

<https://doi.org/10.31891/2219-9365-2026-85-3>

УДК 531.1; 62-2

ЗАЩЕПКИНА Наталія

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0000-0001-9397-6632>

e-mail: nanic1604@gmail.com

РУДНИЦЬКИЙ Роман

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

<https://orcid.org/0009-0008-4576-0210>

e-mail: romarudnytskyi@gmail.com

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ЧИННИКІВ, ЯКІ ВПЛИВАЮТЬ НА РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Критично важливою умовою для життя людини, тварин є забезпечення функціонування органів та систем організмів чистим повітрям. Забруднення повітря, яке зараз спостерігається майже на всій території України може привести до серйозних проблем зі здоров'ям таких, як серцево-судинні та респіраторні захворювання, порушення обміну речовин, впливає на розумову активність та загальний стан людини.

В статті розглянуто на прикладі міста Києва, як найбільшого мегаполісу країни та економічного центру, відображення наслідків урбанізаційного зростання, збільшення транспортного навантаження, збройної агресії Росії проти України у 2014–2025 рр., які зумовлені одночасним впливом техногенних, соціальних і воєнних чинників.

Крім відомих чинників забруднення атмосферного повітря, додалися нові, а саме: після 2022 року стали ракетні удари та вибухи дронів, що супроводжуються: вивільненням продуктів горіння паливних компонентів ракет та безпілотними літальними апаратами (БПЛА); вторинними пожежами у житлових і промислових районах; підняттям у повітря пилу й дрібнодисперсних фракцій від руйнувань будівель; локальними викидами токсичних речовин у випадках горіння нафтопродуктів, складів та промислових матеріалів. Вивчення динаміки забруднення повітря останнє десятиріччя стає необхідністю для встановлення ключових тенденцій, визначення найвразливіших районів, обґрунтування важливості моніторингу та аналізу екологічної ситуації. Розглянуто суму індексів забруднення атмосферного повітря окремими забруднюючими речовинами (комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА) для Києва; реалізовану низку заходів, спрямованих на покращення транспортної ситуації та зниження концентрацій токсичних речовин у повітрі та питання щодо необхідності впровадження змін. В статті зроблено акцент на динаміку викидів забруднюючих речовин атмосферного повітря стаціонарними джерелами забруднення та викидами стаціонарних об'єктів теплоенергетики та промисловості міста Києва.

Зроблено висновок щодо найвищих концентрацій формальдегіду, діоксиду азоту, пилових частинок та бензапірену, які спостерігалися у центральних та промислових районах міста та формування локальних осередків інтенсивного забруднення, що потребує подальшої модернізації транспортної та енергетичної інфраструктури, розширення систем моніторингу та впровадження екологічних заходів для зниження рівня впливу на населення на стан повітря. Отримані результати аналізу підтверджують необхідність комплексного екологічного дослідження, контролю та управління станом атмосферним повітрям столиці.

Ключові слова: чинники, довкілля, повітря, наслідки, вимірювання, контроль, інформаційно-вимірювальна система, моніторинг.

ZASHCHEPKINA Nataliia, RUDNYTSKY Roman

National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

ANALYSIS OF THE MAIN FACTORS AFFECTING THE LEVEL OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION

A critically important condition for the life of humans and animals is the provision of clean air for the functioning of organs and systems of organisms. Air pollution, which is currently observed in almost the entire territory of Ukraine, can lead to serious health problems, such as cardiovascular and respiratory diseases, metabolic disorders, affects mental activity and the general condition of a person.

The article examines, using the example of the city of Kyiv, as the largest metropolis of the country and an economic center, the reflection of the consequences of urbanization growth, increased traffic load, armed aggression of Russia against Ukraine in 2014-2025, which are caused by the simultaneous influence of man-made, social and military factors. In addition to known factors of atmospheric air pollution, new ones have been added, namely: after 2022, missile strikes and drone explosions accompanied by: release of combustion products of rocket fuel components and unmanned aerial vehicles; secondary fires in residential and industrial areas; raising dust and finely dispersed fractions from the destruction of buildings into the air; local emissions of toxic substances in cases of burning of oil products, warehouses and industrial materials. Studying the dynamics of air pollution in the last decade has become a necessity for establishing key trends, determining the most vulnerable areas, and substantiating the importance of monitoring and analyzing the environmental situation. The sum of indices of atmospheric air pollution by individual pollutants (complex index of atmospheric pollution (CIPA) for Kyiv was considered; implemented a number of measures aimed at improving the transport situation and reducing the concentrations of toxic substances in the air and the question of the need to implement changes.

