

Технічні науки

УДК 551.58

Епiк Олексiй Володимирович

молодий науковий співробітник

Інститут технічної теплофізики НАН України

Epik Oleksii

Junior Researcher

Institute of Engineering Thermophysics of of NAS of Ukraine

Фіалко Наталія Михайлівна

доктор технічних наук, професор,

член-кореспондент НАН України, завідувач відділу

Інститут технічної теплофізики НАН України

Fialko Natalia

Doctor of Technical Sciences, Professor,

Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of the Department

Institute of Engineering Thermophysics of NAS of Ukraine

DOI: <https://doi.org/10.25313/2520-2057-2026-7-12105>

МІТІГАЦІЯ ЯК ЕЛЕМЕНТ КЛІМАТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ В УКРАЇНІ **MITIGATION AS ELEMENT OF CLIMATE SECURITY IN UKRAINE**

***Анотація.** У роботі розглянуті основні засади кліматичної політики України у сфері мітігації, визначений внесок України у глобальну кліматичну безпеку а контексті мітігації, проаналізовано інструменти монетизації CO₂ у сфері мітігації, підкреслено роль мітігації і синергетичних заходів в*

кліматичній безпеці, кількісно оцінений масштаб мітігації і внесок у кліматичну безпеку і для групи комбінованих заходів мітігації і адаптації. Зроблено акцент на розкоординованості кліматичної політики у сфері кліматичної безпеки, відсутність самого поняття «кліматична безпека» у кліматичному плануванні і інтегрованого підходу на рівні держави до мітігації як його елементу.

Ключові слова: зміна клімату, мітігація, скорочення викидів, парникові гази, монетизація CO₂.

Summary. The paper considers the main principles of Ukraine's climate policy in the field of mitigation, identifies Ukraine's contribution to global climate security in the context of mitigation, analyzes the tools for monetization of CO₂ in the field of mitigation, emphasizes the role of mitigation and synergistic measures in climate security, quantifies the scale of mitigation and contribution to climate security, and for groups of combined mitigation and adaptation measures. Emphasis is on the lack of coordination of climate policy in the field of climate security, the absence of the very concept of "climate security" in climate planning and an integrated approach at the state level to mitigation as its element.

Key words: climate change, mitigation, emission reduction, greenhouse gases, monetization of CO₂.

Вступ. Для України, яка постраждала від повномасштабної війни, питання кліматичної безпеки все більше набувають виміру не тільки окремих її компонентів, таких як мітігація, але і національної та економічної безпеки. Кліматична безпека як поняття поки що не розглядалася як комплексна міждисциплінарна парадигма із чіткою стратегією розвитку та інтеграцією всіх компонентів, скоріше характерна окрема активність без узгодженості на рівні

держави. Елементи мітігації, як компоненту кліматичної безпеки (скорочення викидів CO₂, моніторинг викидів, проекти в рамках Кіотського протоколу, розвиток відновлюваної енергетики) впроваджувалися скоріше на рівні окремих секторів чи підприємств без прив’язки і інтеграції до кліматичної безпеки в тому числі через відсутність центру координації політик.

Попри повномасштабну війну, Україна залишається одним із ключових гравців глобальної кліматичної архітектури. Викиди парникових газів України у 2023–2025 роках є на рівні близько 200-220 млн т CO₂-еквівалента (0,41 % глобальних) [1]. Останній Національно визначений внесок України (NDC 2 від жовтня 2025 р.) [2] містить ціль не перевищення викидів CO₂ на рівні 65% від рівня 1990 р., і далі кліматична нейтральність до 2050–2060 років. У період Кіотського протоколу 2008-2012 рр. (і далі до 2014 р.) Україна була світовим лідером за кількістю проектів та абсолютною кількістю скорочень викидів за механізмом Спільного Впровадження (Стаття 6 Кіотського протоколу) – більше 600 зареєстрованих проектів, в середньому 120 млн т CO₂/рік скорочень викидів CO₂ (верифікованих проектів) [3]. Також Україна (через взаємодію між урядами) активно брала участь в реалізації Статті 17 – реалізуючи Схему прямих екологічних (зелених) інвестицій, що дала можливість скоротити близько 50 млн. т CO₂ і залучити до 250 млн. Євро інвестицій.

Наразі Україна є Стороною Паризької угоди (з 2015 р.), яка містить прямі механізми скорочення викидів CO₂ (Стаття 6), а також уряд впроваджує на національному рівні механізм торгівлі квотами по Статті 6 Паризької угоди. Так у червні 2026 року затверджена Постанова КМУ Про реалізацію експериментального проекту щодо виконання окремих положень статті 6 Паризької угоди [4]. У 2024-2025 рр. були підписані Меморандуми із Швейцарією (2022) і Японією (2024) в рамках статті 6.2 Паризької угоди, перші проекти і скорочення викидів CO₂ очікуються у 2026-2027 рр.

Починаючи з 2021 р. частково впроваджені внутрішні інструменти скорочення викидів, такі як внутрішня система торгівлі викидами (в частині вимірювання, звітність та верифікація), податок на CO₂. У 2026 р. розпочався перший перехідний етап реалізації механізму прикордонного вуглецевого коригування (Carbon Border Adjustment Mechanism CBAM). Також наявні непрямі інструменти декарбонізації і кліматичного фінансування: схема зелених облігацій, енергосервісні компанії, співфінансування зелених проектів через різні урядові програми і фонди, пільгове кредитування, цільове фінансування через фонд декарбонізації, тощо. Скорочення викидів від цих механізмів оцінюються у діапазоні 20-50 млн. т CO₂/рік з 2022 р. і дотепер. В Україні доступні різноманітні добровільні системи торгівлі викидами (Добровільний вуглецевий ринок (Voluntary Carbon Market), Gold Standard), є одиничні приклади проектів (агросектор і лісове господарство), що сприяє поступовій декарбонізації і підвищенню кліматичної безпеки.

Таким чином, «кумулятивний внесок» у глобальну кліматичну безпеку за період 2008-2026 (Кіотський протокол і всі інші механізми) з точки зору абсолютних скорочень викидів можна оцінити як 600-800 млн. т CO₂-екв.

Mitigation (Mitigation), або прямі скорочення викидів CO₂

Мітігація (пом'якшення) — це комплекс заходів, спрямованих на зменшення обсягів викидів парникових газів (ПГ) та збільшення їх поглинання. Для України це означає перехід до низьковуглецевої енергетики, підвищення енергоефективності, розвиток відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) та впровадження циркулярної економіки. Закон про основні засади державної кліматичної політики [5] фіксує ціль України — досягнення кліматичної нейтральності до 2050 року. Проміжна ціль передбачає скорочення викидів парникових газів на 65% до 2030 р. порівняно з рівнем 1990 року. Досягнення

цих показників вимагає впровадження комплексних заходів у наступних сферах:

- Модернізації промисловості (зокрема енергетики, металургійної, хімічної, виробництво цементу, добрив) із заміщенням викопного палива на електрифікацію та зелений водень.
- Розвитку розподіленої генерації та відновлюваної енергетики.
- Збільшення площ лісів та захисних насаджень для природного поглинання CO₂-екв.

Скорочення викидів є елементом кліматичної безпеки, який може бути кількісно оцінено через скорочення CO₂, симетрично до кліматичного ризику, стійкості або адаптаційної здатності. Чим менше викидів CO₂, тим нижче кліматичні ризики, а значить вище кліматична безпека. Мітігація визначена і синхронізована з національно визначеним внеском (ЕСКО) України, національними планами (Національний план з економіки клімату (НПЕК-2030), Енергостратегія-2050, Дорожня карта ВДЕ до 2030, Планом відновлення України, тощо) та цілями Європейського союзу (ЄС) з декарбонізації. П'ята швидка оцінка завданої шкоди та потреб (RDNA5) [6] вказує збитки, пов'язані із секторами, що генерують викиди CO₂ на рівні 150 млрд. дол. (потреби на відновлення – 90,6 млрд дол. (з них 70,8 млрд — тільки на електроенергетику)). За даними групи експертів Initiative on Greenhouse Gas Accounting of War (Climate Focus, Екодія та ін.), додаткові викиди виключно від військових дій в Україні в період лютий 2022 - лютий 2025 сягнули 175 млн т CO₂, а загальні пов'язані збитки – до 57 млрд. дол. США [7].

Основні інструменти мітігації, що вже використовуються в Україні:

- 1) СВАН ЄС (з 2026): моніторинг, верифікація та звітність для 6 секторів (сталі, цемент, добрива/аміачні продукти, алюміній, електроенергія, водень). Очікувані втрати без дій – 1–2 млрд євро/рік;

- 2) Стаття 6 Паризької угоди: проектні механізми та ІТМО (обмін квотами – Швейцарія, Японія, Climate Market Club). Забезпечує пряме фінансування і зниження кліматичних ризиків через обмін квотами між проектами або урядами. Очікуване додаткове фінансування – 0.5-1 млрд. Євро/рік;
- 3) Податок на CO₂. Внутрішній інструмент стимулювання декарбонізації. При рівні податку 30 Євро/т CO₂ (в 50 раз вище, ніж зараз, але співставно із цінами на скорочення викидів в СВАН і Європейською системою торгівлі викидами парникових газів (ЄСТВ)) та реформі адміністрування і розподілу очікуване додаткове фінансування – 3-5 млрд. Євро/рік;
- 4) Внутрішня система торгівлі викидами, лінкована з ЄСТВ. При доопрацюванні законодавчої бази очікуване фінансування – 0.5-1 млрд. Євро/рік;
- 5) Інші механізми (добровільні системи торгівлі, схема зелених облігацій, ЕСКО, співфінансування зелених проектів, пільгове кредитування, цільове фінансування через фонд декарбонізації та інші). Очікуване фінансування – 0.2-0.5 млрд. Євро, в основному дрібномасштабні проекти для населення і домогосподарств.

Роль ESG-звітності в мітігації

ESG-звітність (Environmental, Social, Governance – набір стандартів діяльності компанії для оцінки її сталого розвитку) є інструментом прозорості звітності для залучення кліматичного фінансування. Фінансові інституції, такі як Європейський банк реконструкції і розвитку (EBRD), Світовий банк (WB), Міжнародна фінансова корпорація (IFC) запроваджують оцінку проектів за ESG-критеріями. Цей стандарт звітності містить розділи аналізу кліматичних ризиків (кількісна та якісна оцінка), що напряду пов’язано із впливом того чи іншого бізнесу на кліматичну безпеку («внесок» у кліматичну безпеку). Таким чином для кліматичної безпеки впровадження стандартів звітності ESG є

базовим принципом кількісного визначення поточного стану кліматичної стійкості об'єктів та бізнесів, та для подальшого отримання фінансування на відновлення і реконструкцію, а також зниження кліматичних ризиків і впровадження заходів зі скорочення викидів CO₂.

Справедливий перехід (Just Transition) як елемент мітігації. Україна зобов'язалася повністю відмовитися від вугілля в електрогенерації до 2035 року (підтверджено в НПЕК-2030, Енергетичній Стратегії до 2050, Державній цільовій програмі справедливого переходу вугільних регіонів до 2030 року – постанова КМУ №711 від 2025 [8]). Програма охоплює 10 вугільних регіонів (близько 2,2 млн жителів) і передбачає поступове закриття державних шахт, перепідготовку працівників, створення нових робочих місць у секторі ВДЕ, відбудову інфраструктури на основі критеріїв стійкості, рекультивації шахт і ґрунту, диверсифікації, розвиток еквівалентного виробництва енергії на основі ВДЕ, енергоефективності, зниження вуглецевого сліду, соціальної підтримки громад. Справедливий перехід підвищує здатність системи опиратися кліматичним ризикам і має прямий ефект скорочень викидів CO₂.

Кількісна оцінка масштабу компонентів мітігації і загальну оцінку ризиків і впливів на кліматичну безпеку показані у табл. 1.

Таблиця 1

**Оцінка масштабу інвестицій і втрат на мітігацію за ключовими
компонентам та вплив на кліматичну безпеку**

№	Компонент кліматичної безпеки	Інвестиції до 2050 р., млрд. Євро	Втрати від бездіяльності до 2050 р., млрд. Євро	Мультиплікаційні ефекти для економіки до 2050 р., млрд. Євро**	Вплив на кліматичну безпеку
1	Мітігація, скорочення викидів ПГ, в т.ч.	10...25	20...40	25...50	Високий
1.1	Прямі скорочення викидів	10...15	15...20	10...15	Високий

1.2	Механізми монетизації CO ₂	3...5	10...15	25...30	Високий
1.3	ESG звітність, моніторинг, звітність, верифікація	2...5	3...5	5...10	Середній
1.4	Just transition	5...10	5...10	5...10	Середній

Найбільш важливими компонентами є прямі скорочення та механізми монетизації CO₂, які мають також і найбільші мультиплікаційні ефекти для економіки (комерційно окупні проекти).

Концепція синергії мітігації і адаптації

В теперішній час Україна має необхідність реалізації кліматичної політики в умовах повоєнної відбудови та євроінтеграції, необхідно розглядати заходи мітігації в комплексі з іншими компонентами кліматичної безпеки. Це створює унікальну ситуація, коли замість відбудови зруйнованих індустріальних об'єктів за старими технологіями, держава може інвестувати у "зелені" інновації та циркулярну економіку і одночасно отримати ефекти для різних компонентів кліматичної безпеки.

В цьому контексті існує аспект синергії адаптації та мітігації. Існують так звані комбіновані заходи, які одночасно зменшують викиди (мітігація) та підвищують стійкість екосистем чи інфраструктури (адаптація).

Нижче в таблиці 2 наведено оцінку з якісними та кількісними показниками для умов України, щодо синергетичного ефекту основних груп заходів мітігації і адаптації.

Таблиця 2

Порівняльний аналіз основних груп комбінованих заходів мітігації та адаптації в Україні

Технологія / Захід	Якісна синергія (Мітігаційний (М) + Адаптаційний ефекти (А))	Кількісні індикатори, Потенціал для України	Ризики та обмеження (зокрема iLUC (Indirect Land Use Change – (непрямі зміни у землекористуванні))
Виробництво енергії з біомаси, біометану, біогазу	М: Заміщення викопного палива, утилізація відходів агропромислового конкурсу, виробництво зеленого водню (поглинання CO ₂) А: Органічний дигестат відновлює гумус ґрунту, підвищуючи його вологоутримуючу здатність під час посухи, зменшується ефект від екстремальних явищ при потраплянні відходів в води/ґрунт.	Потенціал: Біомаса: до 20 Мтне/рік Біогаз/біометан: 20-25 млрд нм3/рік. Скорочення викидів: 1.3...2.5 т CO ₂ -екв./тне (заміщену)	Висока потреба в інвестиціях, системи ПСО і субсидій, невиконання критеріїв стійкості
Агроекологічні практики (No-Till, Strip-Till, крапельне зрошення, точне землеробство, виведення стійких сортів, тощо)	М: Депонування вуглецю в ґрунті, зменшення витрат дизпалива, зменшення енергоспоживання на інфраструктурі А: Запобігання вітровій та водній ерозії, збереження ґрунтової вологості в умовах дефіциту опадів	Збільшення вмісту органічного вуглецю в ґрунті на 0.1–0.3% щорічно. Економія палива: 20-50% (20–40 літрів/га). Скорочення викидів 0.5...1 т CO ₂ -екв./тне (заміщеного палива)	Початкове зниження врожайності у перші роки, проблеми кваліфікації персоналу, проблеми з критеріями стійкості, великі інвестиції, необхідність закупівлі спецтехніки, вибудовування складної системи моніторингу,
Енергетичні культури, проекти запобігання iLUC	М: Забезпечення сталого постачання біопалива з мінімальним вуглецевим слідом. А: Вирощування на деградованих/малородючих	Потенціал площ в Україні: до 2-3 млн га маргінальних земель. Поглинання: 10–	Необхідність суворого сертифікаційного контролю (ISCC).

	землях, стабілізація зсувів, відновлення біорізноманіття.	20 т CO ₂ -екв./га/рік (міскантус, енергетична верба, тополя).	
Мала та мікро-гідроенергетика (руслові ГЕС)	М: Генерація чистої відновлюваної електроенергії з низьким вуглецевим слідом. А: Локальне регулювання паводків, створення резервуарів прісної води для посушливих періодів.	Скорочення 0.4-0.6 т CO ₂ -екв./МВт·год Забезпечення автономності громад. Підвищення стійкості до паводків	Ризик порушення річкових екосистем, замулення русел; висока залежність від сезонного обміління річок.

