

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УМОВАХ ВІЙНИ В УКРАЇНІ

AIR POLLUTION DURING THE WAR IN UKRAINE

Інна Хондак, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, ORCID: 0000-0001-6644-9968

Тетяна Стищенко, доцент, Харківський національний університет радіоелектроніки, ORCID:0000-0003-4530-0253

<https://doi.org/10.32447/bcet.2025.26>

Анотація. У роботі досліджено проблему забруднення атмосферного повітря як одну з найгостріших екологічних загроз сучасного світу. Особливу увагу приділено ролі парникових газів – зокрема вуглекислого газу (CO₂), метану (CH₄), озону (O₃), фреонів та закису азоту (N₂O) – у зміні клімату та погіршенні якості повітря. На основі офіційних статистичних даних проведено аналіз динаміки викидів основних забруднюючих речовин і парникових газів у семи областях України (Дніпропетровській, Вінницькій, Запорізькій, Львівській, Івано-Франківській, Харківській та Черкаській) у період з 2019 по 2023 роки. Простежено тенденції зростання або зниження обсягів викидів. У контексті воєнних дій в Україні з 2022 року проаналізовано, як бойові дії, знищення інфраструктури, промислових підприємств та збільшення обсягів спалювання вплинули на атмосферне повітря в окремих регіонах. Акцентовано увагу на тому, що збереження екологічної стабільності, адаптація до нових викликів і перехід до сталого розвитку є надзвичайно важливими для повоєнного відновлення країни. У статті наголошується про необхідність системного екологічного моніторингу, модернізації промисловості, скорочення викидів парникових газів і впровадження принципів сталого розвитку як основи для екологічно безпечного майбутнього України.

Ключові слова: забруднення, атмосферне повітря, парникові гази, сталий розвиток, екологічний моніторинг

Abstract. The article examines the problem of atmospheric air pollution as one of the most acute environmental threats in the modern world. Particular attention is paid to the role of greenhouse gases – in particular carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄), ozone (O₃), freon and nitrous oxide (N₂O) – in climate change and air quality deterioration. Based on official statistical data, an analysis of the dynamics of emissions of major pollutants and greenhouse gases in seven regions of Ukraine (Dnipropetrovsk, Vinnytsia, Zaporizhia, Lviv, Ivano-Frankivsk, Kharkiv and Cherkasy) was conducted in the period from 2019 to 2023. Trends in the growth or decrease in emissions were tracked. In the context of military operations in Ukraine since 2022, it was analyzed how hostilities, the destruction of infrastructure, industrial enterprises and an increase in burning volumes affected atmospheric air in individual regions. The article emphasizes that maintaining ecological stability, adapting to new challenges and transitioning to sustainable development are extremely important for the country's post-war recovery. The article emphasizes the need for systematic environmental monitoring, modernization of industry, reduction of greenhouse gas emissions and implementation of sustainable development principles as the basis for an environmentally safe future of Ukraine.

Keywords: pollution, atmospheric air, greenhouse gases, sustainable development, environmental monitoring

ВСТУП

Чисте, незабруднене повітря – безцінний дар природи, яким ми користуємося щодня, навіть не замислюючись над надзвичайною значущістю цього фактора при забезпеченні життєдіяльності всього людства. Саме воно наповнює легені життям, дарує енергію, підтримує природну рівновагу на планеті. Проте у XXI столітті повітря, яким ми дихаємо, дедалі частіше стає невидимою потенційною загрозою. Забруднення атмосфери – одна з найгостріших екологічних проблем сучасності, що торкається кожного куточка Землі та кожного мешканця планети. Промислові викиди, вихлопи транспорту, спалювання сміття, вирубка лісів та воєнні дії – усе це приводить до забруднення повітря, змінює клімат і негативно впливає на здоров'я мільйонів людей на планеті. На даний час, для досягнення цілей сталого розвитку, Європейським союзом впроваджується зелений курс (European Green Deal) до якого долучилася і Україна. Ключовими аспектами якого є досягнення кліматичної нейтральності країнами ЄС до 2050 року. Важливим компонентом є Механізм коригування вуглецевих кордонів (CBAM), що забезпечує стимулювання використання на промисловому виробництві сучасних, більш ефективніших технологій, які зменшать вплив на довкілля шкідливих або небезпечних виробничих чинників та допоможуть зберегти приємним та безпечним для життя оточуюче середовище.

Директива ЄС щодо звітності про сталий розвиток (CSRD) та Європейські стандарти звітності про сталий розвиток (ESRS) модернізують і посилюють правила щодо соціальної та екологічної інформації, про яку компанії мають звітувати. Правила забезпечують власникам та інвесторам чи іншим зацікавленим сторонам, доступ до інформації, необхідної для оцінки впливу промислових підприємств на довкілля, а також дозволяють з'ясувати ризики, пов'язані зі зміною клімату та іншими проблемами досягнення стійкого сталого розвитку суспільства⁷⁵⁷. Враховуючи різні види викидів та їх вплив на навколишнє середовище, уряди країн Європейського Союзу, як один із інструментів, використовують екологічне оподаткування для зменшення негативного впливу шкідливих викидів на довкілля. Наприклад, податки на викиди CO₂ стимулюють виробничі підприємства зменшувати свої викиди парникових газів, тим самим сприяючи досягненню цілей скорочення вуглецевого сліду. Аналогічно, податки на викиди оксидів азоту (NO_x) та діоксиду сірки (SO₂) спрямовані на зменшення утворення смогу та кислотних дощів, що значно покращує якість повітря і тим самим створюють безпечне і здорове проживання населення на територіях⁷⁵⁸.

У роботі розглядаються масштаби забруднення атмосферного повітря, його причини, наслідки та можливі шляхи подолання негативного впливу.

АКТУАЛЬНІСТЬ

Враховуючи сучасний стан інноваційно-технологічних процесів в промисловості, проблема забруднення атмосферного повітря на сьогодні є однією з найважливіших екологічних загроз як у глобальному, так і в національному вимірі.

Швейцарські вчені IQAir у звіті за 2023 рік проаналізували дані з понад 30 000 станцій моніторингу якості повітря в 7812 місцях у 134 країнах, територіях і регіонах та зробили невтішні для всього людства висновки – тільки сім країн відповідали щорічним рекомендаціям ВООЗ щодо PM_{2,5} (середньорічне значення 5 мкг/м³ або менше): Австралія, Естонія, Фінляндія, Гренада, Ісландія, Маврій і Нова Зеландія.

⁷⁵⁷ EU Corporate Sustainability Reporting Requirements Strategic and operational implications of CSRD and ESRS [Electronic resource]. – Access mode : <URL: <https://www.deloitte.com/content/dam/assetszone2/uk/en/docs/services/legal/2024/deloitte-uk-csrd-esrs-ra-perspective-new.pdf>> дата звернення: 18 травня 2025.

⁷⁵⁸ Ісламлі Д. Пріоритети розвитку податкових систем країн ЄС у контексті реалізації цілей сталого розвитку. Економіка, управління та адміністрування, (4(110), 2024.109–115. [https://doi.org/10.26642/ema-2024-4\(110\)-109-115](https://doi.org/10.26642/ema-2024-4(110)-109-115).

П'ятьма найбільш забрудненими країнами у 2023 році були:

1. Бангладеш (79,9 мкг/м³) більш ніж у 15 разів перевищує річний рекомендований ВООЗ рівень PM_{2.5}.
2. Пакистан (73,7 мкг/м³) більш ніж у 14 разів перевищує річний рекомендований ВООЗ рівень PM_{2.5}.
3. Індія (54,4 мкг/м³) більш ніж у 10 разів перевищує річний рекомендований ВООЗ рівень PM_{2.5}.
4. Таджикистан (49,0 мкг/м³) більш ніж у 9 разів перевищує річний рекомендований ВООЗ рівень PM_{2.5}.
5. Буркіна-Фасо (46,6 мкг/м³) більш ніж у 9 разів перевищує річний рекомендований ВООЗ рівень PM_{2.5}.