The article focuses on the dynamics of emissions of atmospheric air pollutants by stationary sources of pollution and emissions of stationary objects of the thermal power industry and clean industry in Kyiv.

A conclusion was made regarding the highest concentrations of formaldehyde, nitrogen dioxide, dust particles and benzopyrene observed in the central and industrial areas of the city and the formation of local centers of intense pollution, which requires further modernization of transport and energy infrastructure, expansion of monitoring systems and implementation of environmental measures to reduce the level of impact on the population on air conditions.

The obtained results of the analysis confirm the need for a comprehensive environmental study, control and management of the state of the capital's atmospheric air.

Key words: factors, environment, air, consequences, measurement, control, information and measurement system, monitoring.

Стаття надійшла до редакції / Received 12.11.2025
Прийнята до друку / Accepted 04.01.2026
Опубліковано / Published 05.03.2026



This is an Open Access article distributed under the terms of the [Creative Commons CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

© Защепкіна Наталія, Рудницький Роман

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Інтенсивний урбанізаційний розвиток, збільшення транспортного навантаження, зростання енергоспоживання, а також наслідки збройної агресії Росії проти України у 2014–2025 рр. суттєво вплинули на якість атмосферного повітря у великих містах держави.

В Києві, як в найбільшому мегаполісі країни та головному економічному центрі, ці зміни знайшли своє відображення, зумовлені одночасним впливом техногенних, соціальних і воєнних чинників.

СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ЇЇ РОЗВ'ЯЗАННЯ

Період 2020–2025 рр. вирізняється складними екологічними умовами, що посилюють проблему забруднення повітря столиці: зростанням кількості приватного автотранспорту; транспортною перевантаженістю центральних магістралей; активним розвитком будівельної індустрії; функціонуванням великих енергогенеруючих об'єктів (теплових енергоцентралів (ТЕЦ-5, ТЕЦ-6), Дарницької теплової електростанції (ТЕС); а також наслідками регулярних масованих ракетних і дронівих атак. За даними Центральної геофізичної обсерваторії ім. Срезневського та міжнародних платформ моніторингу (IQAir, Sorapicus, EEA), у Києві протягом зазначеного періоду неодноразово фіксувалися перевищення гранично допустимих концентрацій діоксиду азоту (NO₂), дрібнодисперсного пилу PM_{2.5} та PM₁₀, озону (O₃) та формальдегіду [1-10].

Одним із нових значущих чинників забруднення повітря після 2022 року стали ракетні удари та вибухи дронів, що супроводжуються:

- ✓ вивільненням продуктів горіння паливних компонентів ракет та БПЛА;
- ✓ вторинними пожежами у житлових і промислових районах;
- ✓ підняттям у повітря пилу й дрібнодисперсних фракцій від руйнувань будівель;
- ✓ локальними викидами токсичних речовин у випадках горіння нафтопродуктів, складів та промислових матеріалів.

За оцінками Міністерства охорони здоров'я та Київської міської військової адміністрації, під час великих атак (зокрема грудень 2023, січень та березень 2024) рівень PM_{2.5} у Києві зростав у 3–10 разів порівняно з фоновими значеннями. Дані SaveEcoBot і незалежних станцій AirVisual свідчать про короткочасні, але значні піки забруднення NO₂ і формальдегідом у зонах масових пожеж [1-10].

За даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського станом на 2024р. (на момент написання статті найактуальнішим звітом був річний звіт саме за 2024 рік) індекс забруднення атмосфери в м. Київ складав 7,4 (високий рівень забруднення при ІЗА $\geq 14,0$; як високий - при ІЗА $\geq 7,0$; як підвищений - при ІЗА від 5,0 до 7,0; як низький при ІЗА менше 5,0) [4], що відповідає високому рівню забруднення повітря. У порівнянні з попереднім роком рівень забруднення атмосферного повітря міста дещо підвищився (за ІЗА з 7,1 до 7,4 ум. од.), залишився на рівні високого. Також у звіті було зазначено, що протягом всього року рівень забруднення за ІЗА увесь рік був високим (7,0–10,0 ум. од.), з піком у липні–вересні (9,6–10,0 ум. од.), і лише у січні–лютому та жовтні–грудні – «підвищений» (5,4–6,8 ум. од.).

