

*Вікторія ПЕТРІВ
Андріана МОРОЧИЛО
студентки Західноукраїнського
національного університету*

ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА КРАЇН У КОНТЕКСТІ КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН: ПЕРЕХІД НА ВІДНОВЛЮВАНУ ЕНЕРГЕТИКУ

У сучасних умовах кліматичних змін енергетична безпека стає одним із ключових факторів стабільності держав. Зростання частоти екстремальних погодних явищ, виснаження традиційних ресурсів, геополітична нестабільність та енергетичні кризи змушують країни шукати альтернативні джерела енергії. Перехід до відновлюваної енергетики (ВДЕ) – сонячної, вітрової, гідроенергетики та біоенергетики – є важливим шляхом зміцнення енергетичної незалежності, зменшення викидів парникових газів та забезпечення сталого економічного розвитку

Глобальне потепління вже сьогодні загрожує надійності енергопостачання: посухи знижують вироблення гідроелектроенергії, спека зменшує ефективність теплових електростанцій, шторми руйнують інфраструктуру. Без рішучих дій, за прогнозами ООН, глобальні викиди парникових газів до 2030 року вдвічі перевищуватимуть рівень, необхідний для утримання потепління в межах 1,5°C [1]. Для України це питання набуло рівня національної безпеки: розвиток ВДЕ є стратегічним напрямом як подолання залежності від імпорту енергоносіїв, так і відбудови зруйнованої агресією інфраструктури.

Поняття енергетичної безпеки еволюціонувало від вузьких концепцій фізичного постачання нафти, сформованих після нафтових шоків 1973–1979 рр., до комплексних багатовимірних моделей. У класичному розумінні воно визначається через принцип «чотирьох А»: доступність, надійність, прийнятність ціни та суспільна прийнятність [2]. Сучасні дослідники доповнюють це визначення вимірами стійкості, сталості та суверенітету. Школа Копенгагена розглядає енергетику і клімат як нерозривний «безпековий комплекс», де рішення в одній сфері безпосередньо впливають на іншу [3].

Кліматичні зміни загрожують енергетичній безпеці одночасно через кілька каналів. По-перше, вони безпосередньо порушують надійність генерації: підвищення температури на 2,5-4°C призведе до незворотних змін у гідрологічному циклі [4]. По-друге, посилюють геополітичну нестабільність у ресурсодобувних регіонах. По-третє, формують «кліматичні ножиці» – одночасне зростання попиту на енергію й зниження надійності її виробництва. За оцінками Світового банку, до 2050 року без адаптаційних заходів кліматичні зміни можуть скоротити глобальний ВВП на 10-23% [5].

У відповідь сформувалася концепція «подвійного переходу» одночасної декарбонізації та підвищення стійкості енергетики. IRENA констатує, що ВДЕ вже є найдешевшим джерелом нової генерації у більшості регіонів світу і здатні забезпечити до 90% скорочення викидів у секторі електроенергетики [6]. Географічна розосередженість ВДЕ принципово змінює логіку безпеки: від захисту централізованих точок постачання до побудови стійких розподілених систем. Водночас ця концепція несе ризик «кліматичної нерівності» між розвиненими та країнами, що розвиваються [7].

Ключовим економічним драйвером трансформації є стрімке здешевлення технологій: за останні 15 років вартість сонячних панелей скоротилася більш ніж у 20 разів, що зробило «зелену» генерацію конкурентоспроможною порівняно з традиційною тепловою енергетикою [6]. В Україні сектор ВДЕ вже залучив понад €10 млрд прямих іноземних та внутрішніх інвестицій. Розвиток децентралізованої генерації сприяє переходу від монопольної моделі до мережі малих виробників, утримуючи фінансові ресурси всередині країни.

Перехід на ВДЕ знижує довгострокові витрати на енергозабезпечення. Незважаючи на значні початкові вкладення, експлуатаційні витрати сонячних, вітрових та біоенергетичних установок є порівняно низькими, а собівартість електроенергії більш прогнозованою. Це зменшує залежність від імпорту викопного палива та вразливість економіки до коливань світових цін на нафту і газ.

Особливу роль відіграє біоенергетика для аграрно-орієнтованих країн: використання біомаси та біогазових технологій дозволяє переробляти органічні відходи, замінювати дорогі імпорتنі ресурси та знижувати навантаження на валютні резерви. За даними IRENA, подвоєння частки ВДЕ у світовому балансі до 2030 року може забезпечити щорічне зростання глобального ВВП на 1,1% (близько \$1,3 трлн), підвищення добробуту населення на 3,7% та приріст зайнятості у секторі на 6% щороку [6].

Ключовим технічним викликом є інтермітентність генерації залежність сонячної і вітрової генерації від погодних умов. Для досягнення 80% частки ВДЕ в енергобалансі необхідне кратне зростання потужностей накопичення енергії [8]. Рішення охоплюють кілька напрямів: розвиток акумуляторних систем і ГАЕС, географічну диверсифікацію через міждержавні енергомережі та впровадження розумних мереж (Smart Grid) управління попитом.