Загалом у 124 (92,5%) зі 134 країн та регіонів рівень забруднення PM_{2.5}, встановлений ВООЗ, перевищив річне рекомендоване значення 5 мкг/м³. Африка залишається найбільш недостатньо представленим континентом, де третина населення досі не має доступу до даних про якість повітря. Кліматичні умови та транскордонна імкла були основними факторами в Південно-Східній Азії, де концентрації PM_{2.5} зросли майже в кожній країні. Регіон Центральної та Південної Азії був домівкою для десятки найбільш забруднених міст світу⁷⁵⁹..

Зростання концентрації парникових газів, таких як CO₂, CH₄ і N₂O, спричиняє посилення парникового ефекту, зміну клімату та зниження якості життя населення. Україна, як країна з потужним промисловим потенціалом і великим аграрним сектором, зіштовхується з численними викликами у сфері контролю та зменшення шкідливих викидів.

Особливої актуальності ця тема набуває в умовах повномасштабної війни, яка розпочалася у 2022 році. Військові дії, руйнування промислових об'єктів, інфраструктури, пожежі, вибухи та переміщення населення значно погіршили екологічну ситуацію в багатьох регіонах України. Це створює нові ризики для здоров'я людей, біорізноманіття та кліматичної стабільності.

У цьому контексті аналіз викидів забруднюючих речовин і парникових газів у семи ключових промислових областях України за останні п'ять років (2019–2023) є вкрай важливим для оцінки реального стану атмосферного повітря, виявлення тенденцій та пошуку ефективних шляхів зменшення впливу людської діяльності на довкілля. Зниження рівня забруднення повітря є невід'ємною умовою для формування здорового середовища, зміцнення енергетичної незалежності та інтеграції України до європейської екологічної політики. В останньому звіті ІРСС підкреслюється необхідність політики, яка наполягатиме на негайній, а не поступовій відмові від викопного палива як джерела енергії та зменшення зростання від викидів CO₂.

Крім того, результати цієї роботи мають практичне значення у контексті відновлення України після війни на основі принципів сталого розвитку, які передбачають баланс між економічним зростанням, соціальною справедливістю та екологічною безпекою.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Пожежі у лісах та домогосподарствах, горіння нафтопродуктів, обстріли, знешкодження ворожих ракет та мін, а також наступ російської техніки. Все це призводить до утворення

⁷⁵⁹ Ganes,N. Звіт про якість повітря IQAir у світі за 2023 рік <URL: <https://www.iqair.com/newsroom/waqi-2023-pr>> дата звернення: 18 травня 2025.

додаткових викидів у атмосферне повітря. Під час вибуху бомби чи ракети в повітря вивільняється багато отруйних хімічних речовин: чадний газ, бурий газ, діоксид азоту, формальдегід тощо. Під час вибуху всі речовини проходять повне окиснення, а продукти хімічної реакції вивільняються в атмосферу і забруднюють її⁷⁶⁰..

Однак внаслідок воєнних дій Україна втратила частину промислового та енергетичного комплексу, активність бізнесу стала набагато меншою, паливна криза знизила інтенсивність використання автотранспорту, а віддалена робота внутрішньо переміщених осіб (ВПО) позбавила необхідності пересувань⁷⁶¹..

Незважаючи на певний спад виробництва в Україні під час війни, рівень забруднення атмосферного повітря великих міст і промислових регіонів залишається стабільно високим. Саме тому проблема нікуди не зникла та все одно потребує негайного вирішення⁷⁶².

Метою роботи є аналіз забруднення атмосферного повітря в Україні за останні 5 років, враховуючи особливості східних, західних, північних, південних і центральних областей до початку повномасштабного вторгнення і в умовах військового стану та рекомендації для подальшого удосконалення системи зниження викидів у атмосферне повітря, враховуючи міжнародний досвід.

АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Для аналізу викидів забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел були обрані 7 областей України. Викиди забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел наведені в таблиці 1.

Таблиця 1.

Викиди забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел⁷⁶³

рік	Харківська область	Дніпропетровська область	Запорізька область	Львівська область	Черкаська область	Івано-Франківська область	Вінницька область
тис. тон							
2019	106,5	576,9	173,4	88,9	51,8	205,0	99,7
2020	94,1	534,6	155,4	76,0	51,4	140,4	78,1
2021	73,3	537,6	148,1	75,4	47,6	172,4	79,2
2022	23,2	328,9	64,1	76,2	46,9	152,3	69,6
2023	38,8	385,1	52,1	57,9	61,7	147,7	80,5

⁷⁶⁰ Хондак І.І., Березуцька Н.Л. Аналіз екологічної ситуації в Україні після початку військових дій. Наука і техніка сьогодні. Серія: «Техніка». № 4 (18). 2023. С. 266 – 279.

⁷⁶¹ Вплив воєнних дій на якість повітря в Україні: доповідь Ірини Черниш на Комітеті Верховної Ради України з питань екологічної політики та природокористування <URL: <https://www.savednipro.org/vpliv-voyennix-dij-na-yakist-povitrya-v-ukrayini/>> дата звернення: 15 травня 2025.

⁷⁶² Новіков М. А., Хондак І.І. Проблема забруднення атмосферного повітря в Україні. Матеріали 29-го Міжнародного молодіжного форуму «Радіоелектроніка та молодь у XXI столітті», 16-19 квітня 2025 р., Том 2, С. 132-134.

⁷⁶³ Державна служба статистики України. Викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення. <URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/vzap/arch_vzap_u.htm> дата звернення: 15 травня 2025.

На рисунку 1 представлені діаграми викидів забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел.



Рисунок 1. Викиди забруднюючих речовин та парникових газів від стаціонарних джерел

На основі побудованих діаграм можна виділити загальні тенденції:

- більшості областей спостерігається зменшення викидів з 2019 по 2023 рік.
- найвищі показники незмінно демонструє Дніпропетровська область, але і тут є поступове зниження.
- 2022 рік у багатьох регіонах має найменші обсяги викидів, що може бути пов'язано з воєнними діями, зупинкою виробництва, евакуацією тощо.

1. Харківська область

Невелике зниження викидів із року в рік.

У 2022 та 2023 – значне падіння (можливо, через зруйновану інфраструктуру).

2. Дніпропетровська область

2019 рік: приблизно 580 тис. тонн – найвищий показник.

2020–2021 рік: незначне зменшення.

2022 рік: різке падіння.

2023: часткове підвищення показників, але все ще нижче рівня 2019.

3. Запорізька область

Падіння викидів після 2020 року.

2022–2023 рік: стабільно на низькому рівні.

4. Львівська область

Викиди майже стабільні протягом усіх років, але є невеликі коливання, без різких спадів.

5. Черкаська область

Викиди залишаються майже стабільними, але спостерігається підвищення у 2023 році.

6. Івано-Франківська область

2019 рік: порівняно високі викиди.

Поступове зниження до 2023 року.

Стабільне скорочення, можливо через модернізацію виробництва або зменшення промислових обсягів.

7. Вінницька область

Невелике, але стабільне зменшення до 2023 року, в якому починається підвищення викидів.

Аналіз діаграм показав:

– найбільше зменшення викидів спостерігається у Дніпропетровській, Запорізькій та Івано-Франківській областях.

– стабільні показники – у Черкаській, Львівській, Вінницькій областях;

– 2022 рік показує загальноукраїнське скорочення, що ймовірно обумовлене впливом повномасштабної війни.

– на заході країни показники забруднення повітря почали зростати в 2023 році, що пояснюється тим, що частка підприємств була релокована в західні регіони з інших територій, а також внутрішньою міграцією людей, які перемістилися у західні прикордонні регіони разом з автівками, які також є джерелами викидів.

