
ЕКОЛОГІЯ, ІХТІОЛОГІЯ ТА АКВАКУЛЬТУРА

ECOLOGY, ICHTHYOLOGY AND AQUACULTURE

УДК 504.7:620.9(477)

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.149.1.32>

ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ КОМПЛЕКС ЯК ДЕСТРУКТИВНИЙ ЧИННИК КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН В УКРАЇНІ: ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ТЕНДЕНЦІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

Антонов М.Д. – аспірант кафедри екології та збалансованого природокористування,
Інститут сталого розвитку імені В'ячеслава Чорновола
Національного університету «Львівська політехніка»
orcid.org/0009-0008-6324-8405

Мальований М.С. – д.т.н.,
професор кафедри екології та збалансованого природокористування,
Інститут сталого розвитку імені В'ячеслава Чорновола
Національного університету «Львівська політехніка»
orcid.org/0000-0002-3868-1070

Карпій С.Є. – аспірант кафедри металургійних технологій, екології
та техногенної безпеки,
Інженерний навчально-науковий інститут імені Ю.М. Потєбні
Запорізького національного університету
orcid.org/0009-0007-4167-7252

Паливно-енергетичний комплекс (далі ПЕК) України – один із ключових секторів економіки, що водночас є і найвагомішим джерелом антропогенного тиску на кліматичну систему. У статті здійснено спробу дослідити цю проблему комплексно, зокрема структурні характеристики галузі та поточний її стан, в тому числі зважаючи на повномасштабну війну, конкретні механізми її руйнівного впливу на клімат та пропозиції щодо виходу із ситуації. Охарактеризовано сучасний стан ПЕК України, де атомна генерація забезпечує понад 60% електровиробництва, тепла – близько 30-32%, відновлювані та гідроджерела – по 8%. Встановлено, що відповідальність за переважну більшість прямих викидів парникових газів у секторі несе саме тепла генерація, зокрема, вугільна генерація формує 80% загальнонаціонального обсягу викидів діоксиду сірки, а за рівнем SO₂-забруднення 12 із 30 найбільш забруднюючих вугільних електростанцій Євро регіону розташовані на території України. Детально розглянуто конкретні механізми деструктивного впливу кожного виду генерації: теплових, атомних, гідро-, вітрових та сонячних електростанцій, в тому числі зроблено акцент на забруднення атмосфери, деградацію ґрунтів і водних ресурсів, здоров'я населення та руйнування екосистем. В ході дослідження виявлено, що за даними Центру досліджень в галузі енергетики і чистого повітря (CREA),



© Антонов М.Д., Мальований М.С., Карпій С.Є., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

у 2019 році шкода здоров'ю від викидів вугільних теплових електростанцій (далі ТЕС) в Україні оцінювалась у 8,3 млрд євро, а показник втрачених років здорового життя склав 2.538 на 100 тис. осіб – що став найвищим у Європі. Також розглянуто вплив повномасштабної війни на довкілля: за три роки вторгнення воєнно-спричинені викиди сягнули 230 млн. т. CO₂-еквіваленту, з яких лише за 2024 рік – 2,1 млн. т. від атак на енергетичну інфраструктуру, що на 16% більше ніж за попередні два роки разом взяті. Проаналізовано основні сценарії, визначені Довгостроковою стратегією низьковуглецевого розвитку (далі ДСНВР) (WEM, WAM та NZE) і виокремлено пріоритетні напрями трансформації: декарбонізація генерації, нарощування відновлюваних джерел до 25% у балансі до 2030 р., підвищення енергоефективності, впровадження найкращих доступних технологій та розвиток кліматичної грамотності фахівців галузі.

Ключові слова: паливно-енергетичний комплекс, кліматичні зміни, парникові гази, декарбонізація, відновлювані джерела енергії, тепла генерація, атомна енергетика, вугільні ТЕС, екологічна безпека, Україна.

Antonov M.D., Malovanyy M.S., Karpiv S.Ye. The fuel and energy complex as a destructive factor of climate change in Ukraine: general characteristics, trends and prospects

The fuel and energy complex (hereinafter FEC) of Ukraine is one of the key sectors of the economy and at the same time the most significant source of anthropogenic pressure on the climate system. This article attempts to examine the issue comprehensively, covering the sector's structural characteristics and current state, including in the context of the full-scale war, the specific mechanisms of its destructive impact on the environment, and proposed solutions. The current state of Ukraine's FEC is described where the nuclear generation accounts for over 60% of electricity production, thermal generation for approximately 30-32%, and renewables and hydropower for around 8% each. It is established that thermal generation bears responsibility for the vast majority of direct greenhouse gas emissions in the sector; in particular, coal generation accounts for 80% of national sulfur dioxide emissions, and 12 of the 30 most polluting coal-fired power plants in the Euro region are located in Ukraine. The specific mechanisms of destructive impact of each generation type are examined in detail, namely thermal, nuclear, hydro, wind, and solar power plants – with emphasis on atmospheric pollution, soil and water resource degradation, public health impacts, and ecosystem destruction. The study finds that, according to the Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA), in 2019 the health damage caused by emissions from coal-fired thermal power plants (hereinafter TPPs) in Ukraine was estimated at €8.3 billion, with a disability-adjusted life year indicator of 2,538 per 100,000 people – the highest in Europe. The impact of the full-scale war on the environment is also examined: over three years of invasion, war-induced emissions reached 230 million tonnes of CO₂ equivalent, of which 2.1 million tonnes were recorded in 2024 alone from attacks on energy infrastructure – a figure 16% higher than the previous two years combined. Drawing on regional monitoring data, the main scenarios defined by the Long-Term Low-Carbon Development Strategy (hereinafter LTLCDs) – WEM, WAM, and NZE – are analyzed, and the priority areas for transformation are identified: decarbonization of generation, scaling up renewables to 25% of the energy balance by 2030, improving energy efficiency, introducing best available technologies, and developing climate literacy among sector professionals.

Key words: fuel and energy complex, climate change, greenhouse gases, decarbonization, renewable energy sources, thermal generation, nuclear energy, coal power plants, environmental safety, Ukraine.

Постановка проблеми. Якщо уявити глобальну кліматичну кризу у вигляді будівлі, то паливно-енергетичний комплекс є її фундаментом. Саме на частку спалювання вихопного палива для виробництва тепла і електроенергії, за оцінками МГЕЗК, припадає близько двох третин антропогенних змін клімату, що почалися з кінця XIX ст. [1, с. 6]. Глобальна температура поверхні планети у 2011–2020 роках перевищила доіндустріальний рівень на 1,09°C – і ця тенденція лише прискорюється [2, с. 5]. Прогнози ООН свідчать: без кардинальних змін у структурі енергетики до кінця цього століття потепління сягне 3,2°C, що катастрофічно перевищить поріг 1,5°C, закріплений у Паризькій угоді [3, с. 12].

Для України все сказане вище – не абстрактна статистика. Це безпосередня реальність країни, чия економіка залишається однією з найбільш енергоємних у Європі: витрати енергоресурсів на одиницю ВВП приблизно втричі перевищують середній показник країн ОЕСР [4, с. 14]. За даними Національного кадастру, у 2021 році загальні викиди парникових газів України склали 341,5 млн т CO₂-еквіваленту, і більша їх частина мала прямий зв'язок з ПЕК [5]. Сектор виробництва електроенергії та тепла у 2018 році сформував 99 млн т CO₂ – понад третину всіх національних викидів [2].

Галузь обтяжена структурними проблемами: застаріле обладнання (середній вік вугільних ТЕС – понад 40 років), низькосортне паливо, мінімальні вкладення у природоохоронні системи. За рівнем SO₂-забруднення 12 із 30 найбільш забруднюючих вугільних електростанцій Євросоюзу розміщені саме в Україні, а Бурштинська ТЕС на Івано-Франківщині довгі роки значилась серед найнебезпечніших за діоксидом сірки об'єктів усієї Європи [6]. Повномасштабне вторгнення 2022 року, своєю чергою, не лише завдало колосальних збитків енергетичній інфраструктурі, а й додало новий вимір до кліматичної проблематики – прямі воєнні викиди.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Міжнародна наукова спільнота приділяє значну увагу проблемі кліматичного впливу енергетики. Шостий оцінювальний звіт МГЕЗК (AR6, 2021) – найповніший на сьогодні синтез наукових даних – прямо стверджує, що антропогенний вплив є домінуючим чинником змін клімату з безпрецедентною швидкістю за останні два тисячоліття [2]. На рівні аналізу наслідків для України принципово важливою є праця С. П. Іванюти та ін. (2020), яка системно описує ризики та адаптаційні потреби країни [1]. Структурно-економічний зріз ПЕК подано в огляді ОЕСР [4].

Серед нових вагомих досліджень – аналіз здоров'я населення від викидів вугільних ТЕС, виконаний Центром досліджень в галузі енергетики і чистого повітря (CREA, 2021), який вперше дав кількісну оцінку збитків в євро і показав, що Україна має найгірші в Європі показники втрачених років здорового життя [7]. Попов О. та ін. (2021) зосередились на проблемі золо-шлакових відходів ТЕС: золи токсичних складників можуть мігрувати з золовідвалів і забруднювати атмосферне повітря, ґрунт і підземні води на відстані кількох кілометрів [8]. Аналіз варіантів декарбонізації електросектору до 2035 р. – із розрахунком потреб у потужностях, витратах і викидах за різними сценаріями – проведено у праці Сотник І. та ін. (2024) [9]. Специфіку впливу вітроенергетики на степові екосистеми досліджено в роботі Василюка О. та ін. [10].

Метою дослідження є спроба системно дослідити роль паливно-енергетичного комплексу як деструктивного чинника кліматичних змін в Україні, розкрити конкретні механізми та масштаби негативного впливу кожного виду генерації на довкілля, проаналізувати зміни у кліматичному відбитку ПЕК під впливом воєнних дій, а також визначити стратегічні напрями й першочергові заходи для мінімізації цього впливу в рамках курсу на декарбонізацію.

Виклад основного матеріалу досліджень. ПЕК являє собою розгалужену систему державних та приватних установ, що спеціалізується на видобутку, переробки, виробництва, транспортування і споживання енергоресурсів, що пронизує всі без винятку галузі господарства [11]. Його характерна ознака – нероздільність часових фаз: виробництво, адже передача й споживання електроенергії відбуваються одночасно, що й зумовлює технологічну складність управління та підвищену вразливість [11].

У структурі виробництва електроенергії в Україні (станом на 2025-2026 рр.) домінує саме *атомна генерація*, частка якої перевищує 60% [12]. Вважаємо, що це в тому числі зумовлено воєнними реаліями сьогодення: теплові та гідроелектричні станції зазнали непропорційних ушкоджень і в більшості або вимагають серйозного ремонту, або зведення з нуля. Три чинних атомних блоки – Рівненська (2,8 ГВт), Хмельницька (2 ГВт) та Південноукраїнська (3 ГВт) АЕС – генерують разом близько 7,8 ГВт базового навантаження, при цьому Запорізька АЕС (найбільша в Україні і в Європі) з 2022 р. перебуває під окупацією та переведена на холодний стоп [12].

Теплова генерація (ТЕС і ТЕЦ) посідає друге місце – 30-32%, забезпечуючи гнучке балансування системи, через залежність від паливного забезпечення, сезонних факторів і наслідків руйнування енергетичної інфраструктури [4-13]. Однак саме вона залишається головним кліматичним тягарем нашого енергобалансу.

Гідроенергетика – традиційно 8% – суттєво скоротила вироблення після цілеспрямованого знищення Каховської ГЕС у 2023 р. [14]. Відновлювані джерела (ВДЕ) – вітер, сонце, біомаса – формують близько 8% і демонструють приріст, хоча і повільніший, ніж до початку повномасштабної фази війни [13]. Важлива тенденція, яку зафіксувала УкрЕнерго: 11 травня 2021 р. відновлювана генерація вперше перевищила теплову за добовим обсягом [16].

Хочемо зауважити, що на загальносистемному рівні, Міжнародне агентство з відновлюваної енергетики (IRENA) відносить Україну до країн з реальним потенціалом для масштабного розвитку ВДЕ. За сценарієм повоєнного відновлення, розрахованим дослідниками Інституту наук про навколишнє середовище (Женевський університет) та Кафедри економіки, підприємництва та бізнес-адміністрування (Сумський державний університет) (2024), до 2035 р. загальну встановлену потужність потрібно збільшити у 2,7-3,2 рази відносно рівня травня 2024 р., причому впровадження екологічно орієнтованих сценаріїв (30% ВДЕ і відмова від вугілля) підвищить системні витрати лише на 5-13% [9].

Незважаючи на це, варто також згадати, що функціонування теплових електростанцій супроводжується колосальними побічними наслідками для довкілля. За хімічним складом продуктів горіння, вугільна генерація одночасно забруднює атмосферу діоксидом сірки (SO_2), оксидами азоту (NO_x), вуглекислим газом (CO_2), монооксидом вуглецю (CO), зв'язаними частинками ($\text{PM}_{2.5}$ та PM_{10}) і важкими металами [14]. Вугільні ТЕС України відповідальні за 80% загальнонаціонального обсягу викидів SO_2 і 25% – NO_x , при цьому суттєвих систем десульфурації на більшості об'єктів досі немає [6; 7]. За оцінками аналітичного центру EMBER, 72% сумарного обсягу летючої золи від вугільних електростанцій ЄС, країн Енергетичного співтовариства і Туреччини разом – формують саме українські ТЕС [6]. Бурштинська ТЕС (Івано-Франківська обл.) тривалий час посідала перше місце серед найбільших емітентів SO_2 у масштабі всього Євросоюзу. Це прямо підтверджує звіт МГЕЗК про те, що лише дві третини змін клімату, зумовлені діяльністю людини, зокрема збільшенням концентрації парникових газів в атмосфері, і що замість обмеження глобального потепління до $1,5^\circ\text{C}$ згідно з Паризькою угодою 2015 року, світ наразі знаходиться на шляху до потепління на $3,2^\circ\text{C}$ до 2100 року (рис. 1) [11].

Наслідки для здоров'я є не менш деструктивними. Дослідження CREA (2021) оцінює шкоду здоров'ю населення від викидів вугільних ТЕС у 2019 р. в 8,3 млрд євро (у межах 5,5-11,2 млрд євро), з яких 3,2 млрд євро безпосередньо в Україні та 5,1 млрд євро – в інших країнах, передусім сусідніх із Польщею та

Румунією [7]. За показником втрачених років здорового життя через забруднення атмосферного повітря Україна набирає 2,538 одиниць на 100 тис. осіб – це найвищий показник у Європі, за даними ВООЗ [17].

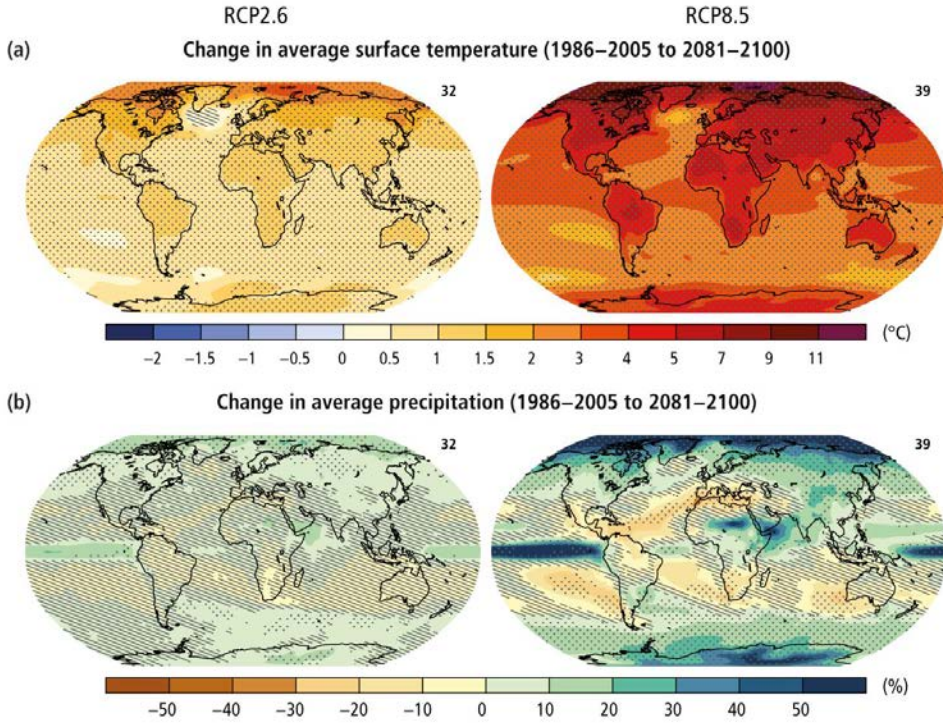


Рис. 1. Прогноз МГЕЗК щодо середньорічного підвищення температури [3]

Окрему проблему становлять золо-шлакові відходи ТЕС. Їх накопичення на золовідвалах у великих обсягах у поєднанні зі слабким моніторингом і застарілими технологіями ізоляції призводить до того, що небезпечні складники (оксиди кремнію, алюмінію, кальцію, мікроелементи важких металів) мігрують у ґрунт і підземні води в радіусі кількох кілометрів від об'єктів [8]. Особливо тривожним є накопичення важких металів – арсену, свинцю, кадмію, ванадію – у ґрунтового покриву навколо ТЕС, оскільки їх депонування визначає довгостроковий характер негативного впливу: на відміну від газових викидів, вони не розсіюються.

Нарешті, термодинамічна специфіка ТЕС така, що до двох третин виробленої теплової енергії відводиться безпосередньо в довкілля через ставки-охолоджувачі та водойми, спричиняючи масштабне теплове забруднення водних об'єктів і зміну їх гідробіологічного режиму [16]. ТЕС потужністю 1 000 МВт споживає кисню в обсязі, який виробляє близько 101,000 га лісу [15-16]. Це не метафора: це питання, наскільки компенсаторна ємність біосфери взагалі спроможна врівноважити масштаби теплоенергетики.

При дослідженні об'єкту статті, варто згадати й менш очевидні ризики атомної, відновлюваної та гідро-генерації, адже їхнє позиціонування як беззастережно «чистих» альтернатив є неточним.

Атомна генерація в нормальному режимі дійсно майже не спричиняє викидів парникових газів, проте за нею тягнеться ціла низка некліматичних, але серйозних екологічних проблем: накопичення відпрацьованого ядерного палива, шлейф радіоактивних ізотопів у штатних викидах, поступове зростання в атмосфері концентрацій криптону-85 зі швидкістю близько 5% щороку [18]. Ситуацію з Запорізькою АЕС слід виокремити особливо: утримування найбільшої в Європі атомної станції (6 реакторів, 5,7 ГВт) у стані холодного стопу в умовах активних бойових дій і без належного міжнародного контролю формує ризику радіаційної катастрофи, наслідки якої для клімату і здоров'я населення вийшли б далеко за межі України [12].

Відновлювана генерація суттєво менш шкідлива за теплову, але не є повністю нейтральною. Вітроенергетика у степових зонах, типовому ландшафті для будівництва ВЕС в Україні, несе ризику для унікальних екосистем. Степові угіддя акумулюють від 80% рослинної біомаси у підземних частинах (глибина 2-4 м), що робить їх ефективними вуглецевими поглиначами [10]. Будівництво вітрових станцій означає масштабне порушення цього покриву, активізацію ерозійних процесів, загибель птахів і кажанів, а також вивільнення в атмосферу накопиченого у ґрунті вуглецю [10]. Сонячна генерація комунального масштабу займає значні площі, змінюючи дренажну систему та мікроклімат довкілля. Всі ці фактори не скасовують кліматичної переваги ВДЕ над вугіллям, але потребують урахування при плануванні розміщення об'єктів.

Гідроенергетика змінює не клімат безпосередньо, а гідрологічний режим та ландшафт цілих регіонів. Затоплення заплав, знищення нерестовищ прохідних риб, зміна термічного й хімічного режиму водойм – усе це добре відомі наслідки будівництва ГЕС [19]. Знищення Каховської ГЕС у 2023 р. продемонструвало ще й катастрофічний варіант гідроенергетичного ризику: раптова втрата водосховища знищила заплавні екосистеми на сотнях тисяч гектарів, зруйнувала сільськогосподарські угіддя і знелюднила цілі населені пункти – і все це разом спричинить кліматичні наслідки у вигляді масштабної деградації ґрунтового покриву на роки вперед.

Вищезазначене дає чітко зрозуміти, зміни клімату – це не абстракція. В Україні вони вже відчутні: збільшення частоти і тривалості посух, поширення посушливих умов на сільськогосподарські регіони центру та півдня, нерегулярні паводки на заході, поступова деградація ґрунтів. Відповідно до Шостого оцінювального звіту МГЕЗК, продовження нинішніх тенденцій означає потепління на 3,2°C до 2100 р. [2; 3], що для аграрної країни з великою часткою посівних площ у зоні ризику є загрозою продовольчій безпеці.

У контексті міжнародних зобов'язань Україна декларувала намір скоротити викиди парникових газів більш ніж на 65% від рівня 1990 р. до 2035 р. – до приблизно 300 млн т CO₂-еквіваленту [19, с. 27]. За поточними даними, у 2021 р. викиди склали 341,5 млн т CO₂-еквіваленту [5], що дає загальне уявлення про масштаб необхідного скорочення. Важливо розуміти: значна частина вже досягнутого скорочення порівняно з 1990 р. є наслідком деіндустріалізації, а не екологічної модернізації. Тому справжнє декарбонізаційне завдання – складніше, ніж виглядає зі статистики.

Аналізуючи ПЕК як кліматичний чинник в Україні, важливо наголосити на тому, що стало принципово новим з 2022 р. – пряму кліматичну шкоду від воєнних дій. За оцінками Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, сумарні воєнно-спричинені викиди парникових газів за три роки

повномасштабного вторгнення сягнули 230 млн т CO_2 -еквіваленту [20]. Показово, як розподіляється динаміка: якщо за перші два роки (2022-2023) викиди від атак на енергетичну інфраструктуру склали 1,1 млн т CO_2 , то лише за 2024 р. цей показник зріс до 2,1 млн т CO_2 – тобто майже подвоївся [20]. Таке різке зростання пояснюється посиленням атак саме на об'єкти електро- та теплогенерації. Загальні структурні втрати генеруючих потужностей перевищили 20 ГВт (порівняно з довоєнним рівнем) [21], а збитки тільки від ушкоджень об'єктів виробництва, транспортування і розподілу електроенергії та газу перевищили 10 млрд дол. [7].

Є й ефект «вуглецевого зворотного зв'язку», що його описала міністерка Світлана Гринчук: 2024 р. став роком, коли кліматичний і воєнний чинники поєдналися у площині лісових і степових пожеж. Площа ландшафтних пожеж в Україні подвоїлась відносно середнього довоєнного рівня, а самі пожежі стали новим великим джерелом кліматичних викидів [20].

Пропонуємо перенести теоретичні аргументи в конкретику й звернутися до регіонального рівня – Львівської області, де функціонують Добротвірська ТЕС і три ТЕЦ (Львівська, Новороздільська, Новояворівська). Показники цього регіону зручно використовувати як репрезентативний зріз, оскільки область поєднує як традиційну теплову генерацію, так і розвинений моніторинг.

Згідно зі Звітом про стан довкілля Львівської області за 2024 р., чотири зазначені підприємства сумарно виробили 866,87 млн кВт·год. електроенергії. Підприємства сектору постачання електроенергії, газу і пари викинули в атмосферне повітря 18,3 тис. т. забруднювальних речовин, що склало 31,6% загальних викидів стаціонарних джерел по регіону [22]. Для порівняння: у 2022 р. цей показник сягав 33,3 тис. т – тобто за два роки обсяг скоротився майже вдвічі [22], що є позитивною динамікою. Проте важливо розуміти причинність: зниження значною мірою пояснюється змушеним переходом частини споживачів на дизельні генератори та децентралізовані системи після обстрілів, а не екологічною модернізацією підприємств.

Окреме питання – рівень кліматичної грамотності тих, хто приймає рішення в секторі. Результати опитування представників Львівського енергетичного сектору (дані Департаменту екології та природних ресурсів ЛОДА) показали: лише 16% постійно співпрацюють з кліматичними фахівцями, ще 8% роблять це часто [22]. При цьому 44% використовують менше 30% наявної кліматичної інформації при прийнятті управлінських рішень [22] (рис. 2).

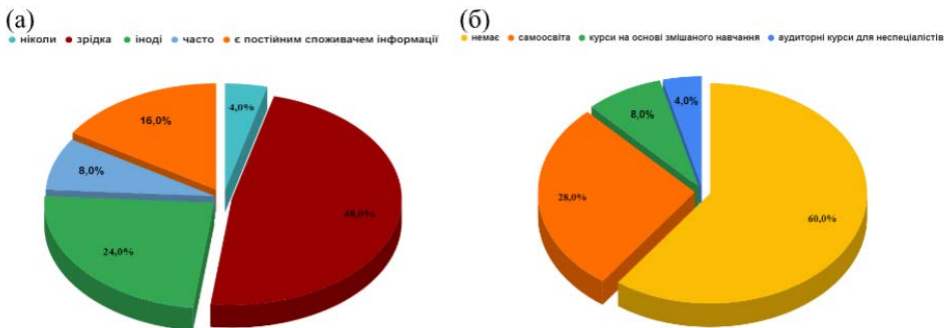


Рис. 2. Взаємодія з фахівцями в галузі кліматичного обслуговування (а) і наявність базової кліматичної освіти у представників енергетичного сектору (б)

Законодавча і стратегічна «рамка» для декарбонізації ПЕК в Україні складається з трьох ключових документів: Довгострокової стратегії низьковуглецевого розвитку до 2050 р. [19], Стратегії екологічної безпеки та адаптації до змін клімату до 2030 р. [9-23] та Національного плану з енергетики та клімату (НПЕК) на 2025-2030 рр. [24]. Ці документи узгоджуються з вимогами Регламенту ЄС 2018/1999 щодо управління Енергетичним союзом [25] і є частиною євроінтеграційного курсу.

ДСНВР описує три сценарії. Сценарій WEM (існуючих заходів) передбачає незначне зростання викидів (~5%) у 2025-2035 рр. через збільшення промислового виробництва та залишання вугілля у балансі. Сценарій WAM (з додатковими заходами) – поступове зниження на ~5% у цей самий період зі стабільним подальшим трендом. Сценарій NZE (нетто-нуль) – зниження на ~8% до 2035 р. і досягнення нульового балансу до 2050 р. [19] – Рис. 3. Реалістичний горизонт для досягнення цілей НВВ2 передбачає, що до 2030 р. викиди у сферах виробництва електроенергії та тепла знизяться на 26% від рівня 2019 р. і на 75% від рівня 1990 р. [2; 5].

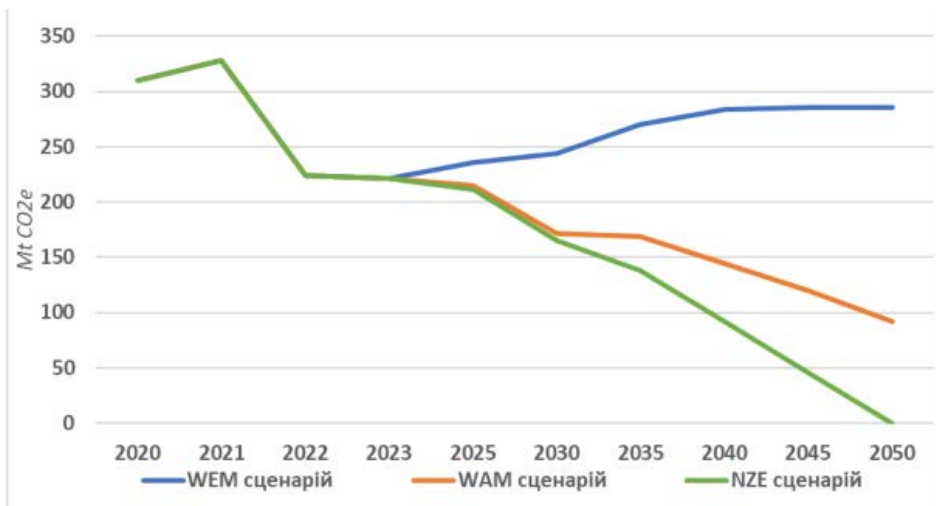


Рис. 3. Сценарій викидів ПГ в ДСНВР за сценаріями WEM, WAM та NZE

Серед конкретних інструментальних механізмів – поступовий вихід з вугільної генерації (припинення споживання вугілля для енергетики до 2040 р. відповідно до прогнозів), нарощування ВДЕ до щонайменше 25% енергобалансу до 2030 р. та досягнення кліматичної нейтральності до 2050 р. [21]. Важливим важелем є законодавче впровадження найкращих доступних технологій і методів управління (НДТМ) відповідно до законопроекту № 4167 «Про промислове забруднення» [26], що транспонує Директиву ЄС 2010/75/ЄС про промислові викиди. Не менш значущим залишається питання вуглецевого ціноутворення: поточна ставка вуглецевого податку в Україні складає 30 грн/т CO₂ [21] – і це справді одна з найнижчих ставок у Євросоюзі, що фактично позбавляє підприємства будь-яких стимулів до добровільної екомодернізації.

Є ще один аспект, який у стратегічних документах прописаний слабо, – системна освітня робота з персоналом енергетичної галузі. Як показав регіональний

моніторинг, брак кліматичної грамотності серед виконавців і менеджерів перетворюється на самостійний гальмівний чинник. 32% опитаних фахівців прямо вказують на потребу у практично орієнтованих курсах, іще 16% – у базовій кліматичній освіті [22]. Реалізація будь-якої зі стратегій без цієї складової ризикує залишитися декларацією.

Висновки. Паливно-енергетичний комплекс України поєднує значну економічну системотворчу роль зі статусом головного джерела антропогенного кліматичного тиску в країні. Структурна залежність від викопних видів палива, технічна застарілість ТЕС (середній вік понад 40 років) і вкрай низький рівень природоохоронного оснащення об'єктивно визначають ПЕК як основний деструктивний кліматичний чинник. Теплова генерація несе відповідальність за 80% SO₂ і 67% CO₂ від спалювання палива у секторі, а сукупні збитки здоров'ю населення від забруднення, що його спричиняють вугільні ТЕС, перевищують у грошовому виразі виправданий прибуток від їхньої експлуатації. Атомна, відновлювана та гідрогенерація мають суттєво менший кліматичний відбиток, ніж тепла, однак формують власні – радіаційні, екосистемні та гідрологічні – ризики, що потребують диференційованого підходу при плануванні трансформації ПЕК.

Повномасштабне вторгнення додало якісно новий вимір до кліматичного рахунку ПЕК, одночасно формуючи безпрецедентну можливість для низьковуглецевої відбудови, яку важливо не витратити на просте відновлення старих систем. Стратегічна рамка (ДСНВР, сценарій NZE, цілі НПЕК) визначає чіткий орієнтир – кліматична нейтральність до 2050 р., 25% ВДЕ до 2030 р. Однак між деклараціями і змінами на рівні підприємств сьогодні пролягає прірва: символічний вуглецевий податок, затягнуте впровадження НДТМ, відсутність системної кліматичної освіти персоналу галузі. Подолання цих прогалин є не менш важливим завданням, ніж технічна модернізація. Перспективи подальших досліджень пов'язані з розробленням уніфікованої методології розрахунку воєнних кліматичних викидів, кількісною оцінкою вуглецевого потенціалу різних сценаріїв відбудови ПЕК, а також вивченням взаємозалежності між рівнем кліматичної грамотності спеціалістів і якістю управлінських рішень у секторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Іванюта С. П., Коломієць О. О., Малиновська О. А., Якушенко Л. М. *Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації*. Київ : НІСД, 2020. 110 с.
2. Masson-Delmotte V. et al. *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC*. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/> (дата звернення: 13.04.2026).
3. IPCC. *Climate Change 2014 Synthesis Report., 2014*. URL: https://ar5-syr.ipcc.ch/topic_summary.php (дата звернення: 13.04.2026).
4. *Огляд енергетичного сектору України: інституції, управління та політичні засади*. ОЕСР, 2020. URL: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/uk/publications/reports/2020/12/_c6854d07/6c0a9228-uk.pdf (дата звернення: 14.05.2026).
5. EcoAction. *Декарбонізація секторів економіки України*. 2023. URL: <https://ecoaction.org.ua/dekarbonizatsia-ekonomiku-ua.html> (дата звернення: 14.04.2026).
6. Ember. *Air Pollution in Turkey, Ukraine and the Western Balkans*. 2021. URL: https://ember-energy.org/app/uploads/2021/05/Analysis_-_Air-pollution-in-Turkey-Ukraine-and-the-Western-Balkans.pdf (дата звернення: 14.04.2026).
7. Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA). *Health Impacts of Coal Power Plant Emissions in Ukraine*. 2021. URL: <https://energyandcleanair.org/publication/health-impacts-of-coal-power-plant-emissions-in-ukraine/> (дата звернення: 14.04.2026).