З огляду на це, аналіз статистики викидів, концентрацій пріоритетних забруднювачів, територіального розподілу забруднення та оцінка впливу воєнних факторів є критично важливими для оцінки екологічних ризиків для населення Києва. Вивчення динаміки забруднення повітря останнє десятиріччя дозволяє встановити ключові тенденції, визначити найвразливіші райони та обґрунтувати важливість моніторингу та аналізу екологічної ситуації.

Виклад основного матеріалу. Місто Київ розташоване у середній течії річки Дніпро на межі лісової та лісостепової зон України. Загальна площа міста становить понад 847 км², що робить його найбільшим за територією містом держави. Рельєф Києва характеризується значним різноманіттям: від височин правобережжя (Київське плато, висоти 150–200 м) до широкої заплави та терас лівобережжя (від 95 до 110 м над рівнем моря). Понад 70 малих річок та струмків, численні балки, яри і вододільні гряди формують складну орографічну структуру міста, що істотно впливає на формування локальних кліматичних режимів [5].

Особливістю просторової організації Києва є значна частка природних територій — понад 40% площі міста займають ліси, парки, зелені насадження та водні об'єкти. Однак щільна багатопверхова забудова центральних районів, висока транспортна насиченість вуличної мережі та нерівномірність висотного рельєфу створюють умови для утворення так званих «каньйонів вулиць», де спостерігається зниження швидкості руху повітря і накопичення забруднюючих речовин [5].

Клімат Києва помірно-континентальний із теплим літом і відносно м'якою зимою. Середньорічна температура за період 2020–2024 рр. стабільно перевищувала кліматичну норму на 1,0–1,7 °С, що узгоджується з глобальною тенденцією потепління. Середня температура липня становить +19...+21 °С, січня

-2...-4 °С. Річна кількість опадів коливається в межах 620–690 мм, найбільша їх частина припадає на літні місяці у вигляді короткочасних злив [4,5]. Вітровий режим міста визначається загальною циркуляцією атмосфери та впливом урбанізованих територій. Переважаючими напрямками вітру є західний і північно-західний, які сприяють перенесенню забруднювачів з лівобережної промислової зони на правобережжя. Середня швидкість вітру становить 3,4–4,2 м/с, проте у районах щільної забудови вона може знижуватися до 1,0–1,5 м/с, що негативно впливає на розсіювання пилових домішок.

Суттєвий вплив на якість повітря мають температурні інверсії, які у Києві особливо часто виникають у зимово-осінній період. В умовах інверсії вертикальні рухи повітря обмежені, тому продукти згорання транспорту, промисловості та побутового опалення накопичуються у нижньому шарі атмосфери. За даними Центральної геофізичної обсерваторії, у 2020–2024 рр. кількість днів з інверсіями збільшилася на 10–15 % порівняно з попереднім десятиліттям [1].

Річка Дніпро та її заплавні території формують власний мікрокліматичний режим, який впливає на циркуляцію повітря у центральній та лівобережній частині міста. Водночас наявність широкої водної поверхні у поєднанні з щільною забудовою створює умови для локальних застійних зон на відстані 1–3 км від берегової лінії, особливо в районах мостових переходів та транспортних вузлів.

У літній період над центральними і промисловими районами Києва формується урбаністичний тепловий острів — зона підвищених температур, що сприяє інтенсивнішому утворенню озону (O₃) у приземному шарі. Супутникові дані Copernicus за 2022-2024 рр. фіксують стабільну тенденцію до зростання концентрацій озону у теплі місяці, що корелює з підвищеним трафіком та епізодами літніх температурних максимумів [1-6].

