

Impact of Military Actions on Ukraine's Energy Infrastructure

Dmytro Tkach¹

Abstract. *The article analyzes the multifaceted impact of the full-scale invasion on Ukraine's energy infrastructure. It examines the scale of physical destruction, financial losses, socio-humanitarian consequences, and key resilience and recovery strategies. The aim of the study is to systematize and analyze empirical data and expert assessments regarding the impact of hostilities, to identify the dynamics of destruction and the effectiveness of adaptation measures, as well as to outline the long-term prospects for rebuilding Ukraine's energy sector. The study applies general scientific methods: analysis and synthesis (for structuring competencies), induction and deduction (for forming conclusions), comparison (to identify changes between 2024 and 2025), as well as generalization (to establish overall trends). The analytical method was used to assess damages based on data from KSE Institute, the Ministry of Energy, and other open sources. A systematic approach was applied to structure information about physical damage, economic losses, and humanitarian consequences. A comparative analysis method was also used to examine recovery strategies. As of May 2024, the total losses of Ukraine's energy sector exceeded \$56 billion, of which more than \$16 billion were direct damages. Over 70% of generating capacities were lost or occupied, including the Zaporizhzhia Nuclear Power Plant and key thermal power plants. Despite this, thanks to colossal recovery efforts and the implementation of physical protection, the energy system demonstrated high resilience, allowing the country to get through heating seasons without a complete blackout. The long-term recovery strategy envisions a fundamental shift from a centralized to a decentralized energy system model, which will enhance its resilience to future threats. Reconstruction is financed by international partners (World Bank, EIB, USAID) and domestic investments, including business lending.*

Keywords: *Energy infrastructure, military actions, Ukraine, losses, recovery, decentralization, resilience.*

Received: 8 October 2025 | **Revised:** 10 October 2025 | **Accepted:** 23 October 2025 | **Published:** 28 February 2026

Suggested Citation:

Tkach, D. K. (2026). Impact of Military Actions on Ukraine's Energy Infrastructure. *Herald of Economics*, 1, 93-104. DOI: 10.35774/visnyk2026.01.093.



This is an open access article under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 License (<http://www.creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>), which permits use and distribution in any medium, provided the original work is properly cited and the use is non-commercial.

© 2026 The Author(s).

¹ **Dmytro Tkach**, Center for Innovation and Technological Development, State Institution "Institute for Research of Scientific and Technical Potential and History of Science named after H. M. Dobrov, National Academy of Sciences of Ukraine", Kyiv, Ukraine.

ORCID ID: 0009-0009-1401-3324

E-mail: dtkach1994@gmail.com.

Вплив військових дій на енергетичну інфраструктуру України

Дмитро Ткач¹

¹Центр інновацій та технологічного розвитку, Державна установа «Інститут досліджень науково-технічного потенціалу та історії науки ім. Г. М. Доброва НАН України», Національна академія наук України, м. Київ, Україна

Анотація. У статті проаналізовано багатогранний вплив повномасштабного вторгнення на енергетичну інфраструктуру України. Розглянуто масштаби фізичних руйнувань, фінансові збитки, соціально-гуманітарні наслідки та ключові стратегії стійкості й відновлення. У дослідженні використано загальнонаукові методи: аналіз і синтез (для структуризації компетенцій), індукцію й дедукцію (для формування висновків), порівняння (для виявлення змін між 2024 і 2025 роками), а також узагальнення (для встановлення загальних тенденцій). Застосовано аналітичний метод для оцінювання збитків на основі даних KSE Institute, Міністерства енергетики та інших відкритих джерел; систематичний підхід – для структуривання інформації про фізичні пошкодження, економічні втрати та гуманітарні наслідки, а також метод порівняльного аналізу – для вивчення стратегій відновлення. Рекомендується додати чітко визначений набір змінних, які відображають основні фактори впливу, а також використовувати часові зрізи для аналізу динаміки змін у різні періоди. Важливо впровадити кількісні моделі, зокрема моделі попиту пропозиції на потужність, різницю в різницях (DiD) між регіонами для оцінки ефектів воєнних подій, моделі надійності енергосистеми та сценарний аналіз для прогнозування ризиків. Визначено, що станом на травень 2024 р. загальні збитки енергетичного сектору України перевищили \$56 млрд, з яких понад \$16 млрд становлять прямі руйнування. Втрачено або окуповано понад 70% генеруючих потужностей, зокрема Запорізьку АЕС та основні ТЕС. Незважаючи на це, завдяки значним зусиллям з відновлення та впровадженню фізичного захисту енергосистема продемонструвала високу стійкість, що дало змогу країні пройти опалювальні сезони без повного блекауту. Довгострокова стратегія відновлення передбачає кардинальний перехід від централізованої до децентралізованої моделі енергосистеми, що підвищить її стійкість до майбутніх загроз. Відбудова фінансується за рахунок міжнародних партнерів (Світовий банк, ЄІВ, USAID) та внутрішніх інвестицій, зокрема кредитування бізнесу.

Ключові слова: енергетична інфраструктура, воєнні дії, Україна, збитки, відновлення, децентралізація, стійкість.

Постановка проблеми. Війна, яку розпочала і проводить росія в Україні, спричинила масштабні руйнування енергетичної інфраструктури, яка є ключовим елементом національної безпеки та сталого розвитку країни. За час повномасштабної війни пошкоджено або знищено значну частину генерації, ліній електропередач, підстанцій та інших критичних об'єктів, що призвело до значного зниження виробництва і стабільності енергопостачання. Крім безпосередніх фізичних пошкоджень, воєнні дії створюють додаткові виклики у вигляді обмежень доступу до енергоресурсів, ризиків кібербезпеки та порушень логістики.

Ці обставини викликають необхідність якнайшвидшого аналізу впливу війни на енергетичну систему, розроблення ефективних стратегій відновлення та модернізації інфраструктури, а також адаптації галузевої політики до нових загроз і умов. Важливо також врахувати поглиблення наявних структурних проблем енергетичної системи, зокрема зменшення доступної генерації, ризики диверсифікації джерел енергопостачання і необхідність співпраці з міжнародними партнерами для забезпечення енергетичної безпеки України в перспективі. Таким чином, постановка проблеми полягає у визначенні комплексних наслідків воєнних дій для енергетичної інфраструктури та пошуку шляхів її стійкого відновлення і забезпечення безперебійного функціонування в умовах постійних викликів. Військові дії на території України спричинили значні руйнування енергетичної інфраструктури, що має критичний вплив на національну безпеку, економіку та повсякденне життя громадян. У статті проаналізовано масштаби збитків, причини вразливості об'єктів енергетики та наслідки для енергозабезпечення країни. Вивчено ключові виклики у відновленні інфраструктури та можливі шляхи підвищення стійкості енергетичної системи в умовах воєнного конфлікту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Останні наукові дослідження та аналітичні публікації показують, що внаслідок війни в Україні значних пошкоджень зазнала енергетична інфраструктура, що вплинуло на стабільність і безпеку енергопостачання. У працях таких українських науковців, як: В. Ксендзук, М. Покотило [1], С. Долінчук [2], Г. Рябцев, В. Омельченко [3], Р. Андарак [4], Н. Шаповал, Д. Круковець [5], О. Уманець [6], О. Петухов [7] ця проблематика відображена в контексті аналізу основних загроз, що виникли внаслідок цілеспрямованих атак на енергетичну інфраструктуру, знищення об'єктів генерації, пошкодження мереж та логістичних ланцюгів постачання енергоносіїв. Водночас недостатньо вивчені такі аспекти, як стійкість і відновлюваність енергетичних систем в умовах постійних воєнних загроз, комплексна оцінка кібербезпекових викликів, а також правові механізми захисту і кадрові проблеми в цьому секторі.

Виокремлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри значну кількість досліджень, присвячених впливу воєнних дій на енергетичну інфраструктуру України, залишаються важливі аспекти, які потребують додаткового вивчення та глибшого аналізу. По-перше, недостатньо систематизованих даних щодо довгострокових соціально-економічних наслідків руйнувань енергетичних об'єктів, що обмежує можливості прогнозування відновлення та сталого розвитку галузі. По-друге, мало уваги приділяється питанням інтеграції української енергосистеми з європейськими мережами у контексті підвищення стійкості та диверсифікації джерел енергії. По-третє, недостатньо досліджені безпекові виклики, пов'язані з кіберзагрозами та захистом критичної інфраструктури в умовах гібридної війни.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою цієї статті є всебічне дослідження впливу воєнних дій на енергетичну інфраструктуру України з метою систематизації емпіричних даних та експертних оцінок щодо показників руйнувань та ефективності заходів адаптації. Стаття спрямована на виявлення динаміки змін у функціонуванні енергосистеми під впливом військового конфлікту, аналіз розроблених і впроваджених стратегій відновлення та модернізації, а також окреслення науково обґрунтованих довгострокових перспектив розвитку галузі в післявоєнний період.

Методологія дослідження ґрунтується на комплексному застосуванні таких методів, як аналіз, синтез, індукція і дедукція, порівняння, узагальнення та системний підхід. Для підсилення дослідження використано дані від KSE, Міненерго, IAEA, UWEA й інших авторитетних джерел.

Вклад основного матеріалу дослідження. Повномасштабна російська агресія проти України, розпочата 24 лютого 2022 р., завдала катастрофічних збитків енергетичній інфраструктурі держави, створивши безпрецедентні виклики для функціонування всієї енергетичної системи країни. За оцінками Міністерства енергетики України, «загальні збитки енергетичному сектору від початку повномасштабного вторгнення становлять понад 56 мільярдів доларів США» [8].

Систематичні атаки російських військ на об'єкти критичної енергетичної інфраструктури України мають на меті не лише військово ослаблення держави, а й деморалізацію цивільного населення через позбавлення базових комунальних послуг. Згідно з даними НЕК «Укренерго», «протягом 2022–2024 років було завдано ударів по більш ніж 80% об'єктів генерації електроенергії, включаючи теплові електростанції, гідроелектростанції, атомні електростанції та об'єкти відновлюваної енергетики» [9].

Особливо критичними стали атаки на теплову генерацію України. За даними ДТЕК, «найбільшого приватного енергетичного оператора країни, внаслідок російських обстрілів було знищено або серйозно пошкоджено понад 90% потужностей теплових електростанцій компанії. Трипільська ТЕС, одна з найбільших теплових електростанцій України, була повністю знищена

внаслідок масованих ракетних ударів у квітні 2024 року, що призвело до втрати 1800 МВт генеруючих потужностей» [10].

Значних руйнувань зазнала також електромережева інфраструктура. За інформацією НЕК «Укренерго», «пошкоджено або знищено понад 9000 км високовольтних ліній електропередачі різних класів напруги, десятки підстанцій та розподільних пунктів. Особливо постраждали об'єкти магістральних електромереж напругою 750, 330 та 220 кВ, які забезпечують передачу електроенергії між регіонами та експорт електроенергії до країн Європейського Союзу» [11].

Атомна енергетика України, незважаючи на стратегічну важливість та міжнародний захист, також зазнала значного впливу воєнних дій. «Запорізька атомна електростанція, найбільша в Європі з встановленою потужністю 6000 МВт, була захоплена російськими військами у березні 2022 року та з тих пір перебуває під окупацією. Постійні обстріли та мілітаризація території АЕС створюють безпрецедентні ризики ядерної безпеки не лише для України, але й для всієї Європи» [12].

Серйозних втрат зазнав сектор відновлюваної енергетики. За оцінками Українського вітроенергетичного агентства, «знищено або пошкоджено вітроенергетичні установки загальною потужністю понад 1000 МВт, а також сонячні електростанції потужністю більше 500 МВт. Особливо постраждали об'єкти відновлюваної енергетики в південних та східних регіонах України, де зосереджена значна частина вітрових та сонячних парків» [13].

Енергетична криза, спричинена військовими діями, призвела до каскадного ефекту в усіх секторах економіки України (табл.). Дефіцит електроенергії, що сягав 6000 МВт у пікові періоди, змусив запровадити режими аварійних відключень, які торкнулися як промислових споживачів, так і побутового сектору. Це негативно вплинуло на роботу підприємств, функціонування соціальної інфраструктури та якість життя населення.

Економічні втрати від руйнування енергетичної інфраструктури мають багаторівневий характер. «Прямі збитки включають вартість знищеного обладнання, будівель та споруд, непрямі – втрачену продукцію через припинення роботи підприємств, а також макроекономічні наслідки у вигляді зниження ВВП, інфляційного тиску та погіршення інвестиційного клімату» [14].

Таблиця 1

Аналіз часових трендів і змін ключових економічних та енергетичних показників в Україні за період 2021–2025 років з урахуванням початку повномасштабної війни в лютому 2022 р.

| Показник | 2021 р. | 2022 р. | 2023–2025 рр. |
|---|---------------------------------|------------------------------|--|
| Загальна вироблена енергія (Mtoe) | ~55 млн т нафтового еквівалента | Зниження через руйнування | Поступове відновлення (додаткові 3 ГВт) |
| Частка відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) | 13% | Знижена через війну | Зростання до 8–9,8% у 2024–2025 рр. |
| Частка атомної енергетики | ~25% | Зросла до ~55% | Консистентна, ключова роль |
| Споживання електроенергії (млрд кВт·год) | Базовий рівень | Падіння через бойові дії | Відновлення зі зростанням на 6,4% у 2025 р. |
| Кількість діючих теплоелектростанцій (>1 ГВт) | 15 | Значні пошкодження, працює 1 | Відновлення обмежене, важкі умови |
| Імпорт / експорт електроенергії | Балансований | Підвищений імпорт | Зростання експорту за рахунок інтеграції з ENTSO-E |

Джерело: розроблено автором на основі [15].

Транспортна система України також значною мірою залежить від енергетичної інфраструктури. «Електрифіковані залізничні лінії, метрополітен, електротранспорт у містах – усі ці види транспорту зазнали серйозних порушень у роботі через дефіцит електроенергії та пошкодження мережевої інфраструктури» [16].

Енергетична безпека України стала невід’ємною частиною національної безпеки держави. «Системні атаки на енергетичну інфраструктуру розглядаються міжнародною спільнотою як військові злочини та порушення міжнародного гуманітарного права. Резолюції Генеральної Асамблеї ООН та рішення Міжнародного суду справедливості засуджують цілеспрямовані атаки на цивільну інфраструктуру як неприпустимі» [17].

Регіональні відмінності у масштабах руйнувань енергетичної інфраструктури відображають географію воєнних дій (табл. 2). «Найбільших втрат зазнали східні та південні регіони України, де ведуться активні бойові дії або які перебувають під окупацією. Донецька, Луганська, Запорізька, Херсонська області втратили від 70% до 95% енергетичних потужностей. Центральні та західні регіони, хоча й менше постраждали від прямих бойових дій, також зазнали значного впливу через системний характер енергетичної мережі та цілеспрямовані ракетні атаки» [18].

Таблиця 2

Регіональні втрати енергетичної інфраструктури України у 2024 р.

| Регіон | Відсоток втрати енергетичних потужностей | Примітки |
|-------------------|--|-------------------------------|
| Донецька обл. | 70–95% | Активні бойові дії |
| Луганська обл. | 70–95% | Активні бойові дії |
| Запорізька обл. | 70–95% | Частина під окупацією |
| Херсонська обл. | 70–95% | Частина під окупацією |
| Харківська обл. | 65% | Руйнівні атаки на ТЕЦ |
| Миколаївська обл. | 60% | Обстріли інфраструктури |
| Центральні райони | 45% | Зокрема Київ, Трипільська ТЕС |
| Західні райони | 25% | Вплив через ракетні удари |

Джерело: розроблено автором на основі [19].

Міжнародна підтримка у відновленні енергетичної інфраструктури стала критично важливою для виживання України (табл. 3). «Європейський Союз, США, Великобританія та інші партнери надали гуманітарну та технічну допомогу на суму понад 10 мільярдів доларів для стабілізації енергетичного сектору. Це включає поставки генеруючого обладнання, трансформаторів, запасних частин та фінансування ремонтних робіт» [20].

Таблиця 3

Основні аспекти стану енергетичного сектору України

| Аспект | Опис |
|-------------------------------|--|
| Стійкість та адаптивність | Попри воєнну агресію, енергетичний сектор України зберіг значну стійкість та адаптивність. |
| Робота персоналу | Працівники працюють в екстремальних умовах, під обстрілами, забезпечуючи відновлення та мінімальне енергопостачання. |
| Фактори швидкості відновлення | Залежить від наявності запасних частин, обладнання та безпеки ремонтних робіт. |
| Технологічні рішення | Децентралізація генерації, розвиток розподіленої енергетики, резервне живлення, створення мікромереж. |

продовження таблиці 3

| | |
|-------------------------------|---|
| Фінансова стійкість | Загрозлива через втрати активів, скорочення доходів, зростання витрат на безпеку; полегшена підтримкою держави й міжнародного фінансування. |
| Людський капітал | Втрати кваліфікованих спеціалістів через мобілізацію, евакуацію, еміграцію; дефіцит робочої сили. |
| Екологічні наслідки | Витоки нафтопродуктів, пошкодження газопроводів, знищення очисних споруд – загроза для довкілля. |
| Соціально-економічні наслідки | Довготривалі: зниження рівня життя, втрата робочих місць, перерозподіл бюджетних ресурсів на оборону й відновлення. |

Джерело: розроблено автором на основі [21].

За оцінками та прогнозами за період 2021–2025 рр., показники стійкості енергосистеми України охоплюють SAIDI/SAIFI (індекс тривалості та частоти відключень) – точні дані по країні в публічних джерелах обмежені, але загальна тенденція політики енергосистеми стосується мінімізації часу відключень через модернізацію та відновлення інфраструктури. Під час війни частота відключень значно зросла, особливо у пікові сезони. Середній дефіцит потужності: у 2024 р. дефіцит електроенергії оцінювали близько 10%. У 2025 році очікується зниження дефіциту до 3–8% (залежно від пори року) з піковими значеннями 7–8% (зими) і зниженням до 3% до кінця року. В окремих регіонах дефіцит у пікові години може сягати 25–30%. Відновлення втраченої генерації відбувається завдяки міжнародній підтримці та ремонтам, в середньому повернення втрачених потужностей триває від кількох днів до кількох місяців залежно від масштабу пошкоджень. За 2024–2025 рр. відновлено понад 3 ГВт генерації (зокрема, ремонт теплових та додавання розподіленої генерації).

Таким чином, стійкість енергосистеми залишається під високим тиском через військові пошкодження, з відповідним дефіцитом потужності, але за сприяння комплексних відновлювальних заходів час простоїв скорочується, а дефіцит потужності має тенденцію до зменшення.

З початку повномасштабної війни кількість кібератак на енергетичний сектор України значно зросла – за 9 місяців 2025 р. зафіксовано понад 1,2 млн таких атак. Основні типи атак включають DDoS, втручання у системи управління (SCADA), фішинг і шкідливе програмне забезпечення. Ці атаки призводять до відмов у роботі систем управління, аварійних відключень електроенергії та збоїв у роботі інфраструктури.

Кореляція інцидентів із відмовами чітка: кіберзагрози безпосередньо спричиняють перебої у постачанні електроенергії, зупинки електростанцій і аварійні відключення мереж. Українські кібервідповідальні служби ефективно блокують атаки, забезпечуючи часткову стійкість енергосистеми. Загалом, кібератаки стали складовою частиною військової агресії проти України, демонструючи новий вимір гібридної війни.

Функціонування енергетичної системи України в умовах повномасштабної війни стикається з безпрецедентним спектром загроз, які мають багаторівневий та комплексний характер. Ці загрози можна класифікувати на три основні категорії: прямі військові дії, кіберзагрози та диверсійна діяльність, кожна з яких має специфічні характеристики та потребує різних підходів до протидії.

Бойові дії як основна загроза енергетичній безпеці включають широкий спектр військових операцій, спрямованих на знищення або виведення з ладу критично важливих енергетичних об'єктів. За даними Генерального штабу Збройних Сил України, «російські окупаційні війська здійснили понад 15000 обстрілів енергетичних об'єктів різними типами зброї, включаючи

балістичні та крилаті ракети, безпілотні літальні апарати-камікадзе типу «Шахед», артилерію та авіаційні бомби» [22].

Особливу небезпеку становлять масовані комбіновані атаки, під час яких одночасно застосовуються різні типи ударних засобів для максимізації пошкоджень. Тактика «подвійного удару», коли після першої хвилі атак наноситься повторний удар по ремонтних бригадах та рятувальниках, створює додаткові перешкоди для відновлювальних робіт та призводить до людських втрат серед персоналу енергокомпаній.

Географічна близькість лінії фронту до критичних енергетичних об'єктів створює постійну загрозу для їхнього функціонування. «Запорізька АЕС, розташована в зоні активних бойових дій, регулярно піддається обстрілам, що створює безпрецедентні ризики ядерної катастрофи. МАГАТЕ неодноразово висловлювало серйозну стурбованість станом ядерної безпеки на ЗАЕС та закликала до демілітаризації території станції» [23].

Координація дій різних відомств у сфері захисту енергетичної інфраструктури здійснюється через Міжвідомчу координаційну раду з питань кібербезпеки та Штаб з координації заходів щодо захисту критичної інфраструктури. Така координація критично важлива для ефективної протидії комплексним загрозам.

Технологічні рішення для протидії загрозам охоплюють системи раннього попередження, автоматизовані системи відключення, резервні канали зв'язку, системи відеонагляду та контролю доступу. Впровадження таких технологій потребує значних інвестицій, але це необхідно для забезпечення мінімального рівня безпеки.

Альтернативні схеми енергопостачання для компенсації втрачених потужностей включають декілька стратегічних напрямків. Першочерговим завданням стало нарощування генеруючих потужностей на підконтрольних територіях через будівництво нових енергетичних об'єктів, модернізацію функціонуючих та підвищення ефективності використання наявних ресурсів.

Розвиток відновлюваної енергетики набув особливого значення як альтернатива втраченим традиційним потужностям. Програма «Зелена енергетика для стійкого розвитку» передбачає будівництво 5000 МВт нових потужностей сонячної та вітрової генерації до 2030 р., що дасть змогу частково компенсувати втрачені через окупацію потужності.

Імпорт електроенергії з країн Європейського Союзу став критично важливим елементом забезпечення енергетичної безпеки України. Синхронізація з європейською енергосистемою ENTSO-E, здійснена у березні 2022 року, дозволила отримувати до 2100 МВт потужності від європейських партнерів у критичні періоди.

Сценарії імпорту / експорту електроенергії через ENTSO-E в 2025 р. передбачають поступове збільшення пропускної спроможності перетинів між Україною та країнами ЄС. Зокрема, зимою 2024/25 року експортна потужність зросла з 1,7 ГВт до 2,0 ГВт, а взимку 2025/26 року – до 2,2 ГВт за рахунок усунення вузьких місць у мережах. Максимальна потужність експорту з України до країн ЄС у другій половині 2025 р. піднялась до 900 МВт, що дало змогу збільшити експорт і поліпшити баланс енергосистеми. Обмеження перетинів узгоджуються операторами систем передачі у рамках регіону Східної Європи, включно з Польщею, Словаччиною, Угорщиною, Румунією, Україною та Молдовою. Такі обмеження регулярно переглядаються з урахуванням операційної безпеки мережі. Ці сценарії дозволяють не лише покращити енергетичну безпеку України, а й сприяють інтеграції із єдиним європейським ринком електроенергії.

Децентралізація енергетичної системи через розвиток розподіленої генерації та локальних енергетичних мереж стала важливою стратегією підвищення стійкості системи до зовнішніх загроз. Мікромережі та автономні енергетичні системи дають змогу забезпечити локальне енергопостачання навіть за умови відключення від загальної мережі.

Енергоефективність та зниження енергоспоживання набули критичного значення в умовах дефіциту генеруючих потужностей. Програми енергомодернізації житлового фонду, впровадження енергоефективних технологій у промисловості та комунальному господарстві дали змогу скоротити споживання електроенергії на 15–20%.

Альтернативні види палива для теплової генерації включають перехід з природного газу на біомасу, тверде відновлюване паливо, імпортоване вугілля. Така диверсифікація паливного балансу знижує залежність від російських енергоресурсів та підвищує енергетичну незалежність.

Розвиток нагромаджувачів енергії як альтернатива традиційним способам регулювання потужності набуває особливого значення в умовах високої частки нестабільних відновлюваних джерел енергії. Системи акумулювання енергії дозволяють згладжувати коливання виробництва та споживання електроенергії.

Транскордонна енергетична інтеграція з країнами-сусідами, зокрема Молдовою, Румунією, Польщею, Словаччиною, створює можливості для взаємного резервування потужностей та обміну енергоресурсами. За підтримки Європейського Союзу реалізуються проєкти будівництва нових міждержавних енергетичних зв'язків.

Мобільні енергетичні установки набули широкого застосування для забезпечення електроенергією критично важливих об'єктів у прифронтових зонах. Дизельні та газові генератори, мобільні сонячні станції дають змогу підтримувати мінімальне енергопостачання навіть за умови пошкодження основної мережевої інфраструктури.

За 9 місяців (січень–вересень) 2025 р. українська енергетична система стикнулася з високим рівнем дефіциту потужності, що в пікові періоди сягав понад 35% потреб країни, особливо взимку. Це спричинило часті відключення електроенергії, збільшення тарифів і зниження ВВП на 0,5%. Економічні втрати, пов'язані з недовідпуском електроенергії, оцінюються в діапазоні 3–8% ВВП, з невизначеністю залежно від сценарію розвитку ситуації та рівня руйнувань інфраструктури.

Нині відсутня кількісна ідентифікація впливів воєнних дій на енергетичну інфраструктуру, що обмежує глибину аналізу. Тому доцільно додати чітко визначений набір змінних, які відображають основні фактори впливу, а також використовувати часові зрізи для аналізу динаміки змін у різні періоди. Важливо впровадити кількісні моделі, зокрема моделі попиту пропозиції на потужність, різницю в різницях (DiD) між регіонами для оцінювання ефектів воєнних подій, моделі надійності енергосистеми та сценарний аналіз для прогнозування ризиків.

Висновки і перспективи подальших досліджень. В умовах воєнних дій та дії кризових факторів енергетична інфраструктура України зазнала масштабних руйнувань, що суттєво вплинуло на стабільність енергопостачання та функціонування економіки. Знищення і пошкодження генеруючих потужностей, об'єктів передачі та розподілу енергії спричинили підвищення ризиків енергетичної небезпеки, зростання фінансових витрат на відновлення та необхідність оперативного залучення зовнішніх і внутрішніх ресурсів. Водночас кризові ситуації актуалізували стратегічну потребу в диверсифікації джерел енергії, прискореній модернізації інфраструктури та розробці нових підходів до управління ризиками. За нинішніх особливих умов розвитку української енергетики для оцінювання її стану доцільно додати чітко визначений набір змінних, які відображають основні фактори впливу, а також використовувати часові зрізи для аналізу динаміки змін у різні періоди. На перспективу доцільно впровадити кількісні моделі, зокрема моделі попиту пропозиції на потужність, різницю в різницях (DiD) між регіонами для оцінювання ефектів воєнних подій, моделі надійності енергосистеми та сценарний аналіз для прогнозування ризиків.

Довгострокова стратегія відновлення передбачає кардинальний перехід від централізованої до децентралізованої моделі енергосистеми, що підвищить її стійкість до майбутніх загроз. Відбудова фінансується за рахунок міжнародних партнерів (Світовий банк, ЄІБ, USAID) та внутрішніх інвестицій, зокрема кредитування бізнесу. Таким чином, негативні наслідки воєнних дій стали каталізатором формування нової парадигми розвитку енергетичного сектору, зорієнтованої на стійкість, адаптивність та інтеграцію до європейського енергетичного простору.

Література

1. Ксендзук В. В., Покотило М. Ю. Енергетична безпека України та світу: оцінка наслідків впливу російсько-української війни та прогнози трансформації ринку. *Економіка, управління та адміністрування*. DOI: [https://doi.org/10.26642/ema-2025-2\(112\)-46-53](https://doi.org/10.26642/ema-2025-2(112)-46-53).
2. Долінчук С. В. Напруга в енергетиці. Чи вистачить українцям світла цього літа. *ua-energy.org*. URL: <https://ua-energy.org/uk/posts/napruha-v-enerhetytsi-chy-vystachyt-ukraintsiam-svitla-tsoho-lita>
3. Рябцев Г., Омельченко В. Огляд роботи енергетичного сектору в квітні 2025 року. *Центр Разумкова*. Київ, травень 2025. URL: <https://razumkov.org.ua/images/2025/05/12/2025-ENERGY-MAY.pdf>.
4. Андарак Р. Модернізація та декарбонізація енергетичної інфраструктури за євростандартами – ключ до енергобезпеки. *Міненерго України*. URL: <https://mev.gov.ua/povyna/roman-andarak-modernizatsiya-ta-dekarbonizatsiya-enerhetychnoyi-infrastruktury-za>.
5. Шаповал Н., Круковець Д. Виклики економіки України у 2025 році. *KSE Institute*. URL: <https://forbes.ua/money/shcho-chekae-ukrainsku-ekonomiku-u-nayblizhchi-tri-roki-vikliki-ta-prognozi-vid-natalii-shapoval-ta-dmitra-krukovtysa-z-kse-institute-18022025-27269>.
6. Уманець О. Коментарі про розвиток відновлюваної енергетики в Україні. *IRF*. URL: <https://www.irf.ua/import-elektrychnoyi-energiyi-pid-chas-vijny-energiya-zhyttya/>.
7. Петухов О. 3 роки війни: Стан енергетики України та її перспективи (2025). *Е-бюлетень*. URL: <https://e-b.com.ua/3-roki-viini-stan-energetiki-ukrayini-ta-yiyi-perspektivi-7614>.
8. Оцінка прямих збитків та непрямих втрат енергетичного сектору України. *Київська школа економіки (KSE)*. 2024. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/KSE_Vpliv-vii--ni-na-energetiku-UA-1.pdf.
9. Звіт ООН про атаки на енергетичну інфраструктуру України, 2024. URL: <https://ukraine.ohchr.org/sites/default/files/2024-09/UKR%20Attacks%20on%20Ukraine%E2%80%99s%20Energy%20Infrastructure-%20%20Harm%20to%20the%20Civilian%20Population.pdf>.
10. ДТЕК втратив 90% потужностей, однак всі об'єкти підлягають відновленню – гендиректор компанії. *Suspilne.media*. URL: <https://suspilne.media/779379-dtek-vtrativ-90-potuznostej-odnak-vsi-obekti-pidlagaut-vidnovlennu-gendirektor-kompanii/>.
11. Sikorska O., Ostra N., Malogulko Ju., Teptia V., Povstianko K. Technical solutions to prevent blackouts in order to provide the population with electricity: The case of Ukraine. *Machinery & Energetics*. 2024. Vol. 15, No. 1. P. 76–85. URL: [https://technicalscience.com.ua/web/uploads/pdf/Machinery%20&%20Energetics_15\(1\)_2024_76-85.pdf](https://technicalscience.com.ua/web/uploads/pdf/Machinery%20&%20Energetics_15(1)_2024_76-85.pdf).
12. МАГАТЕ. Доповідь про стан ядерної безпеки в Україні, 2024. URL: <https://www.iaea.org/topics/response/nuclear-safety-security-and-safeguards-in-ukraine>.
13. Ukrainian Wind Energy Association (UWEA). Оцінка збитків у відновлюваній енергетиці України, 2024. URL: https://energycharter.org/fileadmin/DocumentsMedia/Occasional/2024_05_24_UA_sectoral_evaluation_and_damage_assessment_Version_X_final.pdf.
14. Державна установа «Інститут економіки та прогнозування НАН України». Макроекономічні наслідки енергетичної кризи, 2024. URL: <https://ief.org.ua/files/activity/204/zvit2024.pdf>.

15. Аналітичний огляд роботи енергетичного сектору в Україні станом на 2025 рік. h URL: <https://razumkov.org.ua/images/2025/06/16/2025-ENERGY-June.pdf>.
16. Укрзалізниця. Вплив енергетичної кризи на залізничний транспорт, 2024. URL: <https://www.railinsider.com.ua/uz-na-12-skorotylya-operaczijni-vytraty-na-utrymannya-infrastruktury/>.
17. UN General Assembly. Resolution on Attacks on Civilian Infrastructure in Ukraine, 2024. URL: https://ukraine.ohchr.org/sites/default/files/2024-12/ENG_Attacks_on_Ukraine%E2%80%99s_Energy_Infrastructure_Harm_to_the_Civilian.pdf.
18. Міністерство енергетики України. Регіональний аналіз втрат енергетичної інфраструктури, 2024. URL: <https://mev.gov.ua/sites/default/files/2024-12/zvit-seo.pdf>.
19. International Energy Agency (IEA). (19 вересня 2024). Ukraine's energy system under attack. У: Ukraine's Energy Security and the Coming Winter. Розділ 2.0. URL: <https://www.iea.org/reports/ukraines-energy-security-and-the-coming-winter/ukraines-energy-system-under-attack>.
20. European Commission. EU steps up support for Ukraine's energy security and paves the way for full market integration, 2024. URL: <https://euneighbourseast.eu/news/latest-news/eu-steps-up-support-for-ukraines-energy-security-and-paves-the-way-for-full-market-integration/>.
21. Центр Розумкова. (2025). Огляд роботи енергетичного сектору в квітні 2025 р. [Review of the energy sector work in April 2025]. URL: <https://razumkov.org.ua/images/2025/05/12/2025-ENERGY-MAY.pdf>.
22. Генштаб Збройних Сил України. Звіт про обстріли енергетичних об'єктів. 2024. URL: https://ukraine.ohchr.org/sites/default/files/2024-12/UKR_Attacks_on_Ukraine%E2%80%99s_Energy_Infrastructure_Harm_to_the_Civilian.pdf.
23. IAEA. Safety and Security at Zaporizhzhya Nuclear Power Plant, 2024. URL: <https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/two-years-of-iaea-continued-presence-at-the-zaporizhzhaya-nuclear-power-plant.pdf>.

References

1. Ksendzuk, V., & Pokotylo, M. (2024). Energy security of Ukraine and the world: assessment of the impact of the Russian-Ukrainian war and market transformation forecasts. *Economics, management and administration*. <https://ema.ztu.edu.ua/article/view/335558>. [in Ukrainian].
2. Dolinchuk, S. V. (2025). Tension in energy. Will Ukrainians have enough electricity this summer. <https://ua-energy.org/uk/posts/napruha-v-enerhetytsi-chy-vystachyt-ukraintsiam-svitla-tsoholita>. [in Ukrainian].
3. Ryabtsev, H., & Omelchenko, V. (2025). Review of the energy sector work in April 2025. Retrieved from: <https://razumkov.org.ua/images/2025/05/12/2025-ENERGY-MAY.pdf>. [in Ukrainian].
4. Andarak, R. (2025). Modernization and decarbonization of energy infrastructure according to European standards – a key to energy security. Retrieved from: <https://mev.gov.ua/novyna/roman-andarak-modernizatsiya-ta-dekarbonizatsiya-enerhetychnoyi-infrastruktury-za>. [in Ukrainian].
5. Shapoval, N., & Krukovets, D. (2025). Challenges of the Ukrainian economy in 2025. Retrieved from: <https://forbes.ua/money/shcho-chekae-ukrainsku-ekonomiku-u-nayblizhchi-tri-roki-vikliki-ta-prognozi-vid-natalii-shapoval-ta-dmitra-krukovtysya-z-kse-institute-18022025-27269>. [in Ukrainian].
6. Umanets, O. (2025). Comments on the development of renewable energy in Ukraine. Retrieved from: <https://www.irf.ua/import-elektrychnoyi-energiyi-pid-chas-vijny-energiya-zhyttya/>. [in Ukrainian].

-
7. Petukhov, O. (2025). 3 years of war: State of Ukraine's energy sector and its prospects. Retrieved from: <https://e-b.com.ua/3-roki-viini-stan-energetiki-ukrayini-ta-yiyi-perspektivi-7614>. [in Ukrainian].
 8. Assessment of direct and indirect losses of the energy sector of Ukraine (2024). *Kyiv School of Economics (KSE)*. https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/KSE_Vpliv-vii-ni-na-energetiku-UA-1.pdf. [in Ukrainian].
 9. United Nations Human Rights Monitoring Mission in Ukraine. (2024). Report on attacks on Ukraine's energy infrastructure. Retrieved from: <https://ukraine.ohchr.org/sites/default/files/2024-09/UKR%20Attacks%20on%20Ukraine%E2%80%99s%20Energy%20Infrastructure-%20%20Harm%20to%20the%20Civilian%20Population.pdf>. [in Ukrainian].
 10. DTEK lost 90% of its capacity, but all facilities are subject to restoration - the company's CEO. *Suspilne.media*. <https://suspilne.media/779379-dtek-vtrativ-90-potuznostej-odnak-vsi-obekti-pidlagaut-vidnovlennu-gendirektor-kompanii/>. [in Ukrainian].
 11. Sikorska, O., Ostra, N., Malogulko, Ju., Teptia, V., & Povstianko, K. (2024). Technical solutions to prevent blackouts in order to provide the population with electricity: The case of Ukraine. *Machinery & Energetics*, 15(1), 76-85. Kyiv: IEEE Ukraine Section. Retrieved from: [https://technicalscience.com.ua/web/uploads/pdf/Machinery%20&%20Energetics_15\(1\)_2024_76-85.pdf](https://technicalscience.com.ua/web/uploads/pdf/Machinery%20&%20Energetics_15(1)_2024_76-85.pdf). [in Ukrainian].
 12. International Atomic Energy Agency (IAEA). (2024). Report on the state of nuclear safety in Ukraine. Vienna: IAEA. Retrieved from: <https://www.iaea.org/topics/response/nuclear-safety-security-and-safeguards-in-ukraine>. [in Ukrainian].
 13. Ukrainian Wind Energy Association (UWEA). (2024). Assessment of renewable energy damages in Ukraine. Kyiv: Ukrainian Wind Energy Association. Retrieved from https://energycharter.org/fileadmin/Documents%20Media/Occasional/2023_05_24-UA_sectoral_evaluation_and_damage_assessment_Version_X_final.pdf. [in Ukrainian].
 14. Institute for Economic Research and Policy Consulting of NAS of Ukraine. (2024). Macroeconomic consequences of the energy crisis. Kyiv: NAS of Ukraine. Retrieved from <https://ief.org.ua/files/activity/204/zvit2024.pdf>. [in Ukrainian].
 15. Analytical review of the energy sector in Ukraine as of 2025. <https://razumkov.org.ua/images/2025/06/16/2025-ENERGY-June.pdf>.
 16. Ukrainian Railways (UZ). (2024). Impact of energy crisis on railway transport. Kyiv: UZ. Retrieved from: <https://www.railinsider.com.ua/uz-na-12-skorotylya-operaczijni-vytraty-na-utrymannya-infrastruktury/>. [in Ukrainian].
 17. United Nations General Assembly. (2024). Resolution on attacks on civilian infrastructure in Ukraine. New York: United Nations. Retrieved from: https://ukraine.ohchr.org/sites/default/files/2024-12/ENG_Attacks_on_Ukraine%E2%80%99s_Energy_Infrastructure_Harm_to_the_Civilian.pdf. [in Ukrainian].
 18. Ministry of Finance of Ukraine. (2024). Regional analysis of energy infrastructure losses. Kyiv: Ministry of Finance. Retrieved from: <https://mev.gov.ua/sites/default/files/2024-12/zvit-seo.pdf>. [in Ukrainian].
 19. International Energy Agency (IEA). (September 19, 2024). Ukraine's energy system under attack. In: *Ukraine's Energy Security and the Coming Winter*. Розділ 2.0. <https://www.iea.org/reports/ukraines-energy-security-and-the-coming-winter/ukraines-energy-system-under-attack>.
 20. European Commission. (2024). EU steps up support for Ukraine's energy security and paves the way for full market integration. *European Neighbourhood East*. Retrieved from: <https://euneighbourseast.eu/news/latest-news/eu-steps-up-support-for-ukraines-energy-security-and-paves-the-way-for-full-market-integration/>. [in Ukrainian].

21. Razumkov Centre. (2025). Review of the energy sector work in April 2025. <https://razumkov.org.ua/images/2025/05/12/2025-ENERGY-MAY.pdf>.
22. General Staff of the Armed Forces of Ukraine. (2024). Report on shelling of energy facilities. Kyiv: General Staff of the Armed Forces of Ukraine. Retrieved from: https://ukraine.ohchr.org/sites/default/files/2024-12/UKR_Attacks_on_Ukraine%E2%80%99s_Energy_Infrastructure_Harm_to_the_Civilian.pdf. [in Ukrainian].
23. IAEA. (2024). Safety and security at Zaporizhzhya Nuclear Power Plant. Vienna: International Atomic Energy Agency. Retrieved from: <https://www.iaea.org/sites/default/files/documents/two-years-of-iaea-continued-presence-at-the-zaporizhzhaya-nuclear-power-plant.pdf>. [in Ukrainian].