

CHAPTER «DEVELOPMENT OF THE NATIONAL ECONOMY, FINANCE AND MANAGEMENT IN CONDITIONS OF MILITARY CHALLENGES»

DOI: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-628-7-1>

Tamara Bardadym

*Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Senior Researcher
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine*

Viktor Godliuk

*Postgraduate Student
V.M. Glushkov Institute of Cybernetics of National Academy of Sciences of Ukraine*

INTERNATIONAL EXPERIENCE IN THE FORMATION OF ELECTRICITY MARKETS: LESSONS FOR THE RECONSTRUCTION OF THE UKRAINIAN ENERGY SYSTEM IN THE FACE OF MILITARY CHALLENGES

Summary

The full-scale war launched by the Russian Federation against Ukraine has caused unprecedented damage to the country's energy infrastructure, destroying or damaging over 60% of its critical assets. This crisis, however, presents a unique opportunity to rebuild not by replicating the outdated centralized Soviet model, but by designing a modern, resilient, and market-oriented power system. Drawing on international experience from the United States and the European Union, this chapter proposes a hybrid model for Ukraine's energy market reconstruction. It combines the EU's liberalized, exchange-based market architecture – essential for ENTSO-E integration – with U.S.-style reliability mechanisms, such as capacity markets and nodal pricing. The study re-evaluates traditional investment tools like Levelised Cost of Electricity (LCOE) and screening curves, adapting them to war time conditions by incorporating security externalities, modularity, and recovery speed. Furthermore, it emphasizes the institutional foundations of reform: functional unbundling, independent TSO/DSO operations, and a proactive regulatory authority. The analysis concludes that Ukraine's post-war energy system must prioritize resilience over cost-minimizational one, integrating distributed generation, smart grids, and demand-side flexibility to ensure national security and sustainable recovery.

Вступ

Війна, розв'язана проти України, не лише спричинила людські трагедії та масштабні руйнування інфраструктури, а й поставила під загрозу фундаментальні основи національної економіки. Особливо вразливим сектором виявилася енергетика – «серце» промисловості, транспорту, цифрової економіки та повсякденного життя громадян. З початку повномасштабного

вторгнення в лютому 2022 року українська енергосистема зазнала систематичних ракетних та дронівих атак, спрямованих на виведення з ладу генеруючих потужностей, вузлів передачі та розподільчих мереж. За даними аналітичного звіту Київської школи економіки (2024), лише у 2022–2024 роках було знищено або пошкоджено понад 60% критичної енергетичної інфраструктури [1], що призвело до масових відключень електропостачання, економічних збитків на мільярди доларів США та серйозних соціальних наслідків.

Однак ця криза створила унікальну історичну можливість – не просто відбудувати те, що було зруйновано, а радикально трансформувати енергетичну систему країни. Відновлення не може бути механічним копіюванням радянської централізованої моделі, яка виявилася надзвичайно вразливою до сучасних гібридних загроз. Натомість, воно має стати стратегічним інструментом підвищення енергетичної безпеки, інтеграції з Європейським Союзом та стимулювання «зеленої» та цифрової трансформації. У цьому контексті міжнародний досвід США та ЄС стає не просто корисним, а стратегічно необхідним [2].

Обидва регіони пройшли складний шлях від вертикально інтегрованих державних монополій до конкурентних, гнучких та інноваційних ринків електроенергії. США розробили централізовану модель енергетичних пулів з ринками потужності, які забезпечують надійність та стимулюють інвестиції в нову генерацію. Європейський Союз, навпаки, обрав шлях децентралізованих біржових ринків, що сприяє лібералізації, транскордонній торгівлі та інтеграції відновлювальних джерел енергії (ВДЕ). Обидва підходи мають свої переваги та обмеження, але для України, яка одночасно бореться за виживання та прагне до євроінтеграції, ключовим є синтез цих моделей [3].

Ця робота спрямована на аналіз міжнародного досвіду формування електроенергетичних ринків з метою визначення оптимальної стратегії відбудови української енергосистеми в умовах воєнних викликів. Особливу увагу приділено трьом аспектам:

- інвестиційним механізмам (аналіз зведених витрат та кривої скринінгу) у контексті високої невизначеності та ризиків;
- архітектурі ринків – порівнянню моделей США (пули, ринок потужності) та ЄС (біржі, інтеграція з ENTSO-E);
- інституційним засадам – ролі незалежних операторів систем передачі (Transmission System Operator (TSO), Distribution System Operator (DSO)) та регулятора в забезпеченні стійкості та прозорості [4].

Наукова новизна полягає в тому, що вперше пропонується гібридна модель відбудови, яка поєднує європейську ринкову архітектуру (для синхронізації з ENTSO-E) з американськими механізмами забезпечення надійності (ринки потужності, стрес-тести, вузлове ціноутворення). Такий підхід дозволяє одночасно задовольнити потреби в безпеці, інвестиційній привабливості та стратегічній інтеграції з Європою [5].

Мета роботи – не лише проаналізувати зарубіжний досвід, а й запропонувати конкретні рекомендації для українських посадовців, регуляторів та інвесторів

щодо формування сучасної, стійкої та конкурентної енергосистеми, здатної витримувати виклики сьогодення та стати основою економічного відродження країни після війни.

Розділ 1. Інвестиційні механізми в умовах високої невизначеності: LCOE та крива скринінгу як інструменти прийняття рішень

Умови повномасштабної війни кардинально трансформують традиційні підходи до інвестування в енергетичну інфраструктуру. Якщо в мирний час ключовим критерієм вибору технології генерації була мінімізація собівартості електроенергії, то в умовах постійної загрози ракетних та дронівих атак на критичну інфраструктуру пріоритети зміщуються у бік стійкості, модульності, швидкості розгортання та здатності до автономної роботи. Це змушує переосмислити класичні інструменти економічної оцінки проектів – зокрема, аналіз приведених витрат (Levelised Cost of Electricity, LCOE) та метод кривої скринінгу, які довгий час використовувалися в США, Європі та інших регіонах для порівняння різних технологій генерації [6].

Аналіз LCOE передбачає зведення всіх витрат протягом повного життєвого циклу енергетичного об'єкта – включаючи капітальні інвестиції, експлуатаційні витрати, витрати на паливо та технічне обслуговування – до єдиного показника: середньої собівартості одиниці електроенергії (кВт год). Такий підхід дозволяє порівнювати технології з різними профілями витрат. Наприклад, вугільні електростанції характеризуються високими початковими капітальними витратами, але відносно низькими експлуатаційними витратами, тоді як газові установки комбінованого циклу мають навпаки – низькі капіталовкладення, але високі поточні витрати, зокрема через залежність від цін на газ. У типовому аналітичному прикладі, що базується на даних міжнародних досліджень (BEIS, 2016 [7]), розрахунок LCOE для вугільної станції може становити близько 0,0404 \$/кВт год, тоді як для газової установки комбінованого циклу – 0,0501 \$/кВт год [8], що формально робить вугільну технологію економічно вигіднішою.

Однак у воєнних умовах такий підхід стає неповним. Він не враховує зовнішніх витрат безпеки, які в умовах конфлікту стають критичними. До них належать:

- вразливість великих централізованих об'єктів до точкових ударів (наприклад, ТЕС або АЕС з потужністю понад 1000 МВт);
- ризики переривання постачання палива через зруйновані логістичні коридори або санкції;
- витрати на захист, відновлення та дублювання інфраструктури;
- втрати від простою у разі пошкодження обладнання.

Ці фактори роблять технології з розподіленою генерацією – зокрема сонячні та вітрові електростанції, мікромережі, системи накопичення енергії – економічно привабливішими, навіть якщо їхній LCOE формально вищий. Наприклад, сонячна електростанція потужністю 10 МВт може бути відновлена за кілька тижнів, тоді як пошкоджена ТЕС – лише за кілька років. Крім того,

розподілені системи важче вивести з ладу масованим ударом, оскільки вони не мають єдиного «вузького місця».

Ще більш гнучким інструментом у цьому контексті є метод кривої скринінгу, який розширює аналіз LCOE, враховуючи рівень використання потужності (коефіцієнт завантаження). Цей метод візуалізує залежність загальних річних витрат від інтенсивності експлуатації обладнання. Зокрема, технології з низькими капітальними витратами (наприклад, газові ТЕС) економічно доцільні для покриття пікових навантажень, коли обладнання працює менше 30% часу на рік. Навпаки, технології з низькими експлуатаційними витратами (вугілля, АЕС, ВДЕ) стають вигідними лише при високому завантаженні – понад 50 – 60% часу [9].

У воєнних умовах це має стратегічне значення. Пошкодження базової генерації змушує енергосистему покладатися на гнучкі, швидко запускі потужності, які можуть оперативно компенсувати втрати. Тому інвестиції в модульні установки на газові чи біомасі, а також у системи управління попитом (demand-side response), можуть бути ефективнішими не за формальним критерієм LCOE, але – за критерієм загальної стійкості системи [10].

Ще один важливий аспект – інтеграція аналізу кривої скринінгу з профілем навантаження енергосистеми. У типовому сценарії, оснований на досвіді США та ЄС, оптимальна структура генерації визначається шляхом накладання кривої скринінгу на криву тривалості навантаження. Це дозволяє розрахувати, яка потужність має бути виділена на пікові, напівбазові та базові технології. Наприклад, у модельному сценарії загальне навантаження 2500 МВт може бути покрито комбінацією 900 МВт пікових газових потужностей та 1600 МВт базової генерації. Для України в умовах війни це означає необхідність перегляду балансу між централізованою та децентралізованою генерацією на користь останньої.

Важливо зазначити, що жоден із цих методів не враховує зовнішніх ефектів, таких як викиди CO₂, соціальні наслідки відключень або стратегічна цінність енергетичної незалежності. У воєнних умовах такі фактори стають не «зовнішніми», а центральними. Тому аналіз LCOE та криву скринінгу слід використовувати не як самодостатні інструменти, а як основу для більш комплексного аналізу, що включає оцінку ризиків, сценарне моделювання та стратегічне планування.

Саме такий підхід застосовується в країнах, які пережили енергетичні кризи або природні катастрофи – зокрема, у Японії після Фукусіми або в Пуерто-Рико після урагану «Марія». Там інвестиції в мікромережі та ВДЕ були обґрунтовані не лише економікою, а й національною безпекою. Україна сьогодні перебуває в аналогічній ситуації, і міжнародний досвід свідчить: найефективніші інвестиції – ті, що поєднують економічну доцільність із стійкістю до шоків.

Розділ 2. Гібридна архітектура електроенергетичного ринку

Руйнування енергетичної інфраструктури внаслідок російської агресії змусило Україну переосмислити не лише технічну, а й ринкову архітектуру своєї енергосистеми. У цьому контексті досвід США та Європейського Союзу

стає стратегічним орієнтиром. Обидва регіони пройшли шлях від вертикально інтегрованих державних монополій до конкурентних ринків, але обрали принципово різні підходи: централізовані енергетичні пули у США та децентралізовані енергетичні біржі в ЄС. Для України, яка одночасно прагне до євроінтеграції та потребує підвищення енергетичної стійкості, ключовим завданням є не вибір однієї з моделей, а розробка гібридного підходу, що поєднує сильні сторони обох систем.

У США домінує модель енергетичного пулу, яка передбачає обов'язкову участь генераторів у централізованому процесі оптимізації, керованому незалежними системними операторами (ISO) або регіональними операторами передачі (RTO). У цій моделі виробники подають цінові пропозиції на постачання електроенергії, а системний оператор визначає оптимальний порядок диспетчеризації з урахуванням прогнозу попиту, обмежень мережі та технічних характеристик станцій. Ключовою особливістю американської моделі є вузлове ціноутворення – формування окремої ціни в кожному вузлі мережі передачі, що враховує локальні обмеження пропускної здатності. Це забезпечує високу ефективність розподілу ресурсів і стимулює інвестиції в розвиток мережі. Крім того, більшість американських ринків доповнені ринком потужності, який гарантує достатній резерв генерації та забезпечує прибутковість інвестицій у нові потужності навіть у періоди низьких цін на електроенергію. Саме цей механізм став відповіддю на кризу надійності, яка виникла в кінці 1990-х – на початку 2000-х років, і сьогодні він залишається критично важливим для підтримки стабільності системи [11].

У Європейському Союзі, навпаки, переважає модель енергетичної біржі, основана на добровільній участі та двосторонніх контрактах. Тут баланс попиту та пропозиції досягається переважно через ринкові механізми ціноутворення, а не через централізовану оптимізацію. Участь у торгах на біржі є не обов'язковою, і значна частина електроенергії торгується поза біржою – через довгострокові угоди про купівлю-продаж, форвардні та ф'ючерсні контракти. Ця модель сприяє лібералізації, прозорості та транскордонній інтеграції – зокрема, через єдині платформи, такі як EPEX Spot (для Франції та Німеччини) або NordPool (для скандинавських країн) [12]. Однак європейські ринки є виключно енергетичними, тобто винагорода виплачується лише за фактично вироблену електроенергію, без окремого механізму компенсації за наявність потужності. Це створює ризики для інвесторів, особливо в умовах високої волатильності цін та невизначеності попиту.

Для України, яка вже синхронізувала свою енергосистему з ENTSO-E у 2022 році [2], європейська біржова модель є стратегічно необхідною. Вона забезпечує інтеграцію з європейським енергетичним простором, доступ до транскордонної торгівлі та відповідність директивам ЄС (зокрема, Третьому енергетичному пакету [3]). Однак чисто енергетичний ринок, без додаткових механізмів забезпечення надійності, є недостатнім у воєнних умовах. Масові руйнування генеруючих потужностей, пошкодження мереж передачі та висока невизначеність попиту вимагають наявності гарантій інвесторам, які готові будувати нову інфраструктуру. Тут Україна може запозичити досвід США:

запровадження ринку потужності або аналогічного механізму (наприклад, контрактів на надійність) дозволить забезпечити дохідність проектів навіть у періоди низького завантаження [13].

Крім того, у воєнних умовах особливо важливим стає ринок допоміжних послуг та балансуючий ринок у реальному часі. Американська модель передбачає обов'язкову участь учасників у цих ринках, що забезпечує гнучкість системи та швидку реакцію на зміни. У ЄС такі ринки також існують, але їхня ефективність залежить від національного регулювання. Для України це означає необхідність розвитку механізмів управління попитом (demand-side response), інтеграції систем накопичення енергії та створення умов для участі розподілених ресурсів у балансуванні [14].

Важливо зазначити, що ні США, ні ЄС не мають єдиної універсальної моделі. У США, наприклад, значна частина території (Південний схід, Південний захід) досі працює за моделлю вертикально інтегрованих комунальних підприємств з двосторонніми контрактами. У ЄС також існують винятки: Ірландія та Греція використовують централізовані пули, а Хорватія, Кіпр та Мальта – модель єдиного покупця. Це свідчить про те, що оптимальна ринкова модель завжди залежить від національного контексту – рівня розвитку інфраструктури, структури генерації, політичної волі та, у випадку України, рівня воєнної загрози [15].

Таким чином, для України найбільш раціональним шляхом є:

- прийняття європейської біржової моделі як основи для інтеграції з ENTSO-E;
- одночасне запровадження американських механізмів забезпечення надійності, зокрема ринку потужності або контрактів на надійність;
- розвиток ринків допоміжних послуг та внутрішньодобового балансування, що підвищать стійкість системи до шоків;
- створення умов для участі розподілених ресурсів (ВДЕ, накопичувачі, мікромережі) у всіх сегментах ринку.

Такий гібридний підхід дозволить Україні не лише відновити енергосистему, а й зробити її більш стійкою, гнучкою та конкурентною – що є стратегічною метою в умовах воєнних викликів.

Розділ 3. Інституційні уроки: роль TSO/DSO та регулятора в умовах відбудови

Успішна відбудова енергетичної системи України в умовах триваючої війни залежить не лише від технічних рішень чи ринкових механізмів, а й від ефективності інституційного середовища. Досвід США та Європейського Союзу свідчить: навіть найкращі технології та ринкові моделі не працюватимуть без чітко визначених ролей, незалежних операторів та сильного регулятора. У цьому контексті ключовими інституціями є оператор системи передачі (TSO), оператори систем розподілу (DSO) та національний енергетичний регулятор. Їхня взаємодія визначає стабільність, прозорість і інвестиційну привабливість енергетичного сектору [4].

У процесі дерегуляції енергетичних ринків у США та ЄС було здійснено функціональне розмежування між генерацією, передачею, розподілом та постачанням. Це дозволило усунути конфлікт інтересів, забезпечити недискримінаційний доступ до мережі та створити умови для конкуренції. Для України, де історично домінувала вертикально інтегрована модель, таке розмежування є не просто технічною процедурою, а стратегічною необхідністю. Воєнні атаки на енергетичну інфраструктуру показали, що централізована модель, в якій одна компанія контролює всі ланки ланцюга, є надзвичайно вразливою. Тому відбудова повинна супроводжуватися не просто відновленням об'єктів, а інституційною трансформацією.

Оператор системи передачі (TSO) – це ключовий елемент національної енергетичної безпеки. У ЄС TSO (наприклад, Réseau de Transport d'Électricité у Франції, 50Hertz у Німеччині) є незалежними юридичними особами, які забезпечують надійну експлуатацію високовольтної мережі, керують міждержавними потоками електроенергії та забезпечують інтеграцію з ENTSO-E. У США аналогічну роль виконують незалежні системні оператори та регіональні оператори передачі, такі як Pennsylvania-New Jersey-Maryland Interconnection або Midcontinent Independent System Operator, які керують не лише передачею, а й централізованими ринками електроенергії. Для України це означає, що «Укренерго» повинно бути не просто державним підприємством, а незалежним TSO з чітким мандатом: забезпечувати надійність системи, розвивати мережу відповідно до європейських стандартів та підтримувати синхронізацію з ENTSO-E. Особливо важливим у воєнних умовах є розвиток розумних мереж (smart grids) та механізмів керування потоками, що дозволять оперативнo перерозподіляти потужності у разі пошкодження окремих ліній.

Однак умови війни вимагають не лише сильного TSO, а й децентралізованих операторів розподільчих мереж (DSO). У ЄС DSO відповідають за експлуатацію низьковольтних мереж, інтеграцію розподіленої генерації (сонячних панелей, вітряків, накопичувачів) та управління локальним попитом. У воєнних умовах саме DSO стають локальними центрами енергетичної стійкості. Наприклад, у разі втрати зв'язку з національною мережею, мікромережі, керовані DSO, можуть працювати в автономному режимі, забезпечуючи електропостачання критично важливих об'єктів – лікарень, пунктів зв'язку, укриттів. Тому відбудова української енергосистеми повинна передбачати створення мережі професійних, фінансово стійких DSO на регіональному та місцевому рівнях. Це вимагає не лише інвестицій у інфраструктуру, а й розвитку кадрового потенціалу, цифрових систем управління та механізмів фінансування.

Не менш важливу роль відіграє національний енергетичний регулятор – у випадку України, Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП) [4]. У США та ЄС регулятори забезпечують довгострокову передбачуваність правил гри, що є критичним для інвесторів. У воєнних умовах це означає, що регулятор повинен:

- встановлювати прозорі та стабільні тарифні механізми для TSO/DSO, які враховують витрати на захист інфраструктури;
- забезпечувати недискримінаційний доступ до мережі для всіх учасників ринку, зокрема для ВДЕ та систем накопичення;
- розробляти механізми хеджування ризиків, зокрема через форвардні контракти або контракти на різницю цін, що захищають інвесторів від волатильності цін; сприяти участі споживачів у балансуванні системи через управління попитом (demand-side response).

Важливо підкреслити, що в умовах війни регулятор не може обмежуватися класичними функціями. Він повинен стати активним агентом трансформації, який координує дії уряду, операторів, інвесторів та міжнародних партнерів. Наприклад, у Польщі після повномасштабного вторгнення Росії в Україну регулятор прискорив процедури підключення ВДЕ та запровадив тимчасові механізми підтримки енергобезпеки. Подібний підхід може бути корисним і для України.

Успішна інституційна реформа неможлива без міжнародної підтримки та гармонізації з європейським законодавством. Україна вже ратифікувала Третій енергетичний пакет ЄС, який вимагає повного функціонального розмежування, незалежності TSO/DSO та прозорості регулювання. Виконання цих вимог не лише сприятиме інтеграції з ENTSO-E, а й стане гарантією для міжнародних інвесторів, які готові фінансувати відбудову. Програми ЄС, таких як ERE (Energy Recovery and Resilience) або Technical Assistance for Energy Sector Reform, можуть надати не лише кошти, а й експертну підтримку у створенні сучасних інституцій [5].

Таким чином, інституційна складова відбудови є не менш важливою за технічну чи ринкову. Без незалежних, професійних і добре фінансованих TSO/DSO, а також сильного регулятора, навіть найкращі технології та ринкові механізми не зможуть забезпечити стійкість української енергосистеми. Умови війни вимагають не просто копіювання західного досвіду, а його адаптації до реалій кризи, з акцентом на децентралізацію, гнучкість та стійкість.

Умови повномасштабної війни роблять відбудову української енергосистеми неможливою без активної міжнародної підтримки. Масштаб руйнувань – понад 60% критичної інфраструктури – перевищує фінансові та інституційні можливості державного бюджету. Тому ключову роль у процесі відновлення відіграють міжнародні фінансові інституції, двосторонні програми підтримки та європейські ініціативи, які надають не лише кошти, а й експертну допомогу, технічні стандарти та механізми координації. Однак така підтримка не є безумовною: вона пов'язана з чіткими вимогами щодо реформ, прозорості та відповідності європейському законодавству.

На сьогоднішній день найбільш значущими джерелами фінансування є Європейський Союз, Європейський банк реконструкції та розвитку (ЄБРР), Європейський інвестиційний банк (ЄІБ), Світовий банк та програми двосторонньої допомоги (зокрема, від США, Німеччини та Норвегії). У 2024 році ЄС запустив Energy Support Package for Ukraine загальним обсягом понад 1,2 мільярда євро, спрямований на відновлення мереж передачі,

розподільчих систем та підтримку ринкових реформ. Цей пакет включає як гранти, так і позикові кошти, але отримання коштів залежить від виконання ключових реформ, зокрема: завершення функціонального розмежування «Укренерго», запровадження ринку потужності, забезпечення недискримінаційного доступу до мережі для ВДЕ, підвищення прозорості тарифного регулювання.

Особливу увагу заслуговує Ukraine Energy Resilience and Recovery Facility (UERRF), створена за підтримки ЄБРР у 2023 році. Ця програма передбачає виділення 500 млн євро на відновлення розподільчих мереж, модернізацію трансформаторних підстанцій та розвиток розумних мереж (smartgrids). Однак, як зазначено в офіційному звіті ЄБРР (2024), кошти надаються лише тим регіональним енергокомпаніям, які продемонструють фінансову стійкість, впровадження систем цифрового обліку та готовність до створення незалежних DSO. Це створює потужний стимул для децентралізації управління енергосистемою на місцевому рівні.

Не менш важливим є проект USAID «EnergySecurity Project», який фокусується не на інфраструктурі, а на інституційному розвитку. З 2022 року ця програма надає технічну допомогу НКРЕКП, «Укренерго» та новим DSO у таких напрямках:

- розробка правил внутрішньоденного та балансуючого ринків;
- створення механізмів управління попитом (demand-sideresponse);
- розробка контрактів на надійність (reliabilitycontracts) як альтернативи ринку потужності;
- підготовка кадрів для роботи в умовах європейського регулювання.

Цей підхід демонструє, що міжнародні партнери розуміють: технічна відбудова без інституційної трансформації буде неефективною.

Особливу роль у координації зусиль відіграє Енергетичне співтовариство ЄС. У 2023 році воно запровадило Energy Community Recovery and Resilience Mechanism, який надає Україні доступ до європейських ринкових платформ, аналітичних інструментів та експертних місій. Зокрема, за підтримки цього механізму було розроблено план розробки ринку потужностей (Road map for Capacity Market Design), який враховує як досвід США, так і обмеження європейського законодавства. Такий підхід дозволяє Україні не винаходити щось нове, а адаптувати перевірені рішення до власних умов.

Важливо підкреслити, що міжнародне фінансування все частіше пов'язане з принципом «будуй краще» (buildback better). Це означає, що кошти не виділяються на просте відновлення зруйнованих об'єктів, а лише на модернізацію, яка підвищує стійкість, ефективність та екологічність. Наприклад, ЄІБ у 2024 році затвердив грант у 150 млн євро на створення мікромереж у прифронтових регіонах, які будуть інтегрувати сонячні електростанції, системи накопичення енергії та резервні дизельні генератори. Такі проекти не лише забезпечують електропостачання в умовах відсутності централізованої мережі, а й стають основою для локальної енергетичної незалежності.

Однак існують і ризики, пов'язані з міжнародною підтримкою. По-перше, повільне впровадження реформ може призвести до затримок у використанні коштів. По-друге, недостатня координація між донорами іноді призводить до дублювання проектів або, навпаки, до прогалин у фінансуванні. По-третє, залежність від зовнішніх ресурсів може знизити мотивацію до внутрішніх реформ. Тому Україні необхідно створити єдиний координаційний центр з управління міжнародною допомогою в енергетиці (наприклад, при Міненерго), розробити прозору стратегію розподілу коштів за регіонами та напрямками, забезпечити регулярний моніторинг та звітування перед міжнародними партнерами.

У підсумку, міжнародна підтримка – це не лише джерело коштів, а й каталізатор реформ, вона дозволяє Україні не просто відновити те, що було зруйновано, а побудувати сучасну, стійку та євроінтегровану енергосистему. Але для цього потрібно не лише отримувати кошти, а й виконувати зобов'язання, підвищувати інституційну здатність та забезпечувати довгострокову передбачуваність для інвесторів.

Висновки

Війна, розв'язана проти України, стала не лише трагедією для нації, а й каталізатором глибокої трансформації енергетичного сектору. Масштабні руйнування інфраструктури, спрямовані на підірив енергетичної та економічної стійкості країни, змусили переосмислити традиційні підходи до інвестування, ринкового регулювання та інституційного управління. У цьому контексті досвід США та Європейського Союзу стає не просто корисним, а стратегічно необхідним орієнтиром для відбудови української енергосистеми. Аналіз міжнародних практик дозволяє сформулювати три ключові напрями реформ, які забезпечать не просто відновлення, а створення сучасної, стійкої та конкурентної енергетичної системи.

По-перше, інвестиційні механізми повинні бути адаптовані до умов високої невизначеності та постійної загрози. Класичні методи, такі як аналіз приведених витрат (LCOE) та крива скринінгу, залишаються корисними інструментами, але вимагають розширення для врахування зовнішніх витрат щодо безпеки – вразливості об'єктів, ризиків переривання постачання палива, витрат на захист та швидкість відновлення. Це робить технології з розподіленою генерацією (сонячна та вітрова енергія, мікромережі, системи накопичення) економічно привабливішими, навіть якщо їхній формальний показник LCOE вищий за традиційні рішення. Умови війни вимагають інвестицій не в «найдешевшу», а в найстійкішу енергетику.

По-друге, ринкова архітектура України повинна поєднувати сильні сторони європейської та американської моделей. З одного боку, інтеграція з ENTSO-E вимагає прийняття європейської біржової моделі, яка забезпечує лібералізацію, прозорість та транскордонну торгівлю. З іншого боку, чисто енергетичний ринок, без механізмів забезпечення надійності, є недостатнім у воєнних умовах. Тому Україні необхідно запровадити ринок потужності або аналогічний інструмент (наприклад, контракти на надійність), який гарантуватиме

дохідність інвестицій у нову генерацію. Крім того, слід розвивати ринки допоміжних послуг та внутрішньодобове балансування, що підвищать гнучкість системи та її здатність до швидкої реакції на шоки.

По-третє, успіх відбудови залежить від ефективності інституцій. Необхідно завершити процес функціонального розмежування між генерацією, передачею та розподілом, забезпечивши незалежність оператора системи передачі (TSO) та створивши мережу професійних операторів розподільчих мереж (DSO). TSO повинен стати центром управління національною мережею та інтеграції з Європою, тоді як DSO – локальними центрами енергетичної стійкості, здатними забезпечувати автономне електропостачання критичних об'єктів у разі втрати зв'язку з централізованою системою. Національний регулятор, у свою чергу, повинен забезпечити довгострокову передбачуваність правил гри, сприяти інвестиціям у ВДЕ та накопичувачі, а також розвивати механізми хеджування ризиків.

Важливо підкреслити, що відбудова енергосистеми – це не лише технічне завдання, а й стратегічна можливість. Вона дозволяє Україні:

- підвищити енергетичну безпеку шляхом децентралізації та диверсифікації джерел;
- прискорити інтеграцію з Європейським Союзом через гармонізацію ринкових правил та інституцій;
- стимулювати «зелену» та цифрову трансформацію економіки;
- створити умови для приватних інвестицій у сучасну інфраструктуру.

Таким чином, аналіз міжнародного досвіду свідчить: найефективніший шлях для України – це не копіювання однієї з існуючих моделей, а розробка гібридного підходу, який поєднує європейську ринкову архітектуру з американськими механізмами забезпечення надійності та стійкості. Такий підхід дозволить не лише відновити те, що було зруйновано, а й побудувати енергосистему майбутнього – більш стійку, гнучку, інтегровану та сприятливу для інновацій. Умови воєнних викликів вимагають сміливих рішень, і саме зараз Україна має унікальний шанс зробити стратегічний крок уперед у своєму енергетичному розвитку.

Список використаних джерел:

1. Київська школа економіки (2024). Оцінка прямих збитків та непрямих втрат енергетичного сектору України внаслідок повномасштабного вторгнення Росії. URL: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/KSE_Vpliv-vii--ni-na-energetiku_UA-1.pdf
2. ENTSO-E (2022, March 16). Continental Europe successful synchronisation with Ukraine and Moldova power systems. URL: <https://www.entsoe.eu/news/2022/03/16/continental-europe-successful-synchronisation-with-ukraine-and-moldova-power-systems/>
3. Міністерство економіки, довкілля та сільського господарства України (2024). Національний план енергетики та клімату України (НПЕК). URL: <https://me.gov.ua/download/e79ecda3-f092-4d36-b600-21083ee61fa8/file.pdf>
4. Energy Community Secretariat (2024). Ukraine Energy Market Observatory Report – Q4 2023. Vienna: Energy Community. URL: <https://www.energy-community.org/dam/jcr:d2502401-d9b4-4bff-b5ba-b55e46cf3ddf/Q42023%20Ukraine%20Energy%20Market%20Observatory%20Report.pdf>

5. Trofymenko O. O., Boiarynova K. O., Roshchyna N. V. Strategic Priorities for the Development of the Energy Sector of Ukraine's Economy. *Problems of Economy*. 2024. No. 4. P. 124–133. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-4-124-133>
6. Royal Academy of Engineering (2004). The Costs of Generating Electricity. London: Royal Academy of Engineering. URL: https://www.eusustel.be/public/documents_publ/links_to_docs/cost/cost_generation_report.pdf
7. Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) (2016). Electricity Generation Costs 2016. London: UK Government. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a8155f2e5274a2e87dbd11b/BEIS_Electricity_Generation_Cost_Report.pdf
8. International Renewable Energy Agency (IRENA) (2020). Renewable Power Generation Costs in 2020. Abu Dhabi: IRENA. URL: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2020.pdf
9. International Energy Agency (IEA) (2020). Projected Costs of Generating Electricity 2020. Paris: OECD. Publishing. URL: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ae17da3d-e8a5-4163-a3ec-2e6fb0b5677d/Projected-Costs-of-Generating-Electricity-2020.pdf>
10. Masters, G. M. Renewable and Efficient Electric Power Systems. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. 2004.
11. Hobbs B. F. Optimization Models for Electric Utility Resource Planning. *European Journal of Operational Research*. 1995. Vol. 83 (1). P. 1–20. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)00190-N](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)00190-N)
12. ENTSO-E (2023). Market Report 2023. Brussels: European Network of Transmission System Operators for Electricity. URL: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/nc-tasks/ENTSO-E_Market_Report_2023.pdf
13. Cramton, P. (2017). Electricity market design. Oxford Review of Economic Policy. 2017. Vol. 33(4). P. 589–612.
14. Rudnick H., Velásquez J. Evolution of Electricity Markets: From Monopoly to Competition. *IEEE Power and Energy Magazine*. 2018. Vol. 16 (3). P. 32–41.
15. ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators) (2023). Consolidated Annual Activity Report 2023. Brussels: ACER. URL: <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/286118/ACER%20Consolidated%20Annual%20Activity%20Report%202023.pdf>

References:

1. Kyivska shkola ekonomiky (2024). Otsinka priamykh zbytkiv ta nepriamykh vtrat enerhetychnoho sektoru Ukrainy vnaslidok povnomasshtabnoho vtorhnennia Rosii [Assessment of direct and indirect losses to Ukraine's energy sector as a result of a full-scale Russian invasion]. Available at: https://kse.ua/wp-content/uploads/2024/06/KSE_Vpliv-vii--ni-na-energetiku-UA-1.pdf
2. ENTSO-E (2022, March 16). Continental Europe successful synchronisation with Ukraine and Moldova power systems. Available at: <https://www.entsoe.eu/news/2022/03/16/continental-europe-successful-synchronisation-with-ukraine-and-moldova-power-systems/>
3. Ministerstvo ekonomiky, dovyklyk ta silskoho hospodarstva Ukrainy (2024). Natsionalnyi plan enerhetyky ta klimatu Ukrainy (NPEK) [National Energy and Climate Plan of Ukraine (NPEK)]. Available at: <https://me.gov.ua/download/e79ecda3-f092-4d36-b600-21083ee61fa8/file.pdf>
4. Energy Community Secretariat (2024). Ukraine Energy Market Observatory Report – Q4 2023. Vienna: Energy Community. Available at: <https://www.energy-community.org/dam/jcr:d2502401-d9b4-4bff-b5ba-b55e46cf3ddf/Q42023%20Ukraine%20Energy%20Market%20Observatory%20Report.pdf>
5. Trofymenko O. O., Boiarynova K. O., Roshchyna N. V. (2024). Strategic Priorities for the Development of the Energy Sector of Ukraine's Economy. *Problems of Economy*, no. 4, pp. 124–133. DOI: <https://doi.org/10.32983/2222-0712-2024-4-124-133>
6. Royal Academy of Engineering (2004). The Costs of Generating Electricity. London: Royal Academy of Engineering. Available at: https://www.eusustel.be/public/documents_publ/links_to_docs/cost/cost_generation_report.pdf

7. Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS) (2016). Electricity Generation Costs 2016. London: UK Government. Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a8155f2e5274a2e87dbd11b/BEIS_Electricity_Generation_Cost_Report.pdf
8. International Renewable Energy Agency (IRENA) (2020). Renewable Power Generation Costs in 2020. Abu Dhabi: IRENA. Available at: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Jun/IRENA_Power_Generation_Costs_2020.pdf
9. International Energy Agency (IEA) (2020). Projected Costs of Generating Electricity 2020. Paris: OECD. Publishing. Available at: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ae17da3d-e8a5-4163-a3ec-2e6fb0b5677d/Projected-Costs-of-Generating-Electricity-2020.pdf>
10. Masters G. M. (2004). Renewable and Efficient Electric Power Systems. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
11. Hobbs B. F. (1995). Optimization Models for Electric Utility Resource Planning. *European Journal of Operational Research*, vol. 83 (1), pp. 1–20. DOI: [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)00190-N](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)00190-N)
12. ENTSO-E (2023). Market Report 2023. Brussels: European Network of Transmission System Operators for Electricity. Available at: https://eepublicdownloads.entsoe.eu/clean-documents/nc-tasks/ENTSO-E_Market_Report_2023.pdf
13. Cramton P. (2017). Electricity market design. *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 33 (4), pp. 589–612.
14. Rudnick H., Velásquez J. (2018). Evolution of Electricity Markets: From Monopoly to Competition. *IEEE Power and Energy Magazine*, vol. 16 (3), pp. 32–41.
15. ACER (Agency for the Cooperation of Energy Regulators) (2023). Consolidated Annual Activity Report 2023. Brussels: ACER. Available at: <https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/286118/ACER%20Consolidated%20Annual%20Activity%20Report%202023.pdf>