УДК 504.3.054:502.1
DOI https://doi.org/10.32846/2306-9716/2026.eco.5-68.16

СТАН ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ ЦЕНТРАЛЬНИХ РЕГІОНІВ УКРАЇНИ ЯК ІНДИКАТОР СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Чугай А.В. (orcid.org/0000-0002-8091-8430),
Чернякова О.І. (orcid.org/0000-0002-5221-6001),
Сазанська М.С. (orcid.org/0009-0006-9951-0503)
Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
вул. Змієнка Всеволода, 2, 65082, м. Одеса
avchugai@ukr.net

Щоденно в атмосферне повітря внаслідок військовий операцій, знищення різних видів ворожої бойової техніки та інших процесів надходить значна кількість забруднюючих речовин, які завдають шкоду всім складовим довкілля. Розміри збитків, які заподіяні навколишньому середовищу, за оцінками експертів і науковців є дуже значними. Стан та якість повітряного басейну є прямими чинниками впливу на здоров'я людини та індикаторами сталого розвитку. Центральні регіони України характеризуються індустріально-аграрною спрямованістю. У Полтавській області у структурі виробництва відзначається переважання видобувної галузі. Дослідження присвячено оцінці техногенного впливу на повітряний басейн та його небезпеки для довкілля і здоров'я людини регіонів Центральної України. Основу методичної бази складали декілька методик, які дозволяють виконати комплексний аналіз з урахуванням якісних показників стану атмосферного повітря, визначення ризику для здоров'я людини і оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн. За показниками якості атмосферного повітря отримано, що максимальні значення відзначаються у Вінниці (вміст діоксиду азоту і формальдегіду), Полтаві (вміст пилу і формальдегіду), Кременчуці і Черкасах (вміст формальдегіду), Кропивницькому (вміст пилу і формальдегіду), Олександрії (вміст пилу). Максимальні значення індексу небезпеки ризику розвитку неканцерогенних ефектів відзначаються для міст Полтава, Кременчук, Черкаси і у 2023 р. для м. Вінниця. Мінімальні значення індексу відзначались у м. Горишні Плавні. Динаміка зміни обсягів викидів забруднюючих речовин відповідає динаміці зміни модуля техногенного навантаження на повітряний басейн. Відзначено підвищений рівень навантаження для Черкаської області, яка є найменшою за площею. В цілому найбільш техногенного напруженим регіоном є Вінницька область, мінімальні показники відзначаються для Кіровоградської області. *Ключові слова*: повітряний басейн, техногенне навантаження, сталий розвиток, якість, ризик.

The state of the air basin in the central regions of Ukraine as an indicator of sustainable development. Chugai A., Chernyakova O., Sazanska M.

Every day, as a result of military operations, the destruction of various types of different military equipment, and other processes, a significant volume of pollutants is emitted into the atmosphere, which is damaging to all components of the environment. According to estimates by experts and scientists, the environmental damage is very significant. The condition and quality of the air are key factors affecting human health and indicators of sustainable development. The central regions of Ukraine are characterized by an industrial and agricultural focus. In the Poltava Oblast, the extractive industry predominates in the structure of production. This research is focused on assessing the technogenic impact on the air basin and the associated risks to the environment and human health in the regions of Central Ukraine. The methodological basis was formed by several methodologies that enable a comprehensive analysis, taking into account qualitative indicators of atmospheric air quality, the determination of risks to human health, and the assessment of technogenic pressure on the air basin. Based on air quality indicators, the highest levels were recorded in Vinnytsia (nitrogen dioxide and formaldehyde concentrations), Poltava (particulate matter and formaldehyde concentrations), Kremenchuk and Cherkasy (formaldehyde concentrations), Kropyvnytskyi (particulate matter and formaldehyde concentrations), Oleksandriya (particulate matter). The highest values of the risk index for the development of non-carcinogenic effects were recorded in Poltava, Kremenchuk, and Cherkasy, and in 2023 for Vinnytsia. The lowest values of the index were recorded in Horishni Plavni. The trend in changes in pollutant emission levels corresponds to the trend in changes in the technogenic load on the air basin. An elevated level of load has been observed in the Cherkasy Oblast, which is the smallest in area. Overall, the Vinnytsia Oblast is the region with the highest technogenic load, while the lowest levels are observed in the Kirovohrad Oblast. *Key words*: air basin, technogenic load, sustainable development, quality, risk.

