енергопостачання в країні. Військова агресія росії вплинула на економіку України, зменшивши доступ до традиційних джерел фінансування. Вивчення міжнародного досвіду та адаптація ефективних моделей фінансування відновлювальної енергетики можуть стати основою для залучення нових інвестицій, необхідних для відбудови та розвитку енергетичної інфраструктури.

Відновлювальна енергетика відіграє ключову роль у забезпеченні сталого розвитку та досягненні екологічних стандартів. Вивчення моделей фінансування сприятиме розробці стійких бізнес-моделей, які підтримують екологічно чисте виробництво енергії. Війна завдала значної шкоди економіці України. Відновлювальна енергетика може стати двигуном економічного зростання, створюючи нові робочі місця та стимулюючи розвиток національної економіки. Моделі фінансування, адаптовані до українських умов, допоможуть ефективно реалізувати ці проекти.

Аналіз останніх досліджень і публікацій Проблема аналізу моделей фінансування проектів відновлювальної енергетики присвячено чимало наукових публікацій, серед яких у першу чергу слід згадати роботи І. Гернего, М. Диби, Т. Шкоди [1], К. Мохаммед, М. Усмана, П. Ахмада [2], Х. Нгуєна, Ф. Нгуєна, В. Нго [3], Б. Кишакевича [4] та інших.

У роботі [1] потенціал венчурного фінансування в Україні аналізується в контексті стійких трансформацій у процесі післявоєнної відбудови та відзначається, що венчурні фонди та міжнародні організації є важливими суб'єктами для забезпечення сталого фінансування на мікро- та макрорівні. Венчурний капітал спеціалізованих корпорацій та інвестиційних банків, як правило, надають фінансову та консультативну підтримку на етапі модернізації процесу післявоєнної відбудови.

У дослідженні [2] проаналізовано, як ринки відновлюваної енергетики відреагували на російську агресію в Україні в 2022 році і порівняли отримані ефекти із ринками традиційних джерел енергії. У роботі наголошується, що відновлювана енергетика виявилася більш актуальною під час і після російського вторгнення в Україну, враховуючи її властивість служити інструментам диверсифікації та хеджування. Використовуючи вдосконалену методологію DiD, дослідження [3] показало, що країни, які сильно залежать від імпорту нафти, мали значне збільшення прибутку від енергетичних запасів, що свідчить про відсутність серйозних проблем з енергетичною безпекою в країнах, що запровадили санкції. Крім того, компанії, що займаються відновлюваною енергетикою, зазнали більшого зростання доходів, ніж аналоги, що займаються невідновлюваною енергетикою, що вказує на потенційний зсув у бік відновлюваної енергетики під час геополітичної напруги. Ці висновки проливають світло на заплутаний зв'язок між геополітичними подіями, ринковими тенденціями та політикою енергетичної безпеки. Незважаючи на наявність значної кількості публікацій, присвячених цій проблематиці, врахуванню військового стану в Україні при розробленні проектів фінансування відновлювальної енергетики присвячено недостатньо уваги.

Мета статті – аналіз сучасних моделей фінансування проектів відновлювальної енергетики та вивчення можливості їх адаптації в Україні в умовах військового стану.

Результати

Без сумніву головною перешкодою для розвитку та трансформації енергетичного сектору України є військова агресія росії та її наслідки. Тим не менш, військові дії підкреслили важливість розвитку децентралізованої автономної генерації як ключового напрямку в енергетиці. З часу початку повномасштабного вторгнення Україна змогла запустити нові генеруючі потужності з використанням відновлюваних джерел енергії завдяки приватним інвесторам, зокрема вітрові станції на 157 МВт, сонячні станції на 56 МВт, та біоенергетичні установки на 23 МВт [6]. Проте, враховуючи встановлені цілі, ріст генерації з використанням відновлюваних джерел енергії є повільним. Інвестиції стримуються як системними проблемами, так і відсутністю умов для швидкого та масового розвитку виробництва та споживання енергії з цих джерел.

У 2023 році відновлювані джерела енергії зайняли провідну позицію в електроенергетиці ЄС, становивши 44,7% від усього обсягу виробленої електроенергії (рис. 1).

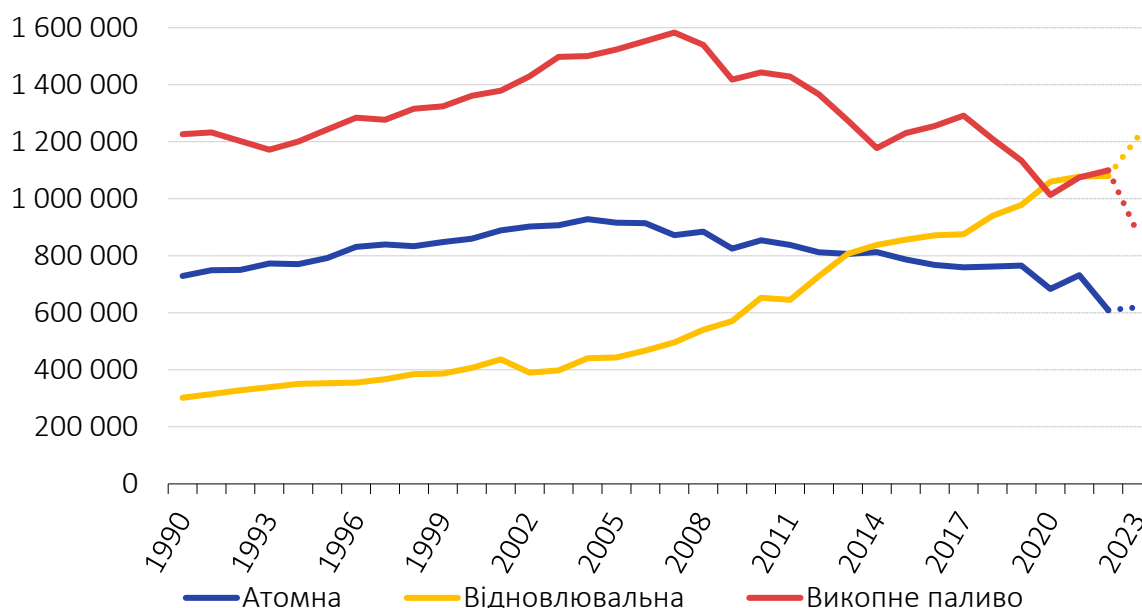


Рис. 1. Виробництво електроенергії в ЄС, ГВт*год [7]

Відновлювані джерела енергії згенерували 1,21 мільйона гігават-годин (ГВт-год), що на 12,4% більше, ніж у попередньому році. Водночас, обсяги виробництва електроенергії з викопних видів палива знизилися на 19,7% відносно минулого року, склавши 0,88 млн ГВт-год, або 32,5% від загального обсягу виробництва. Атомна енергетика виробила 0,62 мільйона ГВт-год, що становить 22,8% від загального обсягу енерговиробництва в ЄС, зазначивши невелике збільшення виробництва на 1,2% у 2023 році (таблиця 1).

Таблиця 1

Виробництво, торгівля та постачання відновлюваних джерел енергії в ЄС

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Деревне вугілля [кТ]						
Внутрішнє виробництво	119	122	122	120	115	136
Чистий імпорт	557	490	450	414	368	360
Зміна запасів	0	0	-3	-3	-2	0
Внутрішнє споживання	676	609	569	539	481	496
Рідкі біопалива [кТ]						
Внутрішнє виробництво, 10 ³	17	18	18	18	18	18
Чистий імпорт	2 082	2 069	2 429	2 014	1 115	3 283
Зміна запасів	312	-97	60	455	245	-3 228
Внутрішнє споживання, 10 ³	20	20	20	21	19	22
Первинні тверді біопалива [ТДж]						
Внутрішнє виробництво, 10 ³	3 919	3 973	3 905	4 222	4 104	3 988
Чистий імпорт, 10 ³	105	96	128	144	140	83
Зміна запасів	9 558	-6 299	10 418	10 062	-7 139	-1 350
Внутрішнє споживання, 10 ³	4 014	4 067	4 025	4 376	4 237	4 057

	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Відходи [ТДж]						
Внутрішнє виробництво, 10 ³	934	951	965	943	953	955
Чистий імпорт, 10³	36	38	39	38	41	42
Зміна запасів	-307	24	-309	236	-563	-85
Внутрішнє споживання, 10 ³	971	987	1 004	982	994	998

Джерело: [7]

Існує кілька моделей фінансування проектів відновлювальної енергетики, які використовуються у світовій практиці залежно від специфіки проекту, юридичних та фінансових умов:

Проектне фінансування (Project Finance). Це поширений метод, коли фінансування забезпечується за рахунок грошових потоків, які генерує сам проект, при цьому високий рівень ризику розподіляється між учасниками проекту. Він часто використовується для великих проектів, таких як вітрові або сонячні електростанції.

Фінансування через акціонерний капітал (Equity Financing) полягає у залученні коштів шляхом випуску акцій. Інвестори стають акціонерами компанії та мають право на частку в прибутках. Використовується як для стартапів, так і для розширення існуючих проектів.

Боргове фінансування (Debt Financing) - отримання кредитів або випуск облігацій для фінансування проекту. Зазвичай потребує надання застави або гарантій. Підходить для проектів з передбачуваними грошовими потоками.

Публічно-приватне партнерство (Public-Private Partnership, PPP) - співпраця між урядом та приватним сектором для реалізації великих проектів. Держава надає часткове фінансування або гарантії. Модель особливо популярна для розвитку інфраструктури.

Фінансування через випуск зелених облігацій (Green Bonds) полягає у випуску облігацій, спеціально призначених для фінансування екологічно чистих проектів. Залучає інвесторів, які зацікавлені в екологічно сталих інвестиціях. Забезпечує доступ до міжнародних фінансових ринків.

Модель Power Purchase Agreement (PPA) - довгостроковий контракт на купівлю-продаж електроенергії між виробником та покупцем. Забезпечує стабільний дохід для проекту. Знижує ризики для інвесторів і полегшує отримання фінансування.

Лізинг обладнання (Equipment Leasing) - фінансування через оренду необхідного обладнання. Дозволяє уникнути великих початкових витрат. Підходить для проектів з високими капітальними витратами.

Краудфандинг (Crowdfunding) - залучення коштів від великої кількості приватних інвесторів через спеціалізовані онлайн-платформи. Особливо популярний для невеликих проектів та інновацій. Дозволяє залучити громадськість і підвищити обізнаність про проект.

Ці моделі можуть комбінуватися залежно від потреб проекту та ринку. Вибір оптимальної моделі фінансування залежить від багатьох факторів, включаючи розмір проекту, ризики, юридичні обмеження та доступ до фінансових ресурсів.

Модель Power Purchase Agreement (PPA), або договір купівлі-продажу електроенергії, є ключовим фінансовим інструментом, який використовується у галузі відновлювальної енергетики. Ця модель забезпечує довгострокову стабільність для обох сторін — виробників та споживачів електроенергії. Зазвичай PPA укладаються на тривалий термін, часто від 10 до 25 років, що надає виробникам відновлюваної енергії впевненість у майбутньому доході. PPA зазвичай встановлює фіксовану ціну за кіловат-годину (кВт·год), яку споживач зобов'язується платити за електроенергію, вироблену з відновлюваних джерел. Це дозволяє обом сторонам краще планувати свої фінанси і

уникати ризику зміни цін на енергію, виробники при цьому отримують гарантію, що всю вироблену електроенергію куплять за умовами договору, що значно знижує ризик непроданих обсягів. Наявність РРА допомагає виробникам залучити фінансування на початковому етапі проекту, оскільки це свідчить про стабільні майбутні доходи та зменшення інвестиційних ризиків. РРА сприяє розширенню частки відновлювальної енергії у загальному енергетичному балансі, що є ключовим елементом у боротьбі зі зміною клімату.

РРА активно використовуються у США, Європі та інших регіонах, де уряди та приватний сектор зосереджені на збільшенні виробництва енергії з відновлюваних джерел. Такі договори зазвичай укладають великі корпорації, які прагнуть зменшити свій вуглецевий слід, а також урядові агентства, що підтримують розвиток "зеленої" енергетики. Використання РРА надає чіткість і передбачуваність, необхідні для успішного розвитку і функціонування проектів відновлювальної енергетики.

У таблиці 2 подано прикладами фінансування проектів відновлювальної енергетики в Україні за всіма 8 перерахованими вище варіантами фінансування.

Таблиця 2

Прикладами використання різних моделей фінансування проектів відновлювальної енергетики в Україні

Модель фінансування	Приклад проекту	Опис
Проектне фінансування (Project Finance)	Приморська ВЕС (DTEK Renewables)	Вітрова електростанція потужністю 200 МВт, фінансування ЄБРР і FMO.
Фінансування через акціонерний капітал (Equity Financing)	Гудзівка-Солар (UDP Renewables)	Сонячна електростанція потужністю 24 МВт, інвестор Acciona Energy.
Фінансування через борг (Debt Financing)	СЕС Нікополь (TIU Canada)	Сонячна електростанція потужністю 10.5 МВт, кредит від ЄБРР.
Публічно-приватне партнерство (PPP)	Львівський завод з виробництва сонячних панелей (Rentechno)	Співпраця з державними органами для розвитку виробництва сонячних панелей.
Зелені облігації (Green Bonds)	Миколаївська ВЕС (NBT)	Випуск зелених облігацій для фінансування будівництва вітрової електростанції.
Модель Power Purchase Agreement (PPA)	Орловська ВЕС (EuroCape)	Вітрова електростанція потужністю 500 МВт, РРА з українським державним підприємством.
Лізинг обладнання (Equipment Leasing)	СЕС Рибальська (SolarGaps)	Використання лізингових схем для придбання сонячних панелей.
Міжнародні гранти та програми підтримки	СЕС Василівка (EnergoPark Yavoriv)	Грант від USAID для будівництва сонячної електростанції.

Бойові дії та постійна загроза пошкоджень енергетичної інфраструктури в Україні ускладнюють реалізацію та експлуатацію проектів відновлюваної енергетики. Економічна нестабільність і зміни в законодавстві, особливо щодо "зелених" тарифів і субсидій, можуть вплинути на привабливість і завершення існуючих довгострокових договорів РРА. Забезпечення надійного підключення до мережі та управління виробленою енергією може бути ускладнене через пошкодження інфраструктури.

До кінця опалювального сезону 2023 року через військові дії з боку РФ енергосистема України тимчасово втратила 75% вітрової та понад 20% сонячної

генерації. Лише у червні 2022 року НЕК «Укренерго» почала здійснювати розрахунки з виробниками відновлювальної енергії, розташованими за межами окупованих територій, які продовжують виробляти електроенергію в Україні. Однак середній рівень цих виплат становить лише 21% від загальної потреби у фінансуванні. Крім уже згаданих фінансових труднощів, національний сектор вітроенергетики в Україні також зіткнувся з проблемами завершення будівництва деяких вітрових станцій у встановлені терміни. За даними Української Вітроенергетичної Асоціації, у 2022 році мала бути запущена в експлуатацію нова вітроенергетична потужність 800 МВт [8]. Ці проекти були забезпечені всіма необхідними дозволами для підключення до енергомереж, укладені були договори на продаж електроенергії за «зеленим» тарифом, а також договори на постачання обладнання з виробниками, деякі з яких навіть встигли доставити вітротурбіни на майданчики ВЕС. Однак, через початок масштабних бойових дій і окупацію частини територій України, будівництво вітроелектростанцій було зупинено.

Указом Кабінету Міністрів України від 21 квітня 2023 року № 373-р було затверджено нову Енергетичну стратегію України, яка діятиме до 2050 року. Оскільки документ знаходиться під обмеженням через воєнний стан, детальна інформація про нього не доступна. Проте, відомо, що серед ключових стратегічних напрямків є перетворення України на енергетичний хаб Європи. Для досягнення цієї мети передбачається значне збільшення потужностей відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) до 2050 року. Плани включають наступні розширення: вітрову генерацію до 140 ГВт з інвестиціями, що можуть скласти до \$134 млрд; сонячну генерацію — до 94 ГВт (\$62 млрд); енергію, що накопичується, — до 38 ГВт (\$25 млрд); атомну генерацію — до 30 ГВт (\$80 млрд); теплоелектроцентралі та біоенергетичні потужності — до 18 ГВт; а гідрогенерацію — до 9 ГВт (\$4,5 млрд) [5].

Враховуючи наведені вище факти та цілу низку специфічних викликів та потреб, які переживає вітчизняна економіка, нами пропонується набір оптимальних моделей фінансування відновлювальної енергетики в Україні (див. табл. 3).

Таблиця 3

Рекомендовані моделі фінансування проектів відновлювальної енергетики в умовах військового стану в Україні

Модель фінансування	Переваги
Міжнародні гранти та донорська підтримка	Підтримка в умовах кризи: Україна потребує стабілізації енергетичної системи, яка пошкоджена війною. Міжнародні гранти можуть допомогти у відновленні інфраструктури без збільшення державного боргу. Енергетична безпека: Гранти допомагають забезпечити енергетичну незалежність від Росії, що є критично важливим для національної безпеки.
Публічно-приватне партнерство (PPP)	Прискорення відновлення: Приватний сектор може швидко мобілізувати ресурси та технології, необхідні для відновлення пошкодженої енергетичної інфраструктури. Розподіл ризиків: Умови воєнного часу збільшують ризики, тому PPP дозволяє ефективно їх розподілити між державою та приватними інвесторами.
Зелені облігації	Залучення капіталу: Випуск зелених облігацій може привабити глобальні інвестиції у сталий розвиток, забезпечуючи фінансування проектів, які відповідають міжнародним екологічним стандартам.

	Підвищення міжнародного іміджу: Україна може демонструвати свої зусилля у галузі екології та сталого розвитку, підвищуючи свій імідж на міжнародній арені.
Багатосторонні кредитні установи	Стабільність та довіра: Кредити від міжнародних банків, які мають досвід роботи в кризових регіонах, можуть забезпечити не тільки фінанси, але й довіру до проектів на міжнародному рівні. Фінансування великих проектів: Ці установи можуть надавати значні суми для масштабних проектів, які перевищують можливості національних фінансових ресурсів.
Проектне фінансування	Фокус на доходах від проекту: Таке фінансування зосереджене на внутрішньому потенціалі проектів генерувати прибуток, зменшуючи тим самим тягар на державний бюджет. Залучення інвесторів зацікавлених у довгостроковій віддачі: Проектне фінансування може привернути інвесторів, готових інвестувати у проекти з високими довгостроковими вигодами, особливо в області відновлювальної енергетики.

Такі моделі фінансування дозволяють Україні не тільки відновити та підтримувати свою енергетичну інфраструктуру, але й сприяти сталому розвитку в умовах триваючого конфлікту. Важливою передумовою забезпечення енергетичної безпеки України сьогодні є побудова децентралізована автономної генерації (ДАГ), яка набуває популярності у багатьох країнах світу. У США активно розвиваються мікромережі, особливо у таких штатах, як Каліфорнія та Нью-Йорк. Наприклад, Нью-Йорк інвестував значні кошти в проекти мікромереж після урагану Сенді, який спричинив масштабні відключення електроенергії. Каліфорнія є лідером у використанні сонячної енергії, де багато домогосподарств та підприємств встановлюють сонячні панелі та акумуляторні системи для автономного енергозабезпечення. Німеччина активно впроваджує стратегію *Energiewende*, яка передбачає перехід до відновлюваних джерел енергії. В країні встановлено безліч децентралізованих сонячних та вітрових електростанцій, а також систем зберігання енергії для забезпечення стабільного електропостачання. Багато сільських громад у Німеччині, як, наприклад, Вільдпольдсрід (*Wildpoldsried*), досягли енергетичної незалежності за рахунок використання місцевих відновлюваних ресурсів, таких як біогаз, сонячна та вітрова енергія. Данія є світовим лідером у використанні вітрових турбін. Країна має великий досвід інтеграції вітрової енергії у свою енергосистему, а також розробки та впровадження децентралізованих систем генерації електроенергії. Австралія має один з найвищих рівнів встановлення сонячних панелей на дахах домівок. Домогосподарства активно використовують сонячну енергію та системи зберігання енергії для зменшення залежності від централізованої мережі. Австралія також впроваджує проекти мікромереж у віддалених та сільських районах, де централізоване електропостачання є складним та дорого вартісним. Після аварії на АЕС Фукусіма в 2011 році Японія значно збільшила інвестиції у відновлювані джерела енергії та децентралізовані генераційні системи. В країні активно впроваджуються сонячні та вітрові електростанції, а також технології зберігання енергії. Ці приклади показують, що децентралізована автономна генерація може значно підвищити надійність, стійкість та ефективність енергосистем, а також сприяти енергетичній незалежності та сталому розвитку.

Останнім часом все частіше піднімають питання про перехід України до децентралізованої автономної генерації (ДАГ), яка полягає в розподілі виробництва електроенергії на малі генераційні установки, які розміщені поблизу споживачів і функціонують автономно або частково автономно від центральної енергетичної

системи. Це протиставляється централізованій генерації, де великі електростанції постачають електроенергію на великі відстані через розгалужену мережу.

Децентралізована автономна генерація зменшує втрати електроенергії при передачі через лінії електропередач, що підвищує загальну ефективність системи. Оскільки генерація розподілена, збій в одному вузлі не призводить до широкомасштабних відключень. Це робить систему менш вразливою до аварій та стихійних лих. Малі генераційні установки легше адаптувати до змін попиту та інтегрувати з новими технологіями, такими як відновлювані джерела енергії (сонячні панелі, вітряки тощо). ДАГ сприяє інтеграції відновлюваних джерел енергії, які часто мають місцевий характер (сонячна енергія, вітер, біомаса), що дозволяє зменшити залежність від викопного палива та знизити викиди парникових газів. ДАГ дає можливість громадам, підприємствам та навіть окремим домогосподарствам бути менш залежними від центральної енергетичної системи та мати резервні джерела електроенергії. Загалом, децентралізована автономна генерація сприяє створенню більш стійкої, надійної та ефективної енергетичної системи, що може швидше реагувати на зміни в попиті та інтегрувати інноваційні технології.

Побудова децентралізованої автономної генерації (ДАГ) має особливе значення для України під час військового стану через кілька ключових причин:

Підвищена надійність та стійкість енергосистеми: Під час війни інфраструктура централізованої енергосистеми може бути піддана атакам, що призводить до масштабних відключень електроенергії. Розподілена система генерації зменшує ризик таких відключень, оскільки пошкодження однієї установки не призведе до колапсу всієї мережі.

Швидка відновлюваність: Малі генераційні установки легше та швидше відновити після пошкоджень, порівняно з великими централізованими електростанціями. Це дозволяє швидше відновити електропостачання в критичних регіонах.

Забезпечення електропостачання в критичних зонах: Автономні генераційні установки можуть бути розміщені поблизу важливих об'єктів, таких як лікарні, військові об'єкти, водопостачальні станції та інші критичні інфраструктури, забезпечуючи їх безперебійне функціонування навіть у випадку пошкодження основної мережі.

Енергетична незалежність та гнучкість: ДАГ дозволяє громадам, підприємствам та окремим домогосподарствам бути менш залежними від центральної мережі, що є важливим у випадку її пошкодження або перевантаження. Це забезпечує гнучкість та можливість самостійного виробництва електроенергії.

Інтеграція відновлюваних джерел енергії: Використання місцевих відновлюваних джерел енергії (сонячних панелей, вітряків тощо) дозволяє зменшити залежність від імпортованих енергоносіїв, що є особливо важливим під час війни, коли логістичні ланцюги можуть бути порушені.

Зменшення вразливості до кібератак: Централізовані енергосистеми часто є цілями кібератак. Децентралізована система складніша для атак, оскільки включає багато незалежних вузлів, кожен з яких повинен бути атакований окремо.

Забезпечення економічної стабільності: Можливість самостійного виробництва електроенергії дозволяє зменшити витрати на енергопостачання, що є критичним для економічної стабільності підприємств та домогосподарств у воєнний час.

Крім згаданих вище моделей для фінансування ДАГ, основну якої становить відновлювальна енергетика у міжнародній практиці часто використовують фінансування через третього інвестора (Third-Party Financing), яке полягає у реалізації моделі компанії-інсталятора або енергетичних сервісних компаній (ESCO).

Модель компанії-інсталятора полягає у тому, що третя сторона фінансує установку генераційних систем та забезпечує їх обслуговування. Споживач сплачує за використану

електроенергію за узгодженою ціною. Така модель дозволяє уникнути значних початкових витрат для споживача. ESCO інвестує в енергоефективні проекти та децентралізовані генераційні установки, отримуючи прибуток від зекономлених коштів на енергії. Це може включати як генераційні установки, так і заходи з підвищення енергоефективності.

Висновки

У статті проаналізовано сучасні моделі фінансування проектів відновлювальної енергетики, які використовують у світовій практиці та в Україні, акцентуючи увагу на необхідності врахування обмежень та викликів військового стану в Україні. Зроблено детальний огляд різних фінансових стратегій, таких як міжнародні гранти, публічно-приватні партнерства, зелені облігації, і моделі Power Purchase Agreement. Важливим завданням сьогодні стає використання децентралізованої автономної генерації, що сприятиме енергетичній безпеці та незалежності України під час війни. Показано, що ДАГ сприяє підвищенню стійкості, надійності та автономності енергосистеми України, що є критично важливим у військовий час, коли центральна інфраструктура може бути піддана значним ризикам та пошкодженням. Вивчення та адаптація міжнародних фінансових моделей можуть значно підвищити привабливість відновлювальної енергетики в Україні, сприяючи залученню нових інвестицій. Публічно-приватні партнерства та інші форми кооперації знижують ризики для інвесторів та держави, забезпечуючи стабільне та надійне фінансування.

В умовах військового стану та економічних викликів, з якими сьогодні стикається Україна, особливо актуальними є такі моделі фінансування проектів в сфері відновлювальної енергетики як міжнародні гранти та донорська підтримка, публічно-приватні партнерства (PPP), зелені облігації та багатосторонні кредитні угоди.

Список використаних джерел

1. Gernego I., Dyba M. I., Shkoda T., Dyba M. V. Venture Financing as Support for the Sustainable Model of Post-War Rebuilding in Ukraine. *European Journal of Sustainable Development*, 2023. Vol. 12(2). 1. <https://doi.org/10.14207/ejsd.2023.v12n2p1>
2. Mohammed K.S., Usman M., Ahmad P. et al. Do all renewable energy stocks react to the war in Ukraine? Russo-Ukrainian conflict perspective. *Environ Sci Pollut.* 2023. Res 30, 36782–36793. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24833-5>
3. Nguyen H., Nguyen P., Ngo V. Energy security and the shift to renewable resources: The case of Russia-Ukraine war. *The Extractive Industries and Society*. 2024. Vol. 17. 101442, <https://doi.org/10.1016/j.exis.2024.101442>.
4. Кишакевич Б.Ю. Стрес-тестування економічного капіталу банку на основі однофакторних моделей. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*. 2011. № 21.02. с. 210 – 219.
5. Кабінет міністрів України розпорядження від 21 квітня 2023 р. N 373-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2050 року». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-%D1%80#Text>
6. Проблеми та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в 2024 році. "інформаційно-аналітичний центр ЛІГА". https://biz.ligazakon.net/analytics/227024_problemi-ta-perspektivi-rozvitku-vdnovlyuvano-energetiki-v-2024-rots
7. Supply, transformation and consumption of renewables and wastes. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_cb_rw/default/table?lang=en

8. Конеченков А., Омельченко В. Сектор відновлюваної енергетики України до, під час та після війни. Разумков Центр. 2022. <https://razumkov.org.ua/statti/sektor-vidnovlyuvanoyi-energetyky-ukrayiny-do-pid-chas-ta-pislya-viyny>