Таким чином, географічне розташування Києва, складна структура рельєфу, характер забудови та сезонні мікрокліматичні особливості формують неоднорідний простір розсіювання атмосферних забруднювачів. Райони з щільною багатоповерховою забудовою (центр, Лук'янівка, Позняки), транспортними розв'язками (Нивки, Деміївка, Дарницька площа) та крупними промисловими об'єктами (Дарницька ТЕЦ, ТЕЦ-5, ТЕЦ-6) є зонами підвищеного ризику накопичення шкідливих домішок, що визначає необхідність подальшого детального аналізу їх внеску у загальний рівень забруднення повітря міста. Основними джерелами забруднення атмосферного повітря міста Києва залишаються автотранспорт та стаціонарні промислово-енергетичні об'єкти. Структура викидів визначається поєднанням кількох ключових факторів: зростанням транспортної мобільності населення після пандемічних обмежень, збільшенням навантаження на теплоенергетичну інфраструктуру, активним будівництвом, а з 2022 року — ще й впливом руйнувань та пожеж, спричинених воєнними діями. Узагальнений аналіз даних Центральної геофізичної обсерваторії ім. Срезневського, Державної служби статистики України, моніторингових мереж SaveEcoBot та IQAir свідчить, що найбільш суттєвий внесок у забруднення повітря міста формують пересувні джерела — автомобільний транспорт, на частку якого у різні роки припадало 80-90% загального обсягу викидів оксидів азоту, оксиду вуглецю, летких органічних сполук та дрібнодисперсного пилу [1-8].

Після пандемічного спаду на початку 2020 року Київ зафіксував стрімке зростання транспортного трафіку. Уже у 2021 р. інтенсивність руху перевищила показники до початку пандемії, а кількість зареєстрованих автомобілів досягла близько 1,35 млн одиниць. У 2023-2024 рр. цей показник зріс до понад 1,4 млн транспортних засобів, що суттєво позначилося на рівнях забруднення повітря. Найвищі концентрації діоксиду азоту (NO₂) та пилових частинок PM_{2.5}/PM₁₀ характерні для центральної частини міста та основних магістралей: проспект Перемоги, Набережне шосе, проспект Бандери, Броварський проспект, Деміївська та Дарницька площі, райони Лук'янівки та Видубичів. У цих зонах концентрації NO₂ стабільно перевищують середньоміський фон у 2-4 рази, а у пікові години реєструються значні накопичення продуктів згорання [1-6].

Впродовж 2017-2021рр. кількість забруднюючих речовин атмосферного повітря пересувними джерелами забруднення в м. Київ зросла з 157,2 тис. тонн в 2017р. до 188,1 тис. тон (рис. 1). Оскільки 18 листопада 2015 року Кабінет Міністрів України офіційно ліквідував Державтоінспекцію, увівши до складу Національної поліції України управління безпеки дорожнього руху, в повноваження якого не входить вимірювання забруднюючих речовин в атмосферне повітря від автотранспорту, актуальні дані для порівняння доступні за період 2017-2021рр [1-10].

Протягом останніх років у Києві було реалізовано низку заходів, спрямованих на покращення транспортної ситуації та зниження концентрацій токсичних речовин у повітрі [2]:

- ✓ масштабна модернізація та розширення транспортної інфраструктури (реконструкція Шулявського шляхопроводу, оновлення розв'язок на проспекті Перемоги, будівництво додаткових смуг на Броварському проспекті);
- ✓ введення та розвиток смуг громадського транспорту;
- ✓ оновлення рухомого складу громадського транспорту, що мають суттєво нижчі показники викидів, ніж автомобільний транспорт;
- ✓ встановлення екологічних датчиків та розвиток системи моніторингу повітря;
- ✓ розвиток велосипедної інфраструктури;
- ✓ зміна маршрутів транспорту під час війни, що частково зменшило концентрації в центральній

частині міста в умовах обмеженої мобільності.

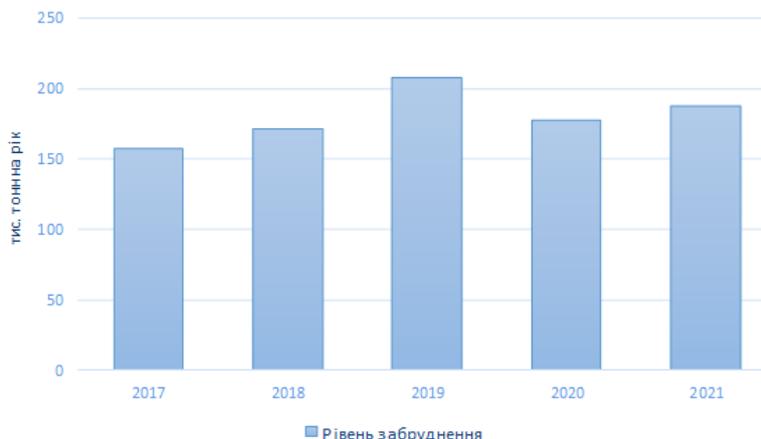


Рис. 1 Динаміка викидів забруднюючих речовин атмосферного повітря пересувними джерелами забруднення м. Києві