Постановка проблеми. Однією з найбільш вразливих складових довкілля, яка зазнає постійного техногенного впливу, є повітряний басейн. З початком бойових дій на всій території України внаслідок збройної агресії росії ця проблема загострилась. Щоденно в атмосферне повітря внаслідок військовий операцій, знищення різних видів ворожої бойової техніки та інших процесів надходить значна кількість забруднюючих речовин, які завдають шкоду всім складовим довкілля. При цьому розміри збитків, які заподіяні навколишньому середовищу, за оцінками експертів і науковців є дуже значними.

© Чугай А.В., Чернякова О.І., Сазанська М.С., 2026
Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Актуальність дослідження. Зазначимо, що стан та якість повітряного басейну є прямим індикатором впливу на здоров'я людини. Крім того, показники якості атмосферного повітря безпосередньо пов'язані з декількома Глобальними цілями сталого розвитку [1].

Так, ціль 3 «Міцне здоров'я і благополуччя» може вказувати, що забруднення атмосферного повітря є фактором ризику для здоров'я населення. Ціль 11 «Сталий розвиток міст і громад» включає безпосередньо зв'язок якості повітря з екологічною безпекою та комфортністю середовища проживання. Ціль 12 «Відповідальне споживання та виробництво» свідчить в тому числі про необхідність зменшення викидів від промисловості, енергетики, транспорту та інших джерел в атмосферне повітря. І ціль 13 «Пом'якшення наслідків зміни клімату» – це найбільш чіткий орієнтир щодо негативного техногенного впливу на повітряний басейн.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Забезпечення якісного стану атмосферного повітря в регіонах України є складовою частиною «Стратегії сталого розвитку України до 2030 року. Проект – 2017» [2], а саме Стратегічної цілі 2 «Забезпечення сталого галузевого та регіонального розвитку», Стратегічної цілі 5 «Забезпечення переходу до моделей збалансованого споживання і виробництва, збалансованого управління природними ресурсами та зміцнення заходів реагування на зміну клімату».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання оцінки стану і якості атмосферного повітря окремих регіонів України є предметом наукових досліджень багатьох авторів. В якості оціночних параметрів можна використовувати як індекси забруднення атмосфери, які опосередковано характеризують рівень впливу, так і індекси техногенного навантаження. Окремою складовою є визначення ризику для здоров'я людини внаслідок забруднення атмосферного повітря.

Стан повітряного басейну центральних регіонів України в останні роки не досить часто є об'єктом дослідження науковців. Вказані регіони характеризуються індустріально-аграрною спрямованістю. Також у Полтавській області у структурі виробництва відзначається переважання видобувної галузі. За останні роки можна виділити роботу Л.І. Жицької зі співавторами [3] щодо оцінки впливу хімічного забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення в Черкаській області.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Відомості щодо сучасного стану повітряного басейну сприятимуть забезпеченню сталого розвитку регіонів і розробці, за необхідності, заходів щодо відновлення довкілля в цілому.

Методологічне або загальнонаукове значення. Дослідження присвячено оцінці техногенного впливу на повітряний басейн та його небезпеки для довкілля і здоров'я людини регіонів Центральної України (Вінницька, Кіровоградська, Полтавська і Черкаська області).

Основу методичної бази складали декілька методик. В цілому вони дають можливість виконати комплексний аналіз з урахуванням оцінки якості атмосферного повітря, визначення ризику для здоров'я людини і оцінки техногенного навантаження на повітряний басейн.

Для оцінки якості атмосферного повітря використано автралійський індекс якості повітря (*AQI*), який розраховується за формулою:

$$I_P = (C_P / C_{Ps}) \cdot 100\ \%, \quad (1)$$

де IP – індекс забруднення; CP – концентрація забруднюючої речовини; CPs – стандартна концентрація забруднюючої речовини [4].