Особливу увагу приділено аналізу двох основних парникових газів: вуглекислого газу та метану.

Викиди парникових газів – вуглекислого газу (CO₂) та метану (CH₄) від стаціонарних джерел наведені в таблицях 2, 3

Таблиця 2.

Викиди метану від стаціонарних джерел⁷

рік	Харківська область	Дніпропетровська область	Запорізька область	Львівська область	Черкаська область	Івано-Франківська область	Вінницька область
	тон						
2019	14773	128167	749	44122	18332	8087	10861
2020	6223	115967	836	35687	21586	7728	5765
2021	5850	121972	709	36894	13771	7311	8685
2022	2058	120238	1674	32941	14246	6381	9096
2023	2730	137859	147	29117	14011	5683	9673

На рисунку 2 представлені діаграми викидів метану від стаціонарних джерел.



Рисунок 2. Викиди метану від стаціонарних джерел

⁷ Державна служба статистики України. Викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення <URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/vzap/arch_vzrap_u.htm> дата звернення: 15 травня 2025.

Таблиця 3.

рік	Викиди вуглекислого газу від стаціонарних джерел ⁷						
	Харківська область	Дніпропетровська область	Запорізька область	Львівська область	Черкаська область	Івано-Франківська область	Вінницька область
	тон						
2019	7595000	23496000	13663000	3402000	2616000	12898000	5355000
2020	7789606	20474777	12979647	2968436	2395582	10207119	4249547
2021	6173307	22321799	12935755	3125965	2498135	12067113	4302647
2022	3108353	14723020	6798385	2964352	2038192	10044818	3471827
2023	3837877	16311365	6862948	2208275	554456	9975012	3860062

На рисунку 3 представлені діаграми викидів вуглекислого газу від стаціонарних джерел.



Рисунок 3. Викиди вуглекислого газу від стаціонарних джерел

На діаграмах (ри.2. рис.3) зображено викиди вуглекислого газу (CO_2) та метану (CH_4) від стаціонарних джерел у різних областях України за 2019–2023 роки. Найбільші викиди CO_2 спостерігаються в Дніпропетровській, Запорізькій та Івано-Франківській областях. Викиди метану найбільші у Дніпропетровській і Львівська область. Запорізька область, попри високі викиди CO_2 , має дуже низькі показники метану, така ж тенденція спостерігається і по Харківській області. Метан має менші обсяги, але є значно шкідливішим для клімату, ніж CO_2 . Потенціал глобального потепління від метану в 30 разів більший, ніж у діоксиду вуглецю. Хоча метан розкладається швидше (за 10–12 років), його короткостроковий вплив на клімат значно сильніший. Навіть малі викиди метану можуть суттєво прискорити глобальне потепління.

ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ТА ЗМІНА КЛІМАТУ В УКРАЇНІ

Виділимо основні проблеми забруднення повітря та зміни клімату в Україні: великі викиди в атмосферу в великих промислових містах; високий рівень завислих твердих частинок ($\text{PM}_{2.5}$ і PM_{10}), що небезпечні для дихання; використання вугілля як джерела енергії на ТЕС; низький рівень очищення викидів у багатьох промислових зонах; незаконне спалювання сміття та листя – типове явище в селах і містах. Для міст України характерні високі рівні забруднення атмосферного повітря, пов'язаного з функціонуванням підприємств (насамперед застарілих), у т.ч. з виробництва енергії і транспорту. Із дорожчанням енергоносіїв зростає і забруднення через опалення житла та приміщень

⁷ Державна служба статистики України. Викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення <URL: https://ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2018/ns/vzap/arch_vzrap_u.htm> дата звернення: 15 травня 2025.