Поставлено питання щодо необхідності впровадження змін, а саме:

- запровадження екологічних зон (Low Emission Zone) у центральній частині міста: обмежити в'їзд старих дизельних авто стандартів Euro 0–3, як це роблять у країнах Європейського Союзу;
- розширення мереж електрозарядних станцій для стимулювання переходу на електромобілі;
- збільшення кількості електробусів та трамваїв, модернізації зношених видів наземного транспорту;
- запровадження міських програм щодо зменшення використання приватного авто (пільгові тарифи на громадський транспорт, "Park&Ride").

Зрозуміло, що ці зміни потребують значних економічних ресурсів.

Другим за значущістю джерелом забруднення є стаціонарні об'єкти теплоенергетики та промисловості. У 2020–2025 рр. їхній внесок у загальний баланс викидів становив близько 10–20%, але локальний вплив у районах їх розміщення залишається суттєвим. Найбільшими стаціонарними забруднювачами є ТЕЦ-5, ТЕЦ-6 та Дарницька ТЕЦ. Саме вони формують найбільші викиди оксидів азоту, діоксиду сірки та пилу. За даними офіційних звітів, сумарні викиди цих об'єктів у різні роки періоду становили [1–4, 6–8]:

ТЕЦ-5 — 3,8–4,5 тис. тонн/рік,

ТЕЦ-6 — 4,8–6,2 тис. тонн/рік,

Дарницька ТЕЦ — 1,3–1,9 тис. тонн/рік.

Найбільша концентрація стаціонарних джерел забруднення спостерігається у Дарницькому промисловому районі (Дарницька ТЕЦ, Дарницький вагоноремонтний завод, сміттєспалювальний завод «Енергія»), на Оболоні та Подолі (АТ «Київмедпрепарат», ПАТ «Оболонь», судноремонтні та логістичні підприємства), а також у Святошинському та Солом'янському районах (завод «Меридіан» ім. Корольова, авіаремонтний завод №410, машинобудівні та металеві виробництва). На цих територіях фіксуються підвищені концентрації пилових частинок, легких органічних сполук, формальдегіду та важких металів. Особливо помітний вплив на якість повітря чинять викиди Заводу «Енергія», де спалювання твердих побутових відходів супроводжується збільшенням концентрацій бенз(а)пірену, діоксинів та хлорорганічних сполук. Так впродовж 2020–2024рр. кількість забруднюючих речовин атмосферного повітря стаціонарними джерелами забруднення в м. Київ зросла з 157,2 тис. тонн в 2017р. до 188,1 тис. тонн [1–4, 6–10] (рис. 2).

Серед найбільш значущих заходів, реалізованих на зниження кількості викидів стаціонарними джерелами у Києві були:

- проведення часткової модернізації обладнання на ТЕЦ-5 і ТЕЦ-6, що дозволило знизити викиди оксидів азоту та пилу в окремі роки до 10–12%;
- модернізація котельні «Київтеплоенерго», зокрема перехід частини агрегатів на більш екологічні види палива та встановлення нових фільтраційних систем;
- запровадження автоматизованих систем контролю викидів на окремих промислових об'єктах (наприклад, ПАТ «Оболонь», «Єврокар»);
- закриття або консервація частини малих потенційно небезпечних виробництв у Подільському та Дарницькому районах;
- розширення мережі вимірювальних постів, що дало можливість фіксувати пікові концентрації в зонах впливу ТЕЦ та промислових кластерів.