Окрема проблема – це залежність від критичних мінералів (літій, кобальт, нікель, рідкісноземельні елементи), попит на які до 2040 року зросте у 4-6 разів [9]. Концентрація їх видобутку у небагатьох країнах (Конго – 70% кобальту, Китай – 60% рідкісноземельних елементів) формує нові ланцюги постачання з власними ризиками геополітичного тиску.

На геополітичному рівні перехід на ВДЕ трансформує залежність держав від зовнішніх постачальників з нафтогазової у технологічну та мінеральну. Китай, контролюючи понад 80% виробництва сонячних панелей [10], формує нову структуру домінування, що відтворює логіку попередньої ресурсної залежності. Гострою проблемою залишається асиметрія: найбільш кліматично вразливі держави мають найменше ресурсів для переходу і вимушені продовжувати використання викопного палива. За даними МЕА, 770 млн людей досі не мають доступу до електроенергії [9].

Для України децентралізована генерація на основі ВДЕ є не лише кліматично доцільною, а й стратегічно необхідною: розосереджені об'єкти генерації значно стійкіші до ракетних ударів, ніж централізована інфраструктура [11].

Сучасні стратегічні пріоритети України формуються на перетині завдань з декарбонізації, технологічної модернізації та інтеграції до європейського енергетичного простору. Відповідно до Енергетичної стратегії України до 2050 року [11], держава бере курс на трансформацію в енергетичний хаб Європи, що передбачає радикальну зміну структури енергобалансу.

Фундаментом зміцнення безпеки є перехід до децентралізованої енергосистеми. Розбудова розподіленої генерації на основі ВДЕ у поєднанні з системами накопичення енергії дозволяє суттєво підвищити живучість системи в умовах воєнних та кліматичних загроз. Стратегічно важливим є також розвиток водневої енергетики, що дозволить використовувати наявну газотранспортну інфраструктуру для транспортування «зеленого» водню [12].

Ключовим інструментом реалізації є гармонізація законодавства з нормами Зеленого курсу ЄС (European Green Deal) та повна синхронізація з ринками ENTSO-E. Важливою складовою є концепція «енергоефективність понад усе»: термомодернізація будівель і цифровізація мереж дозволяють знизити загальний попит на первинну енергію та мінімізувати імпорتنу залежність. Поєднання безвуглецевої генерації (атомної та відновлюваної) з інноваційними методами управління попитом має сформувати нову архітектуру безпеки, що відповідає вимогам кліматичної нейтральності до 2050 року.

Отже, трансформація енергетичних систем на основі ВДЕ є ключовим чинником зміцнення енергетичної безпеки в умовах глобальних кліматичних змін. По-перше, розвиток ВДЕ знижує залежність від імпорту викопного палива, мінімізує вплив коливань світових цін та підвищує автономність національних економік; одночасно стимулюючи інвестиції, інновації та створення нових робочих місць [6]. По-друге, впровадження ВДЕ супроводжується технічними та геополітичними викликами нерівномірністю генерації, конкуренцією за критичні ресурси та асиметрією між країнами; цифровізація управління та прогрес у накопиченні енергії відкривають шляхи їх подолання. Стратегія зміцнення

енергетичної безпеки має поєднувати диверсифікацію джерел постачання, розвиток розподіленої генерації, підвищення енергоефективності та інтеграцію до європейського енергетичного простору. Перехід на ВДЕ є не лише екологічною необхідністю, а й фундаментом формування стійкої та безпечної енергетичної системи XXI століття.

Список використаних джерел:

1. *United Nations Environment Programme. Emissions Gap Report 2022. Nairobi: UNEP, 2022.* URL: <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2022>.
2. *Buzan B., Wæver O., de Wilde J. Security: A New Framework for Analysis. Boulder: Lynne Rienner Publishers, 1998. 239 p.*
3. *Cherp A., Jewell J. The concept of energy security: Beyond the four As. Energy Policy. 2014. Vol. 75. P. 415-421.*
4. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Sixth Assessment Report. Geneva: IPCC, 2021.* URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
5. *World Bank. The Cost of Climate Inaction. Washington, DC: World Bank, 2022.* URL: <https://www.worldbank.org>.
6. *International Renewable Energy Agency (IRENA). World Energy Transitions Outlook 2023. Abu Dhabi: IRENA, 2023.* URL: <https://www.irena.org>.
7. *Newell P., Mulvaney D. The political economy of the just transition. The Geographical Journal. 2013. Vol. 179. No. 2. P. 132-140.*
8. *BloombergNEF. New Energy Outlook 2023. New York: BloombergNEF, 2023.* URL: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>.
9. *International Energy Agency (IEA). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. Paris: IEA, 2021.* URL: <https://www.iea.org>.
10. *Scholten D., Bosman R. The geopolitics of renewables: Exploring the political implications of renewable energy systems. Technological Forecasting and Social Change. 2016. Vol. 103. P. 273–283.*
11. *Кабінет Міністрів України. Енергетична стратегія України до 2050 року. Київ: КМУ, 2023.* URL: <https://www.kmu.gov.ua>.
12. *European Commission. The European Green Deal. Brussels: EC, 2019.* URL: https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en.