(особливо малого бізнесу, де до топки потрапляє непристосоване паливо, що при спалюванні виділяє різноманітні шкідливі для здоров'я сполуки). Але одночасно міста, особливо великі, стають лідерами й у розвитку високотехнологічних виробництв, які докільля зберігають. У містах кращий екологічний контроль за рахунок мобілізації громадянського суспільства⁷⁶⁴. Для дослідження моніторингу забруднення довкілля зараз в Україні використовують електронні ресурси такі, як SavEcoBot, який оцінює якість забруднення повітря за формулою NowCast (US EPA)⁷⁶⁵ та автоматично збирає дані з системи FIRMS NASA⁷⁶⁶, Eco Citi)⁷⁶⁷.

Карта показує динаміку пожеж, а також забруднень на території України та окремо в кожній області за останні 2 роки в режимі реального часу за останні 24 години. На прикладі Харківської області необхідно відзначити, що кількість пожеж в Харківській області площею понад 1 га зросла у 36 разів за 2 роки порівняно від року початку війни та залишається значним джерелом викидів парникових газів.

Все це призводить до кліматичних змін в Україні:

Підвищення середньої річної температури на 1,2–1,5°C за останні 30 років.

Часті посухи у степовій зоні та повені в Карпатах.

Зменшення снігового покриву та коротші зими.

Поширення шкідників і хвороб сільськогосподарських культур.

Ризик нестачі води в південних областях (Херсонщина, Одещина, Миколаївщина).

Враховуючи попередній моніторинг та прогнози, міжнародний досвід, сучасна промисловість повинна бути більш відповідальною перед суспільством за ті умови, які вона створює для теперішніх та майбутніх поколінь.

Додаткові проблеми, пов'язані з війною в Україні, що впливають на забруднення атмосферного повітря:

Повномасштабне вторгнення російського агресора в Україну призвело до різкого зменшення викидів в атмосферу забруднюючих речовин, зокрема й парникових газів, особливо на сході і півдні України, але це ж спричинило ряд екологічних проблем, таких як руйнування промислових підприємств, хімічних заводів і нафтобаз, що спричиняє викиди токсичних речовин у повітря⁷⁶⁸. За оцінками організації Climate Focus, викиди парникових газів, які можна віднести до дванадцяти місяців війни, склали 120 мільйонів тонн CO₂.

Це еквівалентно загальним викидам парникових газів, виробленим за той самий період у такій країні, як Бельгія⁷⁶⁹.

Пожежі на складах пального, лісах і сільськогосподарських угіддях, які також посилюють забруднення повітря шкідливими газами та димом. Крім того при влученні ракет та БПЛА у житлові та промислові будівлі та споруди виникають пожежі, через які в повітря потрапляють небезпечні продукти горіння – переважно оксид азоту (NO), важкі метали і газові сполуки. Це один із впливів війни, який буде відчутно далеко за межами України у зв'язку зі змінами кліматичних параметрів оточуючого середовища

⁷⁶⁴ Рингач Н.О., Власик Л.Й., Власик Л.І., Колодніцька Т.Л. Урбанізація і вплив на здоров'я забруднення повітря в Україні: загрози та можливості. . Буковинський медичний вісник. 2022. Т. 26, № 2 (102), С.69-76.

⁷⁶⁵ <URL: <https://www.saveecobot.com/maps/kharkiv>> (дата звернення: 18 травня 2025).

⁷⁶⁶ Fire Information for Resource Management System (FIRMS) <URL:<https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov/>> дата звернення: 18 травня 2025.

⁷⁶⁷ Еко Сіті <URL:<https://eco-city.org.ua/>> дата звернення: 18 травня 2025.

⁷⁶⁸ Бойченко, С. Г. Метеорологічні та кліматичні наслідки воєнних дій в Україні: За матеріалами доповіді на засіданні Президії НАН України 29 листопада 2023 року. Visnik Nacional Noi Academii Nauk Ukrai Ni, (1), 83–93. <https://doi.org/10.15407/visn2024.01.083> .

⁷⁶⁹ <URL: <https://climatefocus.com/who-we-are/>> дата звернення: 18 травня 2025.