Групи заходів, звісно, не обмежуються представленими, але така оціночна матриця може бути розроблена для всіх компонентів кліматичної безпеки в комплексі, що може надалі бути використано для кількісних оцінок в процесі розробки Концепції кліматичної безпеки України.

Висновки і рекомендації

- 1) Скоординувати державну політику у сфері кліматичної безпеки через створення єдиного координаційного органу, Офісу кліматичної безпеки, з чітко визначеними повноваженнями.
- 2) Розробити Концепцію кліматичної безпеки як окремий інтегрований документ, що пов'яже енергетичне, кліматичне та військове планування, врахувати синергетичні ефекти від заходів мітігації та адаптації.
- 3) Доповнити стратегічні документи України, такі як НПЕК-2030, Енергетична стратегія-2050, Національна безпекова стратегія, План відновлення України, та інші пов'язані новим окремим розділом «Кліматична безпека». Інтегрувати поняття «Кліматична безпека» у ЗУ «Про основні засади державної кліматичної політики».

- 4) Передбачити координацію заходів і пріоритетне фінансування тих, що мають ефект і для адаптації і для мітігації в процесі справедливого переходу
- 5) Обов'язкова ESG-звітність для бізнесу як ключовий елемент отримання фінансування від міжнародних фондів і донорів і Фонду кліматичної безпеки.

Література

1. *Emissions Database for Global Atmospheric Research*. GHG emissions of all world countries, 2025 report. URL: https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2025?vis=co2pop (дата звернення: 04.05.2026).
2. *Другий Національно визначений внесок України*. Поданий до РКЗК ООН 29.10.2025, Постанова КМУ № 1172 URL: https://unfccc.int/sites/default/files/2025-11/2%20Ukraine%20NDC2_adj_v2.pdf (дата звернення: 04.05.2026).
3. *Jl projects registry for Ukraine* (official UNFCCC database). URL: https://ji.unfccc.int/JI_Parties/DB/E6OJWRL8OP3UCSQ2FVQZX7TT3CL1PV/viewDFP (дата звернення: 07.05.2026).
4. Про реалізацію експериментального проекту щодо виконання окремих положень статті 6 Паризької угоди : Постанова Кабінету міністрів України №766 від 10 червня 2026 року. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/766-2026-%D0%BF#Text>
5. Про основні засади державної кліматичної політики : Закон України, №3991-IX, 30.10.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3991-20#Text> (дата звернення: 04.05.2026).

6. *RDNA 5. Rapid Damage Needs Assessment Report*. Published by World Bank on annual basis, February 2026, the World Bank, the Government of Ukraine, the European Union, the United Nations. Edited by Anne Himmelfarb. Coverage period: Dec 2022-Dec 2025. URL: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/099022026094036395/pdf/P514499-22f93f3a-4278-42bc-b907-db9553d12069.pdf> (дата звернення: 04.05.2026).

7. *Climate damage caused by Russian War in Ukraine, 4th assessment report*. Conducted by Climate Focus et al, February 2026. Authors: Lennard de Klerk, lead author, Mykola Shlapak, Olga Gassan-zade, Adriaan Korthuis, Sergiy Zibtsev, Viktor Myroniuk, Oleksandr Soshenskyi, Roman Vasylyshyn, Regional Eastern Europe Fire Monitoring Centre, Svitlana Krakovska, Ukrainian Hydrometeorological Institute, Lidiia Kryshtop, UNIGIS, Vrije Universiteit Amsterdam, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Coverage period 24 Feb 2022-23 Feb 2026. URL: <https://climatefocus.com/publications/climate-damage-russian-war-in-ukraine-24-months/> URL: https://en.ecoaction.org.ua/wp-content/uploads/2026/02/climate-damage-rusagression_48months_en-2s.pdf (дата звернення: 07.05.2026).

8. Про затвердження Державної цільової програми справедливої трансформації вугільних регіонів України на період до 2030 року : Постанова КМУ №711-2025-п від 18.06.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/711-2025-%D0%BF#Text> (дата звернення: 04.05.2026).