В якості показника C_{Ps} використовувались встановлені і діючі на даний час в Україні $ГДК_{сд}$ [5].

Виділяють 5 категорій якості атмосферного повітря відповідно до значень *AQI*: дуже добра – *AQI* = 0 – 33; добра – *AQI* = 34 – 66; нормальна – *AQI* = 67 – 99; погана – *AQI* = 100 – 149; дуже погана – *AQI* ≥ 150.

З метою оцінки ризику розвитку неканцерогенних ефектів для окремих забруднюючих речовин можна використовувати коефіцієнт небезпеки:

$$HQ = LADI / Rf, \quad (2)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки, безрозмірна величина; Rf – референтна (безпечна) доза, мг/кг [6, 7].

У разі відсутності інформації щодо референтної (безпечної) дози *Rf* можна застосовувати таку формулу:

$$HQ = Ci / C_{ГДК}, \quad (3)$$

де Сі – середня концентрація і-ої забруднюючої речовини, мг/м3 [8].

Ризик розвитку неканцерогенних ефектів для оцінки комбінованого впливу хімічних речовин визначається на основі розрахунку індексу небезпеки:

$$HI = \sum HQi, \quad (4)$$

де HQi – коефіцієнти небезпеки для окремих забруднюючих речовин [9].

Для визначення рівня техногенного навантаження було використано модуль техногенного навантаження на повітряний басейн $M_{ПБ}$ за показниками обсягів викидів забруднюючих речовин, який визначається як загальна сума обсягів викидів за рік, віднесена до площі території (регіону дослідження) [4].

Викладення основного матеріалу. Оцінка стану повітряного басейну центральних регіонів України виконана за 2021 – 2023 рр., які включають як довоєнний період, так і роки повномасштабного вторгнення рф.

Результати оцінки якості повітря м. Вінниця показали, що за вмістом діоксиду азоту і формальдегіду у всі роки якість повітря характеризувалась категорією «дуже погана», а за вмістом діоксиду сірки, оксиду вуглецю та аміаку – категорію «дуже добра». Слід також відзначити суттєве збільшення пилу у повітрі та незначне зменшення вмісту фтористого водню.

У Кіровоградській області спостереження за якістю атмосферного повітря проводяться у трьох містах – Кропивницький, Олександрія, Світловодськ. Отримано, що у містах Кіровоградської області якість повітря характеризувалась категоріями від «дуже добра» до «погана». Категорії «дуже добра» відповідали: вміст оксиду азоту у м. Кропивницький; вміст діоксиду сірки (2022 – 2023 рр.) і оксиду азоту (2021 р.) у м. Світловодськ. Категорії «погана» відповідали: вміст пилу і формальдегіду у Кропивницькому; вміст пилу і сажі в Олександрії; вміст діоксиду азоту і формальдегіду (2022 р.) у Світловодську. Слід також відзначити збільшення вмісту у повітрі оксиду вуглецю у м. Кропивницький за роки дослідження.

У Полтавській області спостереження також здійснюються у трьох містах – обласному центрі м. Полтава і промислових містах Кременчук та Горишні Плавні. Так, у містах Полтавської області відзначено категорії від «дуже добра» до «дуже погана». Категорія «дуже добра» відзначалась:

– у м. Полтава за вмістом діоксиду сірки, оксиду азоту, хлористого водню;

– у м. Кременчук за вмістом діоксиду сірки і оксиду вуглецю;

– у м. Горишні Плавні за вмістом переважної більшості ЗР.

Категорія «дуже погана» відзначалась за вмістом формальдегіду у м. Полтава (2021 – 2022 р.) та у м. Кременчук. Зазначимо, що вміст формальдегіду у м. Полтава у 2023 р. характеризувався категорією «нормальна» (зменшення концентрації майже у 3 рази). На нашу думку така інформація потребує уточнення або з'ясування причин такого різкого зменшення концентрацій даної речовини.