Підвищене використання генераторів у зв'язку з перебоями та тривалою відсутністю електропостачання, збільшує викиди шкідливих речовин у повітря. Основна небезпека здоров'ю походить із продуктів горіння, які вони виділяють під час роботи - чадний газ або монооксид вуглецю⁷⁷⁰.

Знищення зелених зон і лісів через військові дії, значно зменшує природний потенціал очищення повітря і утримання вологи в регіоні. За підрахунками Держекоінспекції збитки від лісових пожеж на початок грудня вже становили 896 528 млн грн. Такі пожежі небезпечні не лише викидами забруднюючих речовин в атмосферу, а й руйнуванням екосистем: втратою рослинності, що поглинала вуглекислий газ під час фотосинтезу, також втратою біорізноманіття, що негативно впливає на стійкість екосистеми⁷⁷¹.

Загострення екологічної ситуації у прикордонних зонах, значною мірою впливає на безпеку і здоров'я місцевого населення, підвищуючи ризик захворюваності на цих територіях.

Зростання військово-промислового комплексу, нарощування виробництва різного виду озброєння в сучасних умовах є досить матеріально та енергозатратним не тільки для економіки держави, а також для оточуючого середовища. На даний час вже впроваджуємо термін «військова екологія». Україна зараз найбільш замінована територія у світі – майже 15% території. Розмінування цієї території або детонації мін теж буде призводити до забруднення важкими металами ґрунтів і ґрунтових вод. Крім того, що відбувається окислення під час вибуху, уламки снарядів, які потрапляють у довкілля, є небезпечними. У них є домішки чавуну, заліза, вуглецю, сірки та міді, які можуть призводити до забруднення ґрунтових і підземних вод. Окреме значення відводиться за мінуванню сільськогосподарських територій на яких, певний час не буде вирощуватися продукція. Утилізація військової техніки також супроводжується значними викидами вуглецю, що завдає шкоду екосистемі країни. Домішки металів можуть забруднювати ґрунтові води, а наявність пального в військовій техніці, може призвести до горіння і, як наслідок, забруднення повітря.

ВИСНОВКИ

Для зменшення забруднення атмосферного повітря в Україні в умовах війни та забезпечення сталого розвитку країни після завершення бойових дій, необхідно:

1. Розвивати відновлювану енергетику та підвищувати енергоефективність, зокрема шляхом заміщення викопного палива у системах теплопостачання, стимулювання децентралізованої генерації (сонячні, вітрові, біоенергетичні установки) та впровадження енергоощадних технологій у промисловості та для подальшого стійкого розвитку міст.

2. Забезпечити ефективний моніторинг і контроль викидів, включаючи розгортання мережі автоматизованих станцій контролю якості повітря, особливо у зонах бойових дій, техногенних аварій та великих міст, а також запровадження санкцій за незаконне спалювання відходів.

3. Інтегрувати екологічні пріоритети у післявоєнне відновлення країни, зокрема шляхом екологічної експертизи проєктів реконструкції, рекультивації забруднених територій, відновлення зелених зон і створення умов для участі громадськості у прийнятті екологічно важливих рішень.

4. Впроваджувати методи циркулярної економіки, як сучасного підходу до забезпечення усунення відходів та забруднень, відновлення природних систем та покращення поглинання вуглецю.

5. Враховуючі сучасний стан забруднень необхідно розробляти нові міжнародні норми захисту довкілля під час військових конфліктів.

⁷⁷⁰ I. I. Khondak, N. L. Berezutska, T.E. Stytsenko Analysis of the application of modern means of detection and measurement of carbon monoxide when using alternative sources of electricity supply during the war in Ukraine. Вісник НТУ "ХПІ". Енергетика: надійність та енергоефективність. 2023. № 1(6), Липень 2023. С. 3-7, doi:10.20998/2224-0349.2023.01.02.

⁷⁷¹ <URL: <https://er.dduvs.edu.ua/handle/123456789/12356>> дата звернення: 18 травня 2025.