DOI: https://doi.org/10.30837/EK.2025.008

Курденко О.В.,
старший викладач кафедри економічної кібернетики
та управління економічною безпекою,
Харківський національний університет радіоелектроніки
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-2127-230X
Бабаєв М.М.,
здобувач вищої освіти,
Харківський національний університет радіоелектроніки
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-5081-0609
Дзівінська А.О.,
здобувач вищої освіти,
Харківський національний університет радіоелектроніки
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-9351-3080
Гулузаде Р.,
здобувач вищої освіти
Харківський національний університет радіоелектроніки

ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА УКРАЇНИ: АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТА ПЕРСПЕКТИВИ НА МАЙБУТНЄ

З моменту повномасштабного вторгнення Росії енергетичний сектор України, особливо її енергосистема, зазнав значної шкоди. Інфраструктура виробництва, передачі та розподілу електроенергії сильно постраждала, особливо у східних та південних регіонах поблизу лінії фронту.

Аналіз наслідків російсько-української війни засвідчує глибокий вплив на енергетичний ринок. У цьому контексті відбулися помітні трансформації: від залежності України та низки інших держав від російських енергоресурсів – до поступового послаблення позицій країни-агресора на світовому енергетичному ринку завдяки санкційній політиці партнерів України. Отже, питання

енергетичної безпеки як складової національної та міжнародної безпеки залишається надзвичайно актуальним і потребує подальшого наукового аналізу, зважаючи на постійні зміни, що спричинені воєнними діями в Україні.

До осені 2024 року всі теплові електростанції та майже всі гідроелектростанції були пошкоджені. За даними міжнародного енергетичного агентства (IEA), тільки з березня по липень 2024 року Україна втратила 9,2 ГВт потужностей – майже половину від того, що залишилося. Поширеними стали поступові відключення електроенергії, деякі регіони отримували електроенергію лише кілька годин на день (рисунок 1) [1].

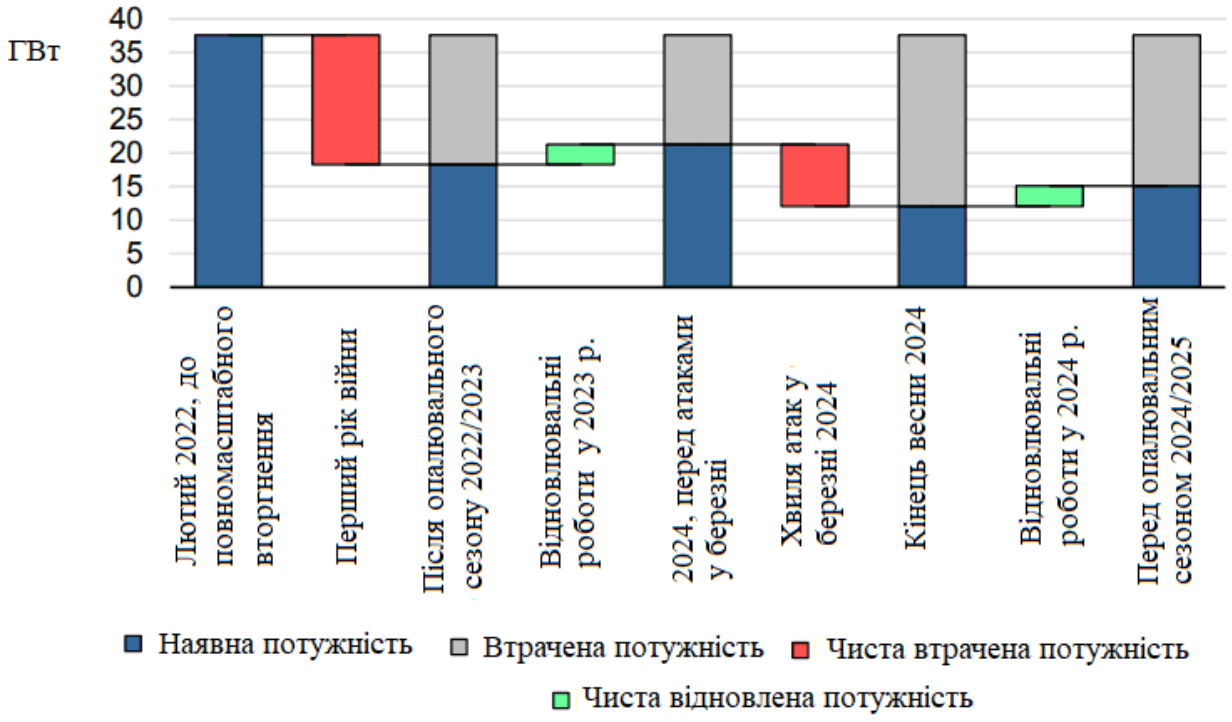

Рисунок 1 – Динаміка зміни загальної енергетичної потужності України за 2022-2024 рр.

Джерело: IEA, авторський переклад

Ремонтні роботи відновили близько 3 ГВт теплових потужностей, а завершення технічного обслуговування ядерних реакторів дещо покращило постачання до осені 2024 року. Однак зимовий попит 2024/2025 рр. прогнозувався на рівні 18-19 ГВт, що залишав ймовірний дефіцит до 6 ГВт залежно від погоди та подальших російських ударів. Незважаючи на

інтенсивний ремонт, очікується, що Україна продовжуватиме стикатися з дефіцитом електроенергії протягом зими 2025/2026 років [1].

За оцінками експертів Світового банку [2], станом на 31 грудня 2024 року загальні збитки всієї інфраструктури України оцінюються в 20,51 млрд доларів США. Це включає збитки, завдані сектору централізованого теплопостачання, які, за оцінками, перевищують 2,5 млрд доларів США. Найбільша частка збитків припадає на енергетичний сектор: 14,8 млрд доларів, в якому найбільшим фактором збитків є сегмент генерації – 11,9 млрд доларів США, за ним йде сегмент передачі електроенергії – 2,23 млрд доларів США. Збитки, завдані сектору розподілу електроенергії, оцінюються приблизно в 0,62 млрд доларів США без урахування активів на територіях, які наразі не контролюються урядом. Оцінки збитків, завданих газовому сектору, становлять 1,35 мільярда доларів США.

За даними Міністерства енергетики України, 2024 рік став найскладнішим для української енергосистеми з початку повномасштабного вторгнення. росія здійснила 13 масованих атак на енергетичну інфраструктуру, застосовуючи нову тактику, балістичні ракети та касетні боєприпаси. Це призвело до втрати близько 10 ГВт генеруючої потужності [3].

Зміна наявної енергетичної потужності та структури генерації представлена на рис. 2 [1].

Атомна енергетика залишається ключовою складовою енергетичного балансу України, попри окупацію Запорізької АЕС – найбільшої в країні. Незважаючи на війну, Україна продовжує програму будівництва нових енергоблоків: перший із них «Енергоатом» планує розпочати цього року за проєктом AP1000 у співпраці з Westinghouse [1]. Усі 9 атомних енергоблоків підготовлено до зимового періоду, вони забезпечують 60% потреб в електроенергії. Україна та США анонсували проєкти зі створення малих модульних реакторів [3].

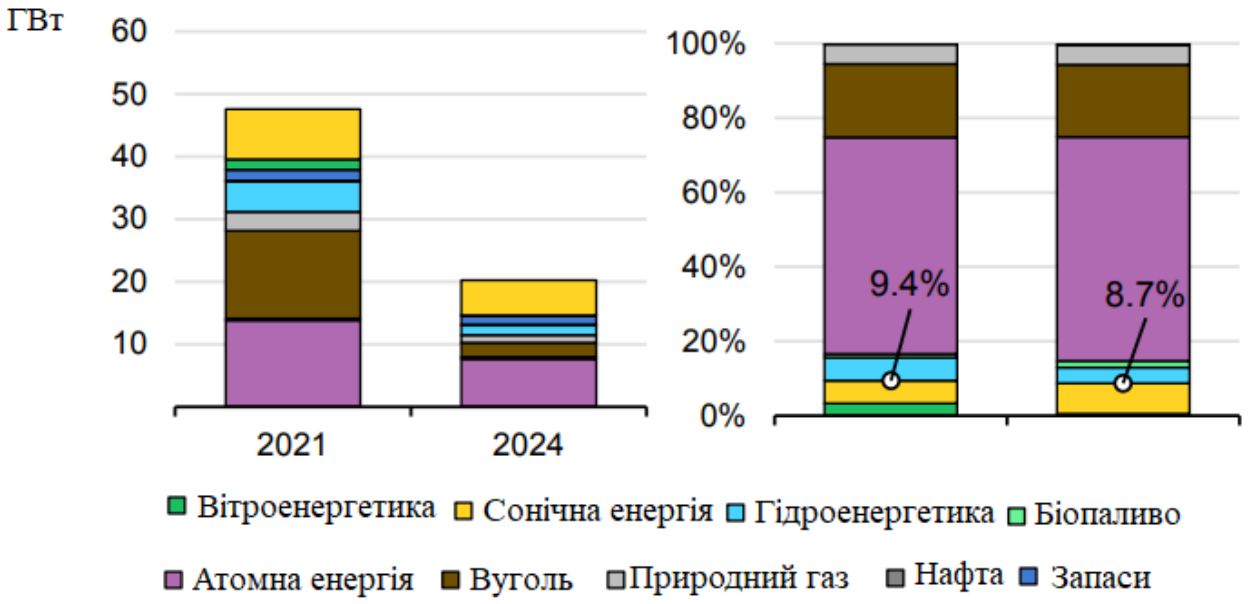

Рисунок 2 – Зміна наявної енергетичної потужності та структура генерації за джерелами енергії

Джерело: IEA, авторський переклад

Навіть до повномасштабного вторгнення енергетичній системі України бракувало гнучкості для балансування змінного попиту та пропозиції електроенергії. До 2022 року вона залежала переважно від атомних та вугільних електростанцій для базового навантаження – результат зменшення залежності від газу після суперечки 2009 року з Росією. Оскільки атомні електростанції не можуть регулювати навантаження, для балансування використовувалися вугільні електростанції, хоча вони погано підходять для цього через повільне нарощування потужності та високі мінімальні навантаження.

Гідроенергетика забезпечувала певну гнучкість, становлячи 5% потужностей (включаючи 1,7 ГВт гідроакумулюючих електростанцій), тоді як газові когенераційні електростанції (ТЕЦ) – близько 9,5% потужностей – також були негнучкими. Швидке зростання відновлюваних джерел енергії не супроводжувалося інвестиціями в гнучкі технології, такі як акумуляторні накопичувачі енергії або напівпікові електростанції, що ще більше посилило швидкість реагування мережі [1].

Вторгнення погіршило ці проблеми: втрати у вугіллі та гідроенергетиці зменшили диспетчерську потужність, послаблюючи гнучкість системи. Хоча було втрачено близько 40% потужностей сонячної та вітрової енергії, нижчий попит на електроенергію (зниження на 30%) зберіг частку змінних відновлюваних джерел енергії приблизно незмінною. Однак, доступна потужність для балансування мережі різко скоротилася.

Електроенергетична система України охоплює близько 23,6 тис. км повітряних ліній та 141 підстанцію напругою 110-750 кВ. Розподільчі мережі включають понад 800 тис. км повітряних і кабельних ліній напругою 0,4-150 кВ та близько 200 тис. трансформаторних підстанцій, що обслуговуються 32 операторами систем розподілу (ОСР). На початок опалювального сезону 2021/2022 рр. готовність електромереж оцінювалася на рівні 90%, з урахуванням планових ремонтів і будівництва нових ліній.

Найбільших втрат інфраструктура зазнала внаслідок бойових дій. У перші місяці повномасштабної війни обсяги руйнувань перевищували можливості ремонтних служб. На початку вторгнення без електропостачання залишалися близько 2 500 населених пунктів (понад 1 млн споживачів). Станом на серпень 2022 року знеструмленими залишалися 930 населених пунктів, де понад 588 тис. споживачів не мали доступу до електроенергії. Найбільш постраждали Донецька, Луганська, Херсонська, Миколаївська, Харківська та Запорізька області.

Російське вторгнення спричинило скорочення споживання електроенергії в Україні більш ніж на 30% порівняно з 2021 роком. Україна збільшила потужність імпорту електроенергії з ЄС до 2,1 ГВт і працює як частина європейської енергомережі ENTSO-E. До синхронізації з європейською мережею ENTSO-E об’єднана енергосистема України експортувала електроенергію переважно з так званого «Бурштинського острова», досягаючи пікових обсягів до 540 тис. МВт·год на місяць. Після приєднання до ENTSO-E та початку повномасштабної війни експортні можливості істотно зменшилися

через дисбаланс у внутрішньому споживанні та обмежувальну політику ENTSO-E щодо поступового відкриття міждержавних ліній для комерційних обмінів. Водночас імпорт електроенергії мав сезонний характер і зростав у пікові періоди відповідно до потреб української енергосистеми та умов європейського ринку. Динаміка імпорту та експорту електроенергії Україною за 2024-2025 рр. наведена на рис. 3 [5].

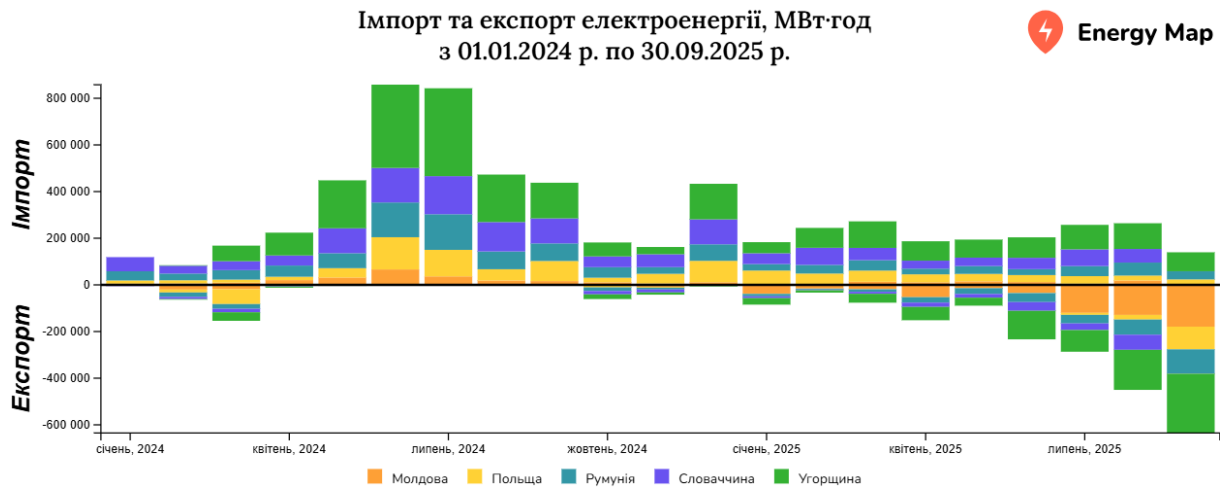

Рисунок 3 – Імпорт-експорт електроенергії України у 2024-2025 рр.

Джерело: Energy Map [5]

Щодо відновлюваної енергетики, то станом на січень 2022 року, до початку повномасштабного російського вторгнення, сектор відновлюваної енергетики України демонстрував стрімке зростання. За даними Energy Map [5], загальна встановлена потужність становила близько 9 656 МВт, без урахування понад 600 МВт, розташованих на тимчасово окупованих територіях, захоплених до 24 лютого 2022 року. Найвищі темпи розвитку спостерігалися у сонячній енергетиці: на початку 2022 року в Україні діяло близько 44,9 тис. індивідуальних (домашніх) і 2 тис. промислових сонячних електростанцій загальною потужністю приблизно 7 640 МВт. З них 1 205 МВт припадало на домогосподарства (без 407,9 МВт СЕС на окупованих територіях). Такий розвиток сприяв підвищенню енергетичної стійкості домогосподарств і підприємств, зменшуючи їхню залежність від централізованих джерел енергії.

Починаючи з перших місяців вторгнення, 13% фотоелектричних потужностей були окуповані російською армією. Близько 8% від загальної встановленої потужності СЕС були зруйновані або пошкоджені. Приблизно 940 МВт СЕС, 1 317 МВт ВЕС, та 3,8 МВт біоенергетичних потужностей досі залишаються окупованими чи зупиненими [4].

Попри суттєві втрати потужностей унаслідок окупації, галузь зберігає стійкий курс на відновлення та модернізацію: за два роки сектор відновлюваної енергетики зріс приблизно на 650 МВт (+6,73%). Встановлена потужність відновлюваних джерел енергії протягом трьох опалювальних сезонів (осінньо-зимових періодів (ОЗП))представлена на рисунку 3. У 2022–2024 роках було введено в експлуатацію нові об'єкти, що дозволило збільшити загальну встановлену потужність до понад 10 300 МВт [4].

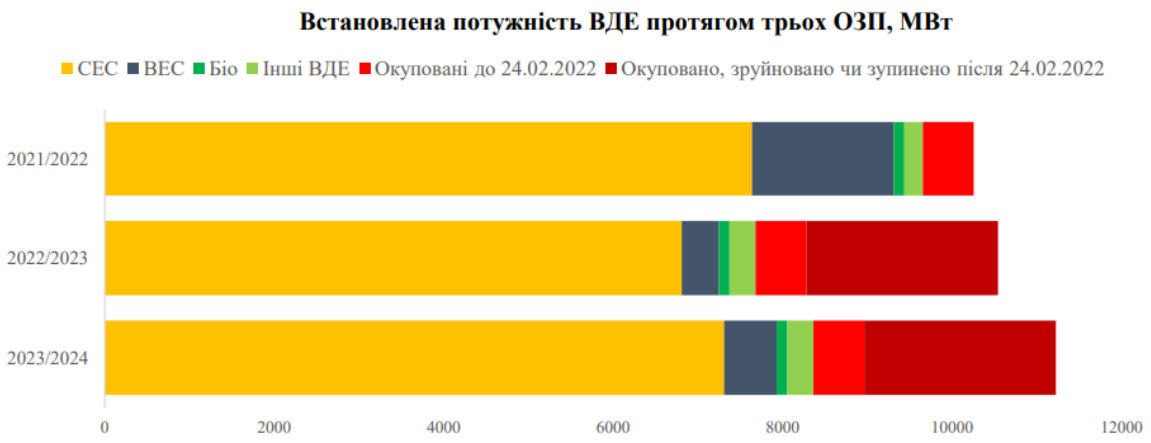

Рисунок 3 – Встановлена потужність відновлюваних джерел енергії протягом 2021-2024 рр.

Джерело: [4]

Водночас регуляторні обмеження та військові фактори створюють ризики для стабільності галузі не лише з технічного, а й з фінансово-комерційного боку. Значна заборгованість за «зеленим» тарифом призводить до затримок у виплатах і, як наслідок, суттєво гальмує реалізацію нових проєктів.

Зі зростанням використання відновлюваних джерел енергії (ВВЕ), енергосистема України повинна стати більш гнучкою в різних часових горизонтах, забезпечуючи як короткострокове балансування, так і достатню пікову потужність. Наразі ця гнучкість залежить від зменшення частки диспетчеризованої генерації та все більше від транскордонних міжсистемних ліній для імпорту та експорту. Однак ці зв'язки обмежені та дорогі, що підкреслює необхідність внутрішнього накопичення енергії та модернізації мережі.

Для відновлення енергетичної галузі під час війни Україна потребує допомоги країн-партнерів. Більшість союзників зробили внески до Фонду енергетичної підтримки України. Він був створений у квітні 2022 року для допомоги енергетичним компаніям у відновленні інфраструктури після обстрілів. Донорами фонду є окремі країни, міжнародні компанії та організації, які спрямовують кошти на закупівлю обладнання, яке не може бути надано у вигляді гуманітарної допомоги.

Найбільшу допомогу для підтримки енергетичного сектору України надали країни «Групи семи плюс» – більше 930 млн євро, у тому числі [5]: більше 70 млн євро грантових внесків до Фонду підтримки енергетики України (найбільший внесок зробила Німеччина – 50 млн); 500 млн євро нового фінансування від США для підтримки енергетичного сектору; 300 млн євро додаткового фінансування від Європейського банку реконструкції та розвитку; 47 млн доларів додаткового гранту від Світового банку та донації у формі гуманітарної допомоги від ЄС.

США через USAID виділили Україні більше 176 млн євро на реалізацію програми «Забезпечення енергопостачання, стійкості та постійної роботи енергомереж». Програма створена для «підвищення стійкості, надійності та економічної доступності постачання українцям електрики, природного газу та тепла» [5].

Для балансування та забезпечення гнучкості енергетичної системи України експерти Міжнародного енергетичного агентства рекомендують децентралізувати енергетичну систему України на основі розподілених енергетичних ресурсів (distributed energy resources) [1].

Розвиток розподілених енергетичних ресурсів (РЕР) є важливим чинником сучасної енергетичної політики, що зміцнює економічну стабільність та енергетичну безпеку. До РЕР належать малі сонячні й вітрові установки, акумулятори енергії та когенераційні системи, які забезпечують децентралізацію виробництва електроенергії та зменшують залежність від централізованих мереж і імпортного палива. Це підвищує стійкість енергетичної системи в умовах криз і геополітичних ризиків.

З економічної точки зору, РЕР стимулюють місцеві інвестиції, розвиток інновацій і створення робочих місць, сприяють енергоефективності та зниженню витрат. Вони також дають споживачам змогу стати активними учасниками енергоринку, підвищуючи його гнучкість і конкурентоспроможність. Інтеграція РЕР є ключовою для переходу до низьковуглецевої економіки, забезпечення надійного, адаптивного та економічно збалансованого енергетичного майбутнього.

Розподілені енергетичні ресурси (РЕР) можуть підвищити гнучкість на місцевому рівні та в масштабах всієї системи. Розташовані поблизу споживачів і часто на базі інверторів, вони можуть швидко регулювати виробництво для стабілізації слабших мереж. Диспетчеризовані РЕР, такі як батареї та малі газові турбіни, можуть збалансувати короткострокові коливання та перемістити попит між низькими та високими періодами. Ключовим завданням є створення збалансованого поєднання гнучких ресурсів, які задовольняють потреби в енергії та надійності там і тоді, коли це необхідно.

Експертами Міжнародного енергетичного агентства окреслено сім ключових рекомендацій для підтримки швидкого відновлення та довгострокової трансформації енергетичного сектору України. Вони

спрямовані на прискорення розгортання розподілених енергетичних ресурсів (РЕР) та просування бачення України щодо сучасної децентралізованої енергетичної системи:

1. *Розробка цілісної стратегії децентралізованої енергетичної системи України на довгостроковий період*. Для успішної трансформації необхідна узгоджена співпраця між секторами та учасниками ринку – від розвитку ланцюгів постачання й локального виробництва до підвищення кваліфікації енергетичних фахівців.

2. *Удосконалення нормативно-правової бази* є важливим кроком, який, попри складність умов війни, слід розпочати вже зараз. Усунення регуляторних та адміністративних бар'єрів сприятиме розвитку розподіленої енергетики і формуванню різноманітної бази ресурсів. Тарифна реформа може стимулювати активнішу участь споживачів підвищувати ефективність споживання та зменшувати потребу в пікових потужностях.

3. *Реформа ринку електроенергії*. Структура ринку електроенергії України повинна враховувати обсяг та різноманітність розподілених джерел енергії, необхідних для безпечної, сталої та доступної енергосистеми. Регулятори та системні оператори повинні покращити доступ до ринку для менш масштабних ресурсів, забезпечуючи, щоб цінові сигнали точно відображали системні вимоги.

4. *Зміцнення потужностей та координації на рівнях передачі та розподілу*. Зі збільшенням частки виробництва в розподільчій мережі, розподільчі компанії повинні будуть відігравати більшу роль у плануванні, експлуатації та нагляді за енергосистемою. Це вимагатиме нарощування потенціалу комунальних підприємств. Враховуючи дедалі більш децентралізований характер енергосистеми, важливо, щоб оператори системи передачі (ОСП) та оператори системи розподілу (ОРС) тісно співпрацювали

5. *Визначення чітких технічних вимог до підключення нових енергетичних активів,* для чого системні оператори та регулятор повинні

разом із національним органом стандартизації розробити технічні стандарти для виробників обладнання, що забезпечать відповідність мережевому кодексу.

6. *Покращення прозорості, моніторингу та контролю активів* для забезпечення безпеки системи. Децентралізована система вимагає надійної інфраструктури даних для планування, експлуатації та нагляду за системою. Це означає не лише розуміння розташування нових активів на стороні споживачів за допомогою таких заходів, як реєстри розподіленої електроенергії та вдосконалена інфраструктура вимірювання (AMI), але й можливість моніторингу низьковольтних мереж, які розміщуватимуть значну частину цих нових потужностей.

7. *Створити відповідні законодавчі основи та фінансові інструменти* для розширення впровадження розподільних енергомереж. Швидка децентралізація вимагає інноваційних механізмів фінансування, особливо під час воєнного часу. Поєднання державних, донорських та приватних коштів може допомогти знизити високу вартість капіталу в енергетичному секторі України.

Таким чином, для реалізації комплексної стратегії енергетичної безпеки України потрібно забезпечити [6, 7]: диверсифікацію джерел постачання, розвиток власних енергоресурсів і відновлюваної енергетики, підвищення енергоефективності та модернізацію інфраструктури. Важливу роль відіграють міжнародне співробітництво з ЄС і НАТО та посилення кіберзахисту енергосистем. Ці заходи спрямовані на зміцнення енергетичної незалежності, зменшення імпортної залежності та забезпечення стабільного енергопостачання для сталого економічного розвитку країни.

Перелік джерел посилань

1. International Energy Agency (IEA). Empowering Ukraine Through a Decentralised Electricity System: a roadmap for Ukraine’s increased use of distributed energy resources towards 2030. December, 2024. URL:

https://iea.blob.core.windows.net/assets/1cb1324f-e145-41c3-b0c2-d78561b4f1fd/EmpoweringUkraineThroughaDecentralisedElectricitySystem.pdf.

2. World Bank Ukraine. Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4). February 2022 – December 2024. URL: https://www.undp.org/ukraine/publications/ukraine-fourth-rapid-damage-and-needs-assessment-rdna4-february-2022-december-2024-english.

3. Міністерство енергетики України. Підсумки 2024 року. URL: https://mev.gov.ua/novyna/pidsumky-2024-roku.

4. ГО «ДІКСІ ГРУП», Міжнародний фонд «Відродження» Проходження осінньо-зимових періодів 2022-2024 рр.: стан енергосистеми. URL: https://dixigroup.org/wp-content/uploads/2024/04/2024_winterseasons_analysis_dixi_group_final.pdf.

5. Енергетична мапа. Імпорт-експорт електроенергії в Україні. URL: https://map.ua-energy.org/uk/datasets/56df70b0-6bc1-4c7d-a82f-284cf723438d.

6. Лісовий А.В., Андрух О.В. Енергетична безпека України: виклики війни та перспективи відновлення економічного потенціалу. *Український економічний часопис*. 2025. № 8. С. 40-43. DOI 10.32782/2786-8273/2025-8-7.

7. 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*. 2024 №2(112). С. 46-53. https://doi.org/10.26642/ema-2025-2(112)-46-53.

8. Полозова Т.В. Управління стратегічним розвитком підприємств енергетичного ринку України. *Український журнал прикладної економіки та техніки*. 2024. Том. 9. № 1. С. 162-168.