У м. Черкаси якість повітря також характеризувалась категоріями від «дуже добра» до «дуже погана». Категорія «дуже добра» відзначалась за вмістом діоксиду сірки, оксиду вуглецю і оксиду азоту (2022 – 2023 рр.). Категорія «дуже погана» відзначалась за вмістом формальдегіду. Слід відзначити зменшення у 2022 -2023 рр. вмісту у повітрі сполук азоту.

Було виконано порівняльну оцінку якості атмосферного повітря в регіонах Центральної України за вмістом основних і деяких специфічних забруднюючих речовин (рис. 1). Як видно, до категорії з найгіршими показниками якості входять міста Вінниця (за вмістом діоксиду азоту і формальдегіду), Полтава (за вмістом пилу і формальдегіду), Кременчук і Черкаси (за вмістом формальдегіду), Кропивницький (за вмістом пилу і формальдегіду) і Олександрія (за вмістом пилу).

Також було виконано порівняльний аналіз динаміки зміни індексу небезпеки *HI* за результатами розрахунку коефіцієнту небезпеки *HQ* для окремих

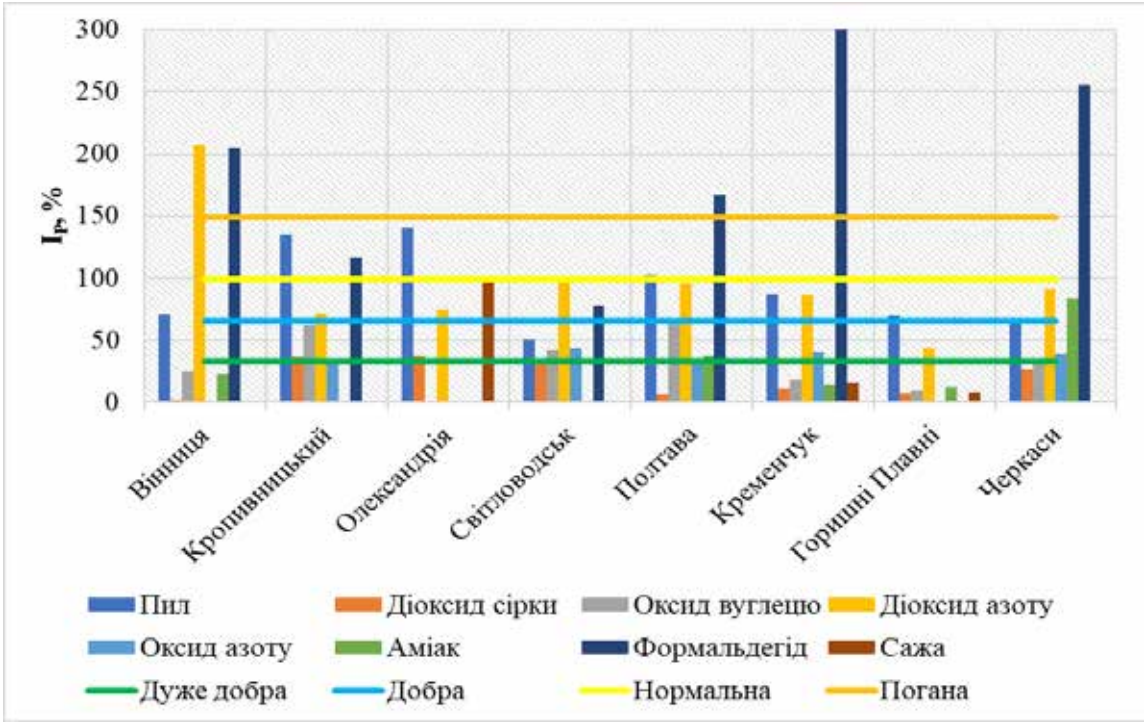


Рис. 1. Осереднені значення індексу якості повітря I_P для міст Центральної України у 2021 – 2023 рр.

 ISSN: 2306-9716 (Print), ISSN: 2664-6110 (Online)

міст Центральної України (рис. 2). Максимальні значення *HI* відзначаються для міст Полтава, Кременчук, Черкаси і у 2023 р. для м. Вінниця. Слід відзначити, що кількість забруднюючих речовин, які були враховані для м. Черкаси, складає 7, а для міст Полтава і Кременчук – 9. Проте високі показники вмісту формальдегіду у повітряному басейні м. Черкаси сприяли формуванню високих значень коефіцієнту небезпеки *HI*. Мінімальні значення коефіцієнту відзначались у м. Горишні Плавні. Міста Кіровоградської області характеризуються середніми значеннями коефіцієнту небезпеки *HI* серед міст Центральної України. У розрізі часового ходу відзначено збільшення показника *HI* у Вінниці і незначне зменшення у Полтаві і Черкасах.

Оцінка рівня техногенного навантаження на повітряний басейн із використанням модуля техногенного навантаження $M_{ПБ}$ показала:

– у Вінницькій області за період дослідження рівень навантаження не змінювався;

– у Кіровоградській і Полтавській областях відзначено зменшення загального рівня навантаження; у Полтавській області різке зменшення відбулось у 2022 р., що може бути пов'язано з початком повномасштабного вторгнення рф на територію України і суттєвим скороченням промислових викидів в регіоні, враховуючи його переважну індустріальну спрямованість;

– у Черкаській області відзначено збільшення рівня навантаження у 2023 р. У регіоні переважає аграрна галузь економіки, що могло сприяти підвищенню обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря через інтенсифікацію сільськогосподарського виробництва в останні роки.

На рис. 3 наведено результати порівняльного аналізу. Як видно, динаміка зміни обсягів викидів забруднюючих речовин фактично повністю відповідає динаміці зміни показника $M_{ПБ}$. Такий розподіл можна пояснити тим, що досліджувані області не мають суттєвої різниці за площею території – від 20900 км^2 для Черкаської області до 28748 км^2 для Полтавської області. Слід відзначити підвищений рівень навантаження за відносними показниками для Черкаської області, яка є найменшою за площею.

Головні висновки. У дослідженні виконано оцінку техногенного навантаження на повітряний басейн та його небезпеки для довкілля і здоров'я людини регіонів Центральної України за період 2021 – 2023 рр. Отримані результати дозволяють зробити такі висновки:

1. Порівняльна оцінка якості атмосферного повітря показала, що до категорії з найгіршими показниками входять міста Вінниця (за вмістом діоксиду азоту і формальдегіду), Полтава (за вмістом пилу і формальдегіду), Кременчук і Черкаси (за вмістом формальдегіду), Кропивницький (за вмістом пилу і формальдегіду) і Олександрія (за вмістом пилу).

2. Максимальні значення індексу небезпеки ризику розвитку неканцерогенних ефектів відзначаються для міст Полтава, Кременчук, Черкаси і Вінниця (2023 р.). Мінімальні значення індексу відзначались у м. Горишні Плавні. Міста Кіровоградської області характеризуються середніми значеннями *HI* серед міст Центральної України.

3. Динаміка зміни обсягів викидів забруднюючих речовин фактично повністю відповідає динаміці зміни показника $M_{ПБ}$. Досліджувані області не мають суттєвої різниці за площею території. Відзначено

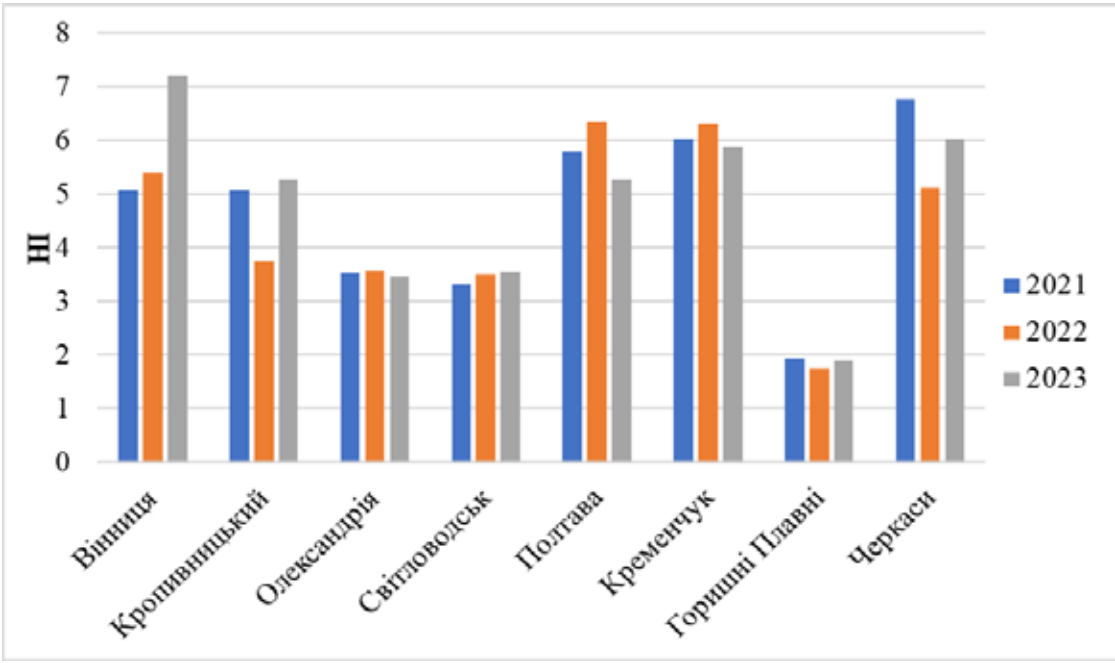


Рис. 2. Значення коефіцієнту небезпеки HI для міст Центральної України



Рис. 3. Порівняльний аналіз динаміки викидів забруднюючих речовин та зміни показника $М_{ПБ}$ для регіонів Центральної України у 2021 – 2023 рр.

підвищений рівень навантаження за відносними показниками для Черкаської області, яка є найменшою за площею.

Так, найбільш техногенного напруженим регіоном є Вінницька область. Мінімальні показники навантаження відзначаються для Кіровоградської області. Отримані результати є основною для розробки регіональних природоохоронних стратегій з метою покращення стану довкілля і мінімізації техногенного навантаження на повітряний басейн.

Література

1. ЦСР у дії. URL: https://www.undp.org/uk/ukraine/tsili-staloho-rozvytku (дата звернення: 14.08.2026).
2. Стратегія сталого розвитку України до 2030 року. Проект – 2017. URL: https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/ua/UNDP_Strategy_v06-optimized.pdf (дата звернення: 13.07.2025).
3. Жицька Л.І., Єгорова О.В., Хоменко О.М., Бондаренко Ю.Г. Оцінка впливу хімічного забруднення атмосфери на формування канцерогенних і неканцерогенних ризиків для здоров'я населення міст Черкаської області. *Екологічна безпека та природокористування*. 2025. Вип. 3 (55). С. 177 – 190. https://doi.org/10.32347/2411-4049.2025.3.177-190.
4. Чугай А.В., Сафранов Т.А. Методи оцінки техногенного впливу на довкілля. Навчальний посібник. Одеса: Букаєв Вадим Вікторович, 2021. 118 с.
5. Гранично допустимі концентрації хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць (наказ Міністерства охорони здоров'я України від 10 травня 2024 року № 813). URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763-24#n9 (дата звернення: 02.05.2026).
6. Integrated Risk Information System (IRIS). U.S. Environmental Protection Agency (EPA). URL: http://www.epa.gov/iris (дата звернення: 22.04.2026).
7. Коваленко Г.Д., Півень Г.В., Рибалова О.В. Екологічний ризик погіршення стану навколишнього природного середовища України при збереженні існуючих тенденцій антропогенного навантаження. *Збірник наукових статей V міжнародної науково-практичної конференції «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення»*. Харків: Райдер, 2009. С. 52 – 56.
8. Мовчан Я.І., Рибалова О.В., Гулевець Д.В. Оцінка екологічного ризику погіршення сучасного стану урбанізованих територій. *Східно-Європейський журнал провідних технологій.* 2013. Т. 3, № 11 (63). С. 37 – 41.
9. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затверджено Наказом МОЗ України від 13.04.07 р. № 184. Київ, 2007. 40 с.

Дата першого надходження статті до видання: 07.09.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 18.09.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 09.11.2026