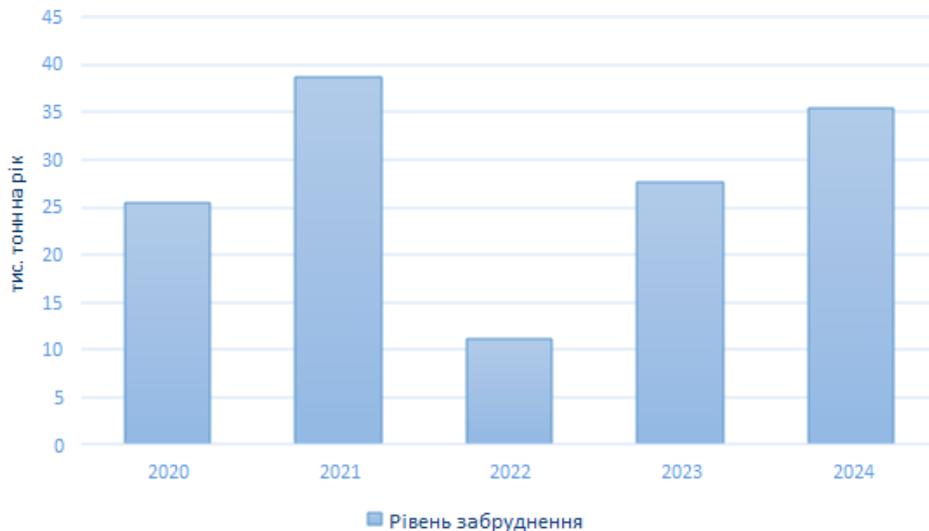


Рис. 2 Динаміка викидів забруднюючих речовин атмосферного повітря стаціонарними джерелами забруднення м. Києві

З огляду на сьогодення та на високий локальний ризик у районах зосередження промислових підприємств, постає питання щодо необхідності:

- продовження модернізації ТЕЦ-5, ТЕЦ-6, Дарницької ТЕЦ;
- запровадження обов'язкового екологічного аудиту усіх промислових підприємств з переліком заходів щодо зменшення викидів;
- створення санітарно-захисних зон у районах Дарниці, Подолу та Троєщини, де розміщені найбільш небезпечні для повітря викиди виробництв;
- встановлення обов'язкових систем онлайн-моніторингу викидів на всіх ТЕЦ та заводах, за прикладом країн ЄС;
- розробки міської програми озеленення промислових зон, що знижує концентрації пилу та важких металів у приземному шарі.

Суттєвий внесок у формування вторинного пилового забруднення у 2020-2025 рр. привніс будівельний сектор. Київ стабільно входив до трійки найбільш активно забудовуваних міст України. Кількість будівельних майданчиків перевищувала 500–700 щороку, а обсяги введеного житла лише у 2020–2021 рр. сягали понад 1 млн м². [2-8]. Робота будівельної техніки та операції з ґрунтом і будівельними матеріалами приводили до збільшення концентрацій пилу, особливо у районах Позняків, Осокорків, Шулявки, Нивок і Теремків.

Важливою особливістю періоду 2022-2025 рр. став фактор воєнних руйнувань і пожеж. Масовані ракетні удари, вибухи дронів та вторинні пожежі на енергетичних і промислових об'єктах призводять до короточасних, але різких піків забруднення повітря. За даними SaveEcoBot, у дні великих атак рівень PM_{2.5} у Києві зростав у 3-10 разів порівняно з фоновими значеннями, а концентрації NO₂ та формальдегіду помітно збільшувалися у районах локальних пожеж. Найбільш забруднені повітряні маси спостерігалися після ударів по енергетичній інфраструктурі у 2022-2025 рр., коли тривале горіння матеріалів, нафтопродуктів і технічних складів формувало складні токсичні суміші, що містили бенз(а)пірен, поліароматичні вуглеводні та хлорорганічні сполуки.

Сума індексів забруднення атмосферного повітря окремими забруднюючими речовинами це – комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА), що включає в себе п'ять найбільш забруднюючих речовин (табл.1, 2).

Таблиця 1

Зміна середньої концентрації забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Києва протягом 2020-2024рр. [1]

Забруднююча речовина	Концентрація в кратності ГДК с.д.				
	2020	2021	2022	2023	2024
Формальдегід	2,8	3,1	2,4	3,3	3,5
Діоксид азоту	1,8	2,1	1,5	2,2	2,4
Оксид вуглецю	1,1	1,2	1,0	1,1	1,1
Оксид азоту	0,8	0,9	0,7	0,9	1,0
Пил	1,4	1,6	1,2	1,7	1,8
PM _{2.5}	1,7	1,9	1,6	2,1	2,4
Діоксид сірки	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Розчинні сульфати	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Бенз/а/пірен	1,5	1,6	1,4	1,7	1,9

Дані таблиць свідчать, що у 2020-2024 рр. у м. Києві спостерігалися стабільно підвищені концентрації основних пріоритетних забруднюючих речовин, причому характерним є як зростання середньорічних значень, так і значне коливання максимальних разових концентрацій у періоди пікових навантажень. Найбільше перевищення гранично допустимих концентрацій середньодобових значень фіксувалося для формальдегіду, діоксиду азоту, дрібнодисперсного пилу PM_{2.5} та поліциклічних ароматичних вуглеводнів, зокрема бенз(а)пірену. Вищі концентрації цих речовин у повітряному середовищі пояснюються значним атмосферним навантаженням з боку автомобільного транспорту, теплоенергетичних об'єктів та вторинними пиловими потоками, що формуються в зонах інтенсивної забудови.

Таблиця 2

**Максимальні концентрації забруднюючих речовин
в атмосферному повітрі м. Києва протягом 2020-2024рр. [1]**

Забруднююча речовина	Концентрація в кратності ГДК с.д.				
	2020	2021	2022	2023	2024
Формальдегід	4,5	5,1	3,8	5,4	6,0
Діоксид азоту	3,2	3,8	2,4	4,0	4,5
Оксид вуглецю	1,8	1,9	1,5	1,7	1,8
Оксид азоту	1,4	1,6	1,1	1,5	1,7
Пил	2,3	2,6	1,9	2,8	3,9
PM _{2.5}	3,5	3,9	2,8	4,2	4,8
Діоксид сірки	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Розчинні сульфати	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Бенз/а/пірен	3,2	3,6	2,9	3,8	4,3

У середньорічній динаміці (табл. 2) протягом 2020-2024 рр. простежується чітка тенденція до поступового зростання концентрацій формальдегіду — з 2,8 до 3,5 кратності (ГДК) с.д., та діоксиду азоту — з 1,8 до 2,4 ГДК с.д. Особливо помітним є ріст дрібнодисперсних фракцій PM_{2.5} і PM₁₀, середні концентрації яких за аналізований період збільшилися майже на 40-50%. Така динаміка характерна для великих мегаполісів, де щільний транспортний трафік, масштабне будівництво та робота промислово-енергетичних об'єктів створюють сприятливі умови для накопичення твердих частинок у приземному шарі атмосфери.

Зменшення концентрацій певних речовин у 2022 р. (NO₂, пил, CO) пов'язане з різким спадом транспортної активності, частковим припиненням роботи промислових та енергетичних підприємств у перші місяці повномасштабної війни. Однак уже з 2023 р. було зафіксовано стійке відновлення цих показників, що співпадає зі збільшенням автотрафіку, сезонними інверсіями та відновленням роботи ТЕЦ.

Максимальні разові концентрації, згідно до [10,11] демонструють ще більш контрастний характер. Значення формальдегіду у 2023-2024 рр. сягали 5,4-6,0 ГДК с.д., що свідчить про формування локальних осередків високого забруднення в районах транспортних розв'язок, промислових зон та місцях виникнення пожеж. Діоксид азоту у пікові періоди досягав 4,0-4,5 ГДК с.д., що характерно для зимово-осіннього сезону, коли в місті часто спостерігаються температурні інверсії та зменшується швидкість руху повітряних мас. Особливої уваги заслуговують показники PM_{2.5}. У 2023-2024 рр. Їх максимальні концентрації становили 4,2-4,8 ГДК с.д., що є критичними значеннями для мегаполісу та свідчать про вплив як транспортних викидів, так і воєнних факторів — пожеж, вибухів та згоряння технічних матеріалів. Подібна ситуація спостерігається і з бенз(а)піреном, концентрація якого у 2024 р. досягла 4,3 ГДК с.д., що значно перевищує середньорічні значення та вказує на наявність епізодів неповного згоряння органічних речовин.

Таким чином, ситуація, яка склалась на сьогодні потребує створення інформаційних вимірювальних систем для дослідження, контролю стану атмосферного повітря в містах України [12].

**ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ
І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМІ**

Було розглянуто проблеми забруднення атмосферного повітря м. Києва, якість якого у 2020–2025 рр. перебуває під значним антропогенним навантаженням, зумовