



**Техніко-економічний аналіз актуальних методів електрогенерації в
Україні та огляд існуючої проблематики**

Кіржнер Даніїл Дмитрович

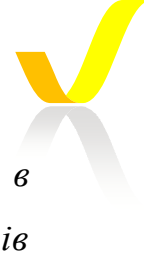
ORCID <https://orcid.org/0009-0000-4539-7417>

Кіржнер Дмитро Авраамович

Директор ДП «Дослідне конструкторсько-технологічне бюро з інтенсифікації тепломасообмінних процесів інституту технічної теплофізики НАН України»; директор ТОВ «Юніверсал піролізис технолоджіс»; Співробітник ТОВ «Інститут промислової екології», ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6757-4186>

Прийнято: 17. 07. 24 | Опубліковано: 29. 07. 24

***Анотація.** Метою дослідження є техніко-економічний аналіз актуальних методів електрогенерації в Україні, а також огляд існуючих проблем в цій сфері. Актуальність дослідження визначається критичною ситуацією в енергетичному секторі України, спричиненою масштабними руйнуваннями внаслідок бойових дій. Значні втрати енергогенеруючих потужностей, постійні відключення електроенергії та проблеми з прозорістю енергетичного сектору створюють нагальну потребу у розробці та впровадженні ефективних стратегій відновлення. Враховуючи важливість енергетичної незалежності та стійкості, дослідження спрямоване на пошук оптимальних рішень для забезпечення стабільного*



енергопостачання в умовах постійних загроз. **Методи.** Метод порівняння в використано для оцінки ефективності та економічності різних типів генераторів: дизельних, бензинових та газопоршневих. Економічний аналіз: оцінка економічної ефективності різних видів енергогенеруючого обладнання, таких як газопоршнєві когенераційні машини, бензо- та дизельгенератори, сонячні та вітрові електростанції. Емпіричні дослідження: вивчення реальних прикладів впровадження енергетичних проектів в Україні, зокрема успішної реалізації газопоршневої установки в Житомирі та Київській області. **Результати.** Дослідження виявило катастрофічні наслідки бойових дій для енергетичного сектору України, зокрема руйнування критичної інфраструктури та відключення електроенергії у понад 500 населених пунктах. Аналіз показав, що газопоршнєві когенераційні установки є найбільш економічно вигідними для заміщення зруйнованої генерації, перевершуючи бензо- та дизельгенератори. Ефективність урядових фінансових програм і міжнародної допомоги підтверджена, а рекомендації включають створення розподілених енергетичних потужностей на базі газопоршневих машин, підключених до локальних ТЕЦ і газових мереж, і розробку стратегії для їх впровадження. **Висновки.** Практична цінність статті полягає у поліпшенні енергетичної безпеки України, забезпечуючи стабільне енергопостачання навіть в умовах постійних бойових дій. Використання газопоршневих когенераційних установок дозволяє зменшити витрати на виробництво електроенергії, що є важливим для економічної стабільності країни. Стаття також надає конкретні рекомендації щодо відновлення зруйнованої енергетичної інфраструктури, що сприяє швидкому та ефективному відновленню енергосистеми України.

Ключові слова: дефіцит енергетичних потужностей, наслідки бойових дій в енергетиці, електрогенерація, механізми фінансування енергетики, відновлення енергетики, імпорт енергетичного обладнання, енергетичні системи, програми фінансування і кредитування енергетики.



Technical and economic analysis of current methods of electricity generation in Ukraine and an overview of existing problems

Kirzhner Daniil Dmytrovych

ORCID <https://orcid.org/0009-0000-4539-7417>

Kirzhner Dmytro Avraamovych

Director of the SE «Research Design and Technology Bureau for Intensification of Heat and Mass Exchange Processes of the Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine»; Director LLC «Universal Pyrolysis Technologies»; Employee of LLC «Institute of Industrial Ecology», Ukraine; ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6757-4186>

Abstract. Purpose. *The purpose of the study is a technical and economic analysis of current methods of electricity generation in Ukraine, as well as an overview of existing problems in this area. The relevance of the study is determined by the critical situation in the energy sector of Ukraine, caused by large-scale destruction as a result of hostilities. Significant losses of power generating capacity, constant power outages and problems with transparency in the energy sector create an urgent need for the development and implementation of effective recovery strategies. Considering the importance of energy independence and sustainability, the research is aimed at finding optimal solutions to ensure stable energy supply in conditions of constant threats.* **Methods.** *The comparison method was used to evaluate the efficiency and economy of different types of generators: diesel, gasoline, and gas piston. Economic analysis: evaluation of the economic efficiency of various types of energy-generating equipment, such as gas-piston cogeneration machines, gasoline and diesel generators, solar and wind power plants. Empirical research: study of real examples of the implementation of energy projects in Ukraine, in particular, the successful implementation of a gas piston plant in Zhytomyr and the Kyiv region.* **Results.** *The study revealed the catastrophic*



*consequences of hostilities for Ukraine's energy sector, including the destruction of critical infrastructure and power outages in more than 500 settlements. The analysis showed that gas-piston cogeneration units are the most economically beneficial for replacing destroyed generation, surpassing gasoline and diesel generators. The effectiveness of government financial programs and international aid has been confirmed, and recommendations include the creation of distributed energy capacities based on gas piston machines connected to local CHP and gas networks, and the development of a strategy for their implementation. **Conclusions.** The practical value of the article lies in improving Ukraine's energy security, ensuring stable energy supply even in conditions of constant hostilities. The use of gas-piston cogeneration units allows to reduce the costs of electricity production, which is important for the economic stability of the country. The article also provides specific recommendations for the restoration of the destroyed energy infrastructure, which contributes to the rapid and effective restoration of the energy system of Ukraine.*

Keywords: *deficit of energy capacities, consequences of hostilities in the energy sector, power generation, energy financing mechanisms, energy recovery, import of energy equipment, energy systems, energy financing and lending programs.*

Постановка проблеми. Бойові дії, які зараз ведуть на території України, мають багато катастрофічних наслідків, безперечно одним із найважчих з яких є втрата людей та територій, що у свою чергу призводить до різкого погіршення економічної ситуації в Державі. Постійні обстріли критичної інфраструктури Держави та особливо її енергогенеруючого сектора, поставили країну на межу енергетичної катастрофи. Внаслідок бойових дій, за даними міністра енергетики України, станом на 22.07.2024 відбулося знеструмлення у 533 населених пунктах.

«Сукупні втрати об'єднаної енергетичної системи (ОЕС) України перевищили 9 ГВт. Виведено з ладу 90% потужності ТЕС і 40% — ГЕС.»



Графіки аварійних та/чи стабілізаційних вимкнень діяли впродовж 44% годин місяця [2, с. 4].

Також потрібно розуміти, що Сукупний бал індексу прозорості енергетики в Україні у 2023 році - 41 зі 100 балів, чому присвоєно оцінку D-, а це означає недостатню, майже неприйнятну прозорість, бали якої закінчуються на 39 і є найнижчою серед 13 можливих оцінок. Індекс охоплює 200+ індикаторів, що базуються на конкретних нормативних вимогах і кращих світових практиках розкриття інформації. Такий низький рейтинг можна частково виправдати захистом національної безпеки у воєнні часи, але сподіваємось, що у найближчому майбутньому ситуації із достовірністю і доступністю інформації стане кращою, а це у свою чергу зможе допомогти з чітким розумінням ситуацією, яка склалася в енергетиці і відповідно що до шляхів її покращення [2, с. 6].

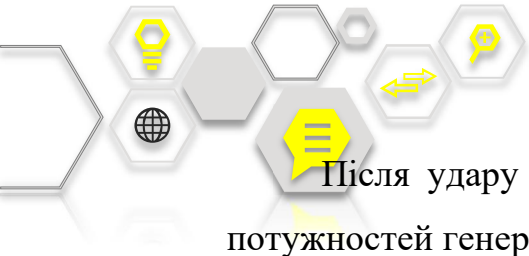
Усі перераховані вище невітні дані ставлять проблему забезпечення населення електроенергією на друге місце, відразу після проблеми ведення бойових дій.

Структурно комплекс електрогенерації в Україні складається з об'єктів базової генерації – це атомні електростанції (АЕС) та так званої маневрової (пікової) генерації, до якої належать ТЕС, ТЕЦ, ГЕС, ГАЕС та енергооб'єкти «зеленої» енергетики – СЕС та ВЕС.

За різними оцінками, вироблення електроенергії в Україні виглядає так: 4 АЕС на рівні 55%; 15 ТЕС та 48 ТЕЦ – 29,3%; 8 великих ГЕС та 3 ГАЕС – 6,7%; СЕС та ВЕС – трохи більше 8%.

Комбінованими ракетно-дроновими ударами, було пошкоджено та виведено з ладу такі енерго-генеруючі об'єкти:

- Зміївська ТЕС, Слобожанське, Харківська область.
- Харківська ТЕЦ – 5, Подвірки, Харківська область.
- Ладизинська ТЕС, Ладизин, Вінницька область.
- Бурштинська ТЕС, Бурштин, Львівська область.
- Трипільська ТЕС, Українка, Київська область. – повністю зруйнована.



Після удару по цій ТЕС компанія Центренерго втратила 100% своїх потужностей генерації електроенергії.

- Сумська ТЕЦ, Суми, Сумська область.

Також пошкоджено і перебувають у неробочому стані: ДніпроГЕС, Запоріжжя, Канівська ГЕС (Канів, Черкаська область) і Дністровська ГЕС (Новодністровськ, Чернівецька область).

«Загалом по країні дуже серйозні руйнування, які вимагатимуть на відновлення навіть не місяці, а роки. Можливо, один-два блоки пошкоджених електростанцій почнуть працювати раніше, але загалом це 6, 12, 24 місяці або навіть більше», - пояснив виконавчий директор ДТЕК Дмитро Сахарук. Також Д.Сахарук зазначив: «Буде доступна тільки базова генерація від АЕС. Якщо на додачу до базової генерації, мінімально працюватимуть «сонце», «вітер», частково - «гідро», то у системі буде близько 10 ГВт [1, с. 79].

Раніше в жодній країні світу не було подібних прецедентів руйнування енергосистеми та відповідно й досвіду її відновлення та капітального ремонту або будівництва великої кількості об'єктів маневрової генерації, зважаючи на те, що це має робитися в умовах постійних бойових дій і менш ніж за пів року, щоб встигнути до зимового періоду, коли брак електроенергії тягне за собою найкатастрофічніші наслідки. Саме тому негайно необхідно розглядати та втілювати в життя найефективніші техніко-економічні рішення відбудові енерго-генеруючих об'єктів.

На повного відновлення великих основних об'єктів електрогенерації знадобиться досить тривалий термін. За оцінками різних експертів, - це займе від двох до п'яти років. Нам же потрібно зараз зрозуміти, як в умовах тотального енергетичного дефіциту, який постійно ще може збільшуватися через знищення генерації та розподільчих потужностей, забезпечити в найкоротший термін максимально можливу базову і маневрову генерацію.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Електрогенерація та її економічні аспекти є чи не найбільш важливою та часто обговорюваною темою останніх кількох місяців в Україні. Дослідники, які мають публікації та



займаються темою електрогенерації: Є. Ахромкін, С. Безсмертний, Д. Невмержицький [1] надають ґрунтовний ситуаційний аналіз електроенергетичної галузі України в умовах війни. Авторами розглянуто основні виклики, з якими стикається галузь, та запропоновано методи подолання цих викликів. Праця включає детальний розгляд поточного стану електроенергетичного ринку та його перспектив на майбутнє; Звіт Центру Разумкова [2] надає актуальну інформацію щодо енергетичної ситуації в Україні станом на червень 2024 року, він включає статистичні дані та аналітичні висновки, що дозволяють оцінити поточний стан енергетичної галузі та виявити ключові проблеми і тенденції; Матійчук Л. П. [3] зосереджує свою увагу на аналізі індикаторів, що визначають стан електроенергетичного ринку України, її дослідження надає важливі висновки щодо формування електроенергетичної безпеки країни та визначає основні тенденції ринку; Павлов К. В., Павлова О. М., Романюк Р. В. [4] розглядають організаційно-економічні механізми реформування електроенергетичного ринку на регіональному рівні; Ткач Д. та Грушко В. [5] аналізують вплив війни на електроенергетичну галузь України, розглядаючи збої у постачанні енергії та інфраструктурні пошкодження, вони також оцінюють ефективність заходів, спрямованих на стабілізацію ситуації та відновлення постачання електроенергії; Чорній В. [6] у своїй праці досліджує вплив війни на загальну енергетичну систему України, він аналізує наслідки військових дій для енергетичної інфраструктури та надає рекомендації щодо відновлення і модернізації енергетичних об'єктів; Чумаченко О. [7] зосереджується на ролі відновлюваних джерел енергії у забезпеченні енергетичного балансу України вона аналізує переваги та виклики впровадження відновлюваної енергетики в умовах війни та надає прогнози щодо її розвитку; Злотнік М. та Ткачук Б. [9] досліджують переваги впровадження циркулярної економіки для підприємств в умовах воєнного стану; Сароне Fr. [10] розглядає російські атаки на енергетичну інфраструктуру України як можливість перегляду поняття «об'єктів подвійного призначення»; Rabocha T. [12] аналізує



енергопостачання в оборонному секторі України під час війни; Sullivan E. J. та Kamensky Dm. [13] аналізують атаки росії на електричну інфраструктуру України з точки зору міжнародного права, вони стверджують, що такі дії порушують норми міжнародного гуманітарного права. Кожен з науковців вносить вагомий внесок у розуміння сучасних проблем та перспектив електроенергетичної галузі України, що дозволяє комплексно підходити до питання техніко-економічного аналізу методів електрогенерації в країні. Ці дослідники та їхні роботи сприяють розвитку знань та практичного втілення у галузі електрогенерації в Україні, зокрема в контексті впровадження нових технологій і оптимізації існуючих систем. Досягнення усіх цих авторів підкреслюють активність та значимість українських науковців у впровадженні нових технологій та розвитку електрогенерації, що має важливе значення для енергетичної незалежності та екологічної безпеки країни.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Хоча дослідження висвітлює ряд важливих аспектів відновлення енергетичного сектору України, кілька ключових проблем залишаються невирішеними та потребують подальшого дослідження. По-перше, необхідно глибше вивчити механізми та ефективність імплементації та управління фінансовими програмами на місцевому рівні, включаючи можливі бар'єри для доступу до кредитів та субсидій. По-друге, слід розробити більш детальні стратегії для інтеграції нових технологій у вже існуючі системи теплопостачання та електропостачання, зокрема щодо адаптації розподілених когенераційних установок до різних типів інфраструктури. Невирішені питання щодо довгострокової економічної доцільності нових технологій та їх впливу на соціально-економічний розвиток також потребують додаткового дослідження. Потенційний внесок дослідження полягає в проведенні глибинного аналізу цих аспектів, що дозволить сформулювати конкретні рекомендації для оптимізації процесів відновлення та підвищення ефективності енергетичної системи України.

Формулювання цілей статті (постановка завдання):



— Проаналізувати втрати у енергетичній інфраструктурі від бойових дій.

- Порівняти ефективність різних енергетичних технологій.
- Здійснити огляд урядових та міжнародних програм підтримки.
- Розробити рекомендації для відновлення енергетичних потужностей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Стан енергетики визначається станом трьох основних компонентів: наявністю і станом генеруючих потужностей, ліній передавання і розподілу електроенергії та наявністю стабільно-гарантованої паливної бази.

Після втрати практично всіх маневрових потужностей, гостро постало завдання їх компенсації в максимально стислий термін і по можливості з мінімальними фінансовими вкладеннями.

Можливі шляхи компенсації дефіциту електроенергії:

- будівництво нових енергогенеруючих потужностей;
- проведення ремонтно-відновлювальних робіт на основних генеруючих потужностях за допомогою поставок сумісного донорського обладнання;
- імпорт електроенергії з території сусідніх країн;
- будівництво великої кількості власних малих енергооб'єктів, так званої розподіленої місцевої енергетики;
- будівництво сміттєпереробних і сміттєспалювальних заводів із можливістю вироблення електро- і теплової енергії [4, с. 29].

На даний час, Україна вже планує розпочати будівництво чотирьох нових ядерних реакторів цього літа або восени. Усі чотири реактори будуть збудовані на Хмельницькій АЕС на заході України [1, с. 79].

Але в умовах ведення бойових дій таке будівництво може бути досить небезпечним і малопродуктивним. Будівництво та введення в експлуатацію нових блоків АЕС займе не один рік, тому найближчим часом і цієї зими на результати такого будівництва розраховувати не доводиться.



Атомна енергетика постійно виробляє один рівень електроенергії. І якщо немає споживання цієї електроенергії, вона не може швидко переключатися та виробляти більше чи менше електроенергії. Балансуючі потужності виробництва електроенергії майже знищені росією і на сьогоднішній єдиний вихід для України — це швидко встановлювати системи електрогенерації, які швидко монтуються та вводяться в експлуатацію.

Для вирішення задачі з компенсації енергодефіциту – є будівництво великої кількості малих енергооб'єктів, так званої розподіленої місцевої енергетики.

Останнім часом фахівці та управлінці енергетики стали приділяти велику увагу створенню альтернативної стаціонарної та мобільної генерації реалізованої на базі газотурбінних і газопоршневих електродвигунів, які можуть працювати у звичайному електрогенеруючому режимі та, що важливо, у режимі когенерації, коли виробництво основної електроенергії практично дорівнює виробленій тепловій енергії, яку також можна постачати споживачам.

Газопоршнєві установки, що працюють на природному газі, випускаються різної потужності - від 10 кВт до 500 МВт і мають непогані маневрові характеристики в поєднанні з високим сукупним ККД та КВП (коефіцієнт використання палива). У сучасних зразків когенераційних машин ККД може досягати 92%, що ще більші виділяє їх з кращого боку серед інших наявних рішень.

Електростанції, реалізовані на базі газопоршневої установки поставляються в зібраному стані та хороші тим, що швидко виходять на робочий режим генерації - до трьох хвилин. Для порівняння: атомний блок розганяється три доби. Тепловий блок із холодного стану виходить на робочий режим 8-12 годин, із гарячого - 0,5-1,5 години (Табл. 1) [7, с. 42-43].



Таблиця 1

Основні характеристики джерел маневреної генерації

Характеристики	Газопоршневі	Газові турбіни одиначного (ОЦ) та комбіновано го (КЦ) циклів	Паротурбінні і технології загалом	Сучасні (модифіковані) ТЕС на вугіллі:	
Електрична потужність	10кВт- 500МВт	ОЦ: 30- 40кВт- 450МВт	50кВт – 500МВт	Кам'яному	Бурому
Електричний ККД, %	30-45	24-36 Кц: до 60	до 40	Від 50 МВт	
Сумарний ККД при когенерації, %	77-83	66-71	80-90	43	
Види палива	нат. газ, біогаз	нат. газ, рідке паливо	тверде, рідке, газоподібне паливо	вугілля	
Питомі капітальні витрати, \$/кВт х год	1500-2900	1200-3300	670-100 Біомаса, відходи 2000-5000		
Операційні витрати, \$/МВт х год	9...25	9...13	6...10		
Мінімальне навантаження (% від номінального)	20-30	25-40	18-45	25-40	35-50
Тривалість пуску, год	0,03 – 0,05	0,25 – 2,5	0,25 - 10	Гарячого 80хв- 2,5год; холодног о 3-6год.	Гарячого 1.25-4год; холодного 5-8год.
Швидкість зміни потужності (% за хв.)	100	15...25	4...10	3...6	2...6

Джерело: розроблено автором на основі [7, с. 43].

Установки, які можуть і плануються встановлювати в Україні, мають невеликі габаритні розміри і досить мобільні, що благотворно впливає на їхню складність виявлення і знищення при тому, що вони здатні вмикатися в роботу за лічені хвилини.



Ключовою перевагою газотурбінного і газопоршневого обладнання перед джерелами альтернативної енергії, такими як сонячні та вітрові енергостанції, є те, що вони виробляють енергію незалежно від наявності сонячного світла і вітру.

Газотурбінне і газопоршневе обладнання може монтуватися на території працюючих газових котелень і їхнє скидне тепло може бути відразу інтегровано в наявну систему теплопостачання. Газопоршнєві машини випускаються середньої і великої потужності, їхнім недоліком є прив'язані до наявності газових мереж. Переваги - це вартість кіловат години в 3-7 разів менша, ніж у бензо- і дизель-генераторів. Великою перевагою є можливість їх довготривалої роботи. Можливість використовувати в якості когенераційної машини. Такі станції під час екстрених ситуацій допоможуть відновити маневрові потужності енергетики [6, с. 198].

Бензогенератори можуть використовувати для високомобільних і портативних генераторів малої потужності. Їх перевага: простота, малий розмір і вага, невисока вартість, що значною мірою позначається на тому, що вони можуть використовуватися нетривалий час. Для нетривалого часу роботи спрощена система охолодження, дешевизна обумовлена відсутністю системи теплознімання для використання в якості когенераційних машин. Витрата і ціна на паливо вищі ніж у дизель і газопоршневих машин [5, с. 65].

Дизельні електрогенератори використовуються середньої та великої потужності, їхня перевага це паливна мобільність, не прив'язані до наявності газових мереж. Можуть використовуватися для середнього і тривалого часу роботи. Можливі для використання в якості когенераційної машини.

Потрібно враховувати що для створення ефективної мережі передачі та використання сонячної та вітрової енергії потрібно дорогі системи регулювання електричних параметрів, оскільки кількість виробленої електроенергії є нестабільною. Обслуговування таких систем є дуже дорогим. Якщо використовуються сонячні панелі, необхідно також враховувати витрати на їх подальшу утилізацію та переробку [6, с. 199].



Виходячи з цього, питання енергопостачання України слід вирішувати з різних боків.

Порівняння плюсів і мінусів різних типів генеруючого обладнання наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

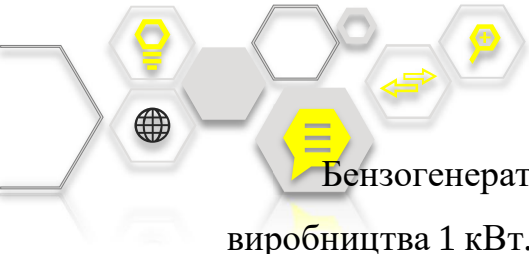
Плюси і мінуси різних типів генеруючого обладнання

Тип генератора	Плюси	Мінуси
Бензогенератори	Простота, доступність, мобільність, легкість у використанні	Висока вартість пального, шум, обмежений час роботи, викиди CO ₂
Дизельгенератори	Надійність, економічність, тривалий час роботи	Шум, викиди CO ₂
Газопоршнєві машини	Висока ефективність, низькі викиди, можливість роботи на біогазі	Висока початкова вартість, вимоги до газу
Вітрогенератори	Відновлювальний джерело енергії, низькі експлуатаційні витрати, довговічність	Висока початкова вартість, залежність від вітру, вимоги до площі
Сонячні панелі	Відновлювальний джерело енергії, низькі експлуатаційні витрати, зменшення рахунків за електрику	Залежність від сонця, вимоги до площі. Необхідно враховувати та планувати витрати на утилізацію

Джерело: розроблено автором

Порівняння коефіцієнта споживання палива:

Дизельгенератори споживають 240-250г дизельного пального для виробництва 1 кВт. Візьмемо вартість дизельного пального 52,87грн за літр, тоді отримуємо 13.2грн за 1 кВт.



Бензогенератори споживають приблизно 350мг бензину для виробництва 1 кВт. Візьмемо вартість бензину 56.6 грн за літр, тоді отримуємо 19.8 грн за 1 кВт.

Невеликі газопоршневі машини споживають 0,35 куба газу на для виробництва 1 кВт, а більші, для промислового характеру приблизно 0.26 куба.

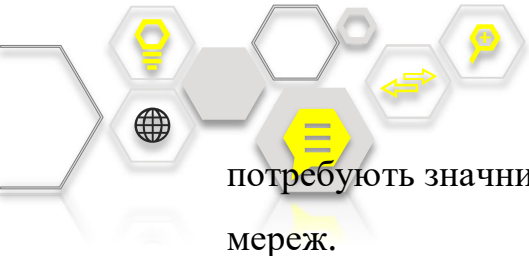
Невеликі газопоршневі машини можуть використовувати побутові користувачі, ціна газу для яких становить приблизно 7.96 грн за куб газу. Таким чином отримуємо: $0.35 \cdot 7.96 = 2.78$ грн за 1 кВт.

Більші газопоршневні машини, використовуються підприємствами, для яких ціна газу становить на рівні 17 грн за куб газу. Таким чином отримуємо: $0.26 \cdot 17 = 4.42$ грн за 1 кВт.

Ціна природного газу який буде використовуватися споживачами для виробництва теплової енергії з метою надання послуг з постачання теплової енергії та гарячого водопостачання населенню та/або постачання теплової енергії як товарної продукції для вищезазначених потреб = 7.42грн за куб газу. Таким чином отримуємо: $0.26 \cdot 7.42 = 1.93$ грн за 1 кВт.

Виходячи із цих розрахунків можна побачити, що газопоршневі машини, які використовуються на підприємствах, приблизно у 3-7 разів привабливіші за КВП (коефіцієнтом використання палива) ніж бензо- та дизельгенераторні установки [3, с. 40-41].

В Україні в сфері енергогенерації співіснують різноманітні джерела енергії, кожне з яких має свої переваги та недоліки. Вітрогенератори та сонячні панелі є екологічно чистими та незалежним від палива джерелами енергії, але вимагають значних початкових інвестицій і залежать від природних умов, що суттєво може обмежувати їх ефективність у певних регіонах, годинах дня та порах року. Бензогенератори та дизельгенератори підходять для мобільного використання і забезпечують гнучкість в експлуатації, проте вони менш економічні та екологічні в порівнянні з відновлювальними джерелами, що робить їх менш привабливими в довгостроковій перспективі. Газопоршневі машини забезпечують надійне та стійке виробництво енергії, проте



потребують значних початкових вкладень і підключення до існуючих газових мереж.

Слід розуміти, що будівництво великої кількості нових енергогенеруючих об'єктів, вимагає залучення значних інвестицій з боку як приватних інвесторів, так і великих міжнародних фінансових груп.

Важливо зазначити, що в даний час інвестори не проявляють активності в сфері інвестування. Інвестори у сфері енергетики затримуються з реалізацією проєктів через неясність у механізмах страхування ризиків, які виникли в результаті ведення бойових дій, ризиків для інвестицій власного капіталу і обмеженість механізмів страхування ризиків для боргового капіталу.

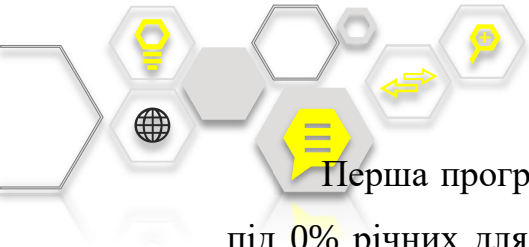
Питання страхування від ризиків пов'язаних з веденням бойових дій та з укладання контрактів ще тільки розробляються. Держава вже впровадила механізм страхування з обмеженими лімітами до 200 млн євро для нових проєктів [10, с. 748-749].

Однак для вирішення проблеми дефіциту енергетичних потужностей, необхідні більші ліміти, оскільки інвестиції в цю сферу мають досягати мільярдів євро.

Нижче наведено категорії інструментів фінансування енергетичних рішень:

- Інструменти прямого фінансування (акціонерний капітал, кредитні лінії, позики, гранти);
- Інструменти, які не забезпечують прямого фінансування, але передають знання або зменшують ризик (гарантії та технічна допомога);
- Інструменти для залучення додаткового приватного капіталу, переданого в «зелені» проєкти за допомогою будь-якого з вищезазначених інструментів (зелені облігації та структуровані фонди).

Уряд України розробив і частково запровадив заходи, які допоможуть громадянам та бізнесструктурам отримати доступ до більш сталої енергії.



Перша програма - це особистий кредит до 480 000 гривень на 10 років під 0% річних для встановлення сонячних, вітрових та систем накопичення енергії.

Друга програма - це пільгові кредити для малого та середнього бізнесу. Кредити до 150 млн грн на строк до 10 років під 5-7-9% річних на встановлення газової електрогенерації.

У районах, прилеглих до зони ведення бойових дій, відсоткові ставки будуть знижені до 1-5% на перші два роки, а з наступного року кредити на інвестиційні цілі будуть доступні під 5% річних.

Третя програма - це кредити до 5 мільйонів гривень для ОСББ та житлово-будівельних кооперативів. Ці кошти будуть використані власниками будинків для встановлення сонячних станцій та теплових насосів. Уряд відшкодовує 70% вартості проєкту за програмою «тепліх домівок».

ОСББ та житлово-будівельні кооперативи (ЖБК) мають право на отримання пільгових кредитів разом з програмою «Гріндім». За цією програмою Національний фонд енергоефективності компенсує ОСББ та ЖБК до 70% вартості обладнання сонячних електростанцій та теплових насосів, які вони купують. Сума компенсації залежить від типу обладнання, але не може перевищувати 1 млн грн на встановлення сонячних електростанцій, 2 млн грн на теплові насоси та 3 млн грн на сонячні електростанції та теплові насоси [8].

Четверта програма - це п'яти-семирічні кредити для великих компаній під 14-16% річних під заставу обладнання.

Сімнадцять провідних українських банків, чисті активи яких станом на 1 травня 2024 року становлять понад 83% загальних активів усієї банківської системи України, підписали меморандум про надання пільгових кредитів на проєкти з відновлення енергетичної інфраструктури. Суми кредитів варіюються від 500 000 євро до 25 мільйонів євро (1,12 мільярда гривень), залежно від сегменту, з максимальним строком погашення до семи років. Базова відсоткова ставка у гривні прив'язана до індексу UIRD (UIRD - це індекс ставок за депозитами фізичних осіб в Україні, який відображає середню



ставку за депозитами найбільших банків. Індекс розраховується в гривнях, доларах США та євро на основі депозитних ставок банків на три (3М), шість (6М), дев'ять (9М) та дванадцять (12М) місяців). Процентна ставка на перший рік становить 13,5% річних або $UIRD\ 3M + 0,5\%$, починаючи з другого року застосовується плаваюча ставка, але не вище $UIRD\ 12M + 3\%$.

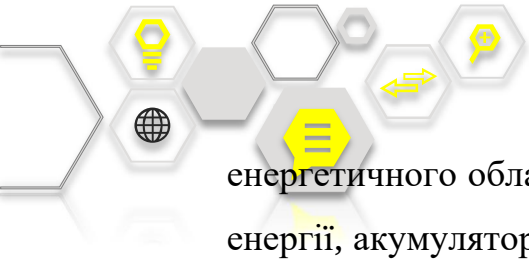
Власні витрати клієнта становлять від 10% до 50% залежно від розміру проєкту. Валютою кредиту для малих, середніх та мікропідприємств є гривня, тоді як для середніх та великих підприємств валютою кредиту є експортна виручка та надходження в іноземній валюті, достатні для покриття основної суми та відсотків.

Проєкти, які можуть бути профінансовані, включають будівництво сонячних електростанцій, вітрових електростанцій, біогазових електростанцій, електростанцій на біомасі, газотурбінних електростанцій, газопоршневих електростанцій в тому числі і когенераційних установок, встановлення промислових акумуляторів, високомобільних акумуляторів. Енергоефективні двері, вікна та сонячні панелі доступні для приватних підприємців та МСП.

Термін кредитування може становити до п'яти-семи років. Для мікро-, малих та середніх підприємств також доступні гарантовані беззаставні кредити. Забезпечення за концесійними кредитами включає заставу об'єкта кредитування (майнові права на об'єкти та обладнання) або інших активів, майнові права на грошові потоки діючого підприємства (принаймні на період реалізації проєкту, якщо немає достатньої іншої застави), гарантії власника бізнесу або інших компаній, корпоративні гарантії тощо, страхування воєнних ризиків (у разі необхідності).

Джерело окупності - грошові потоки від проєкту та/або існуючої діяльності, потенційна економія витрат від встановлення енергоефективного обладнання або власного енергозабезпечення [9].

Також 16 липня Верховна Рада України ухвалила законопроект про скасування мита та ПДВ на імпорт енергетичного обладнання в Україну



енергетичного обладнання, обладнання для виробництва вітрової та сонячної енергії, акумуляторів (крім акумуляторів малої потужності) [11, с. 26].

Прикладом успішної реалізації техніко-економічного проєкту є місто Житомир, де на одному із об'єктів комунального підприємства «Житомиртеплокомуненерго» встановили першу газопоршневую установку. Проєкт реалізували за підтримки американського агентства з міжнародного розвитку USAID. Установка потужністю 600 кВт, окрім електроенергії, буде давати і тепло. У трьох районах Київської області встановлять дев'ятнадцять когенераційних установок загальною потужністю понад 50 мегават, які забезпечать електроенергією та теплом мешканців восьми населених пунктів. Про це повідомив очільник Київської області Руслан Кравченко. Вони зможуть забезпечити людей електроенергією та опаленням взимку.

USAID очолює роботу з відновлення електроенергетичної мережі в Україні, котру на 250 млн \$ спонсовано США [12, с. 224].

Литовські енергетичні компанії нададуть Україні новий транш гуманітарної допомоги у вигляді енергетичного обладнання на суму 50 мільйонів євро [13].

Висновки. Отже, в Україні склалася безпрецедентно складна ситуація в секторі енергетики, але наша держава і міжнародні партнери роблять багато необхідних дій задля мінімізації негативних наслідків і прискоренню відбудови енергетичного сектору.

Основні дії заключаються у наступному: доречні зміни в законодавстві, як відміна податку на імпорт енергообладнання; покращення умов для кредитування субсидіювання; налагодження міжнародних відносин, котре сприяє отриманню вкрай необхідної і широкої допомоги, як то обмін досвідом, грошова допомога та допомога безпосередньо необхідним обладнанням і технологіями.

Найбільш ефективним для швидкого вирішення проблеми заміщення зруйнованої маневрової генерації є створення розподільчих потужностей побудованих на базі газопоршневих когенераційних машин, котрі є



економічно та технологічно доцільними до моменту відбудови більшості ТЕЦ, ТЕС.

Диверсифікувати і зробити розподілену енергетику, яка буде підтримувати частину України, на додачу до енергопостачання та електропостачання, які забезпечуються від атомних станцій. У містах, по житлових і окремих мікрорайонах мають бути встановлені модулі розподіленої електроенергії. Один з основних методів найдоступнішого отримання електроенергії - це використання газопрошневих машин, які підключаються до існуючих місцевих газових магістралей будь-якого населеного пункту. Вартість електроенергії, отриманої на газопрошневих машинах, дешевша, ніж вартість електроенергії, отриманої на дизель-генераторах, приблизно в сім разів. Газопрошневі машини можуть підключатися до наявних місцевих локальних ТЕЦ і до місцевих котелень, до яких підведено газ. Крім того, газопрошневі машини слід використовувати не просто для вироблення електроенергії, а використовувати їх як когенераційні машини, з додатковим і устаткуванням для отримання тепла і включення його в існуючу систему тепlopостачання.

У стислі терміни, екстрено потрібно розробити стратегію і на її базі розробити типові проєкти по створенню і введенню в дію об'єктів розподіленої маневрової «місцевої генерації електроенергії» на основі газопоршневих машин різної потужності, які можуть монтуватися на існуючих газових котельнях, де дані установки будуть підключені до існуючих газових мереж, а скидне тепло буде направлено в існуючі теплові мережі.

Список використаних джерел

1. Ахромкін Є., Безсмертний С., Невмержицький Д. Інструментарій ситуаційного аналізу електроенергетичної галузі України в умовах війни. *Економіка та право*. 2024. №1. С. 78-87.
2. Енергетика України у червні 2024 р. 2024. Центр Разумкова. 12 с.

- 
- 
3. Матійчук Л. П. Аналіз та оцінювання тенденцій формування індикаторів стану електроенергетичного ринку України як основного базису для формування її електроенергетичної безпеки. *Актуальні проблеми інноваційної економіки та права*. 2023. № 1-2. С. 36-43.
4. Павлов К. В., Павлова О. М., Романюк Р. В. Організаційно-економічний механізм реформування електро-енергетичного ринку в регіонах України. Луцьк: СПД Гадяк Жанна Володимирівна, Волинь поліграф, 2022. 221 с.
5. Ткач Д., Грушко В. Електроенергетика України під час українсько – російської війни. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2022. №2(66). С. 63–72.
6. Чорній В. Вплив війни на енергетичну систему України. *Економічні науки. Вісник Хмельницького національного університету*. 2022. № 2, Т. 2. С. 196-202.
7. Чумаченко О. Роль відновлюваних джерел енергії у електроенергетичному балансі України. *Вчені записки Університету «КРОК»*. 2022. №3(67). С. 39–47.
8. В Україні почали працювати фінансові програми для підвищення енергонезалежності споживачів, зокрема 0% кредитування громадян для придбання енергообладнання: веб-сайт. URL: <https://mev.gov.ua/novyna/v-ukrayini-pochaly-pratsyuvaty-finansovi-prohramy-dlya-pidvyshchennya-enerhonezalezhnosti> (дата звернення: 22.06.2024).
9. Злотнік М., Ткачук, Б. Переваги впровадження циркулярної економіки для українських підприємств в умовах воєнного стану. *Економіка та суспільство*. 2022. №45: веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.32782/2524-0072/2022-45-36> (дата звернення: 18.05.2024).
10. Capone Fr. The Wave of Russian Attacks on Ukraine's Power Infrastructures: An Opportunity to Infuse Meaningfulness into the Notion of «Dual-use



Objects»? *European Papers - A Journal on Law and Integration*. 2023. Vol. 8. No 2. Pp. 741-754.

11. Post War Development of the Renewable Energy Sector in Ukraine. GOPA International Energy Consultants GmbH. 2024. 154 p.

12. [Rabocha](#) T. Ukraine's energy supply in the defense sector: The first lessons of war. *Sustainable Engineering and Innovation*. 2023. Vol. 5. No. 2. Pp. 219-246.

13. Sullivan E. J., Kamensky Dm. Putin's power play: Russia's attacks on Ukraine's electric power infrastructure violate international law. *The Electricity Journal*. 2024. Vol. 37, Issue 2: веб-сайт. URL: <https://doi.org/10.1016/j.tej.2024.107371> (дата звернення: 16.05.2024).