8. Popov O., Iatsyshyn A., Kovach V. et al. *Effect of Power Plant Ash and Slag Disposal on the Environment and Population Health in Ukraine*. *Journal of Health and Pollution*. 2021. Vol. 11, No. 31. P. 210910. DOI: 10.5696/2156-9614-11.31.210910.

9. Sotnyk I., Sasse J-P., Trutnevte E. *Decarbonizing Ukraine'S Electricity Sector in 2035: Scenario Analysis*. DOI: 10.1016/j.esd.2024.101482. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666278724000461> (дата звернення: 14.04.2026).

10. Василюк О., Кривохижа М., Прекрасна Є., Норенко К. *Витряні електростанції та зміни клімату*. Київ : UNCG, 2015. 32 с.

11. *Структура енергетичної галузі України*. URL: <https://studfile.net/preview/5044288/page:66/> (дата звернення: 14.04.2026).

12. *Діючі АЕС в Україні станом на 2025 рік*. URL: <https://radiy.com/blog/diyuchi-aes-v-ukrayini-stanom-na-2025-rik/> (дата звернення: 14.04.2026).

13. *Частка ВДЕ у структурі генерації електроенергії у березні 2025 р. склала майже 9%*. URL: <https://expro.com.ua/novini/chastka-vde-u-struktur-generac-elektroenerg-u-berezn-2025-r-sklala-mayje-9> (дата звернення: 05.04.2026).

14. DIXI Group. *Відбудова України за допомогою енергетичних технологій нового покоління зі США*. URL: <https://dixigroup.org/analytic/vidbudova-ukra%D1%97ni-za-dopomogoyu-energetichnih-tehnologij-novogo-pokolinnya-zissha/> (дата звернення: 14.04.2026).

15. *Вплив електроенергетики на навколишнє природне середовище : навч. матеріали*. URL: https://kegt.rshu.edu.ua/images/dustan/1_o_p_1.pdf (дата звернення: 14.04.2026).

16. EcoAction. *Emissions of toxic substances from Ukrainian coal power plants in 2019 likely have killed 1315 people in the EU and twice as much in Ukraine*. URL: <https://en.ecoaction.org.ua/emissions-likely-have-killed-1315-eu-people-and-twice-in-ukraine.html> (дата звернення: 14.04.2026).

17. *Вплив на навколишнє середовище, спричинений виробництвом електричної енергії*. URL: <https://www.ez.rv.ua/vplyv-na-navkolyshnye-seredovyshhe-sprychunenyj-vyrobnytstvom-elektrychnoyi-energiyi/> (дата звернення: 14.04.2026).

18. *Вплив на довкілля, спричинений виробництвом електричної енергії*. URL: <https://insolenergy.com.ua/impact-on-the-environment/> (дата звернення: 14.04.2026).

19. *Довгострокова стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року*: постанова Кабінету Міністрів України від 18 червня 2024 р. URL: <https://me.gov.ua/download/ba4565a8-544b-4c90-af84-49b2b718f629/file.pdf> (дата звернення: 14.04.2026).

20. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. *230 мільйонів тонн CO₂ – викиди парникових газів за три роки повномасштабного вторгнення. 2025*. URL: <https://mepr.gov.ua/svitlana-grynchuk-230-miljoniv-tonn-co-vykydy-parnykovyh-gaziv-za-try-roky-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rosiyi-v-ukrayinu/> (дата звернення: 14.04.2026).

21. UkraineInvest. *Energy*. URL: <https://ukraineinvest.gov.ua/en/industries/energy/> (дата звернення: 14.04.2026).

22. Корда В. В., Башта Г. В., Сенюк А. І. та ін. *Звіт про стан довкілля у Львівській області за 2024 рік*. Львів : Департамент екології та природних ресурсів ЛОДА, 2024.

23. *Стратегія екологічної безпеки та адаптації до зміни клімату на період до 2030 року* : розпорядження Кабінету Міністрів України від 20 жовтня 2021 р. № 1363-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1363-2021-%D1%80#Text> (дата звернення: 14.04.2026).

24. *Національний план з енергетики та клімату України 2025–2030* : проект. URL: <https://me.gov.ua/download/e79ecda3-f092-4d36-b600-21083ee61fa8/file.pdf> (дата звернення: 14.04.2026).

25. *Regulation (EU) 2018/1999 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the Governance of the Energy Union and Climate Action*. Official Journal of the European Union. URL: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2018/1999/oj/eng> (дата звернення: 14.04.2026).

26. EcoAction. *Якими мають бути кліматичні амбіції української енергетики та промисловості*. URL: <https://ecoaction.org.ua/iakymy-maiut-buty-klimatychni-ambitsii.html> (дата звернення: 14.04.2026).

Дата першого надходження статті до видання: 30.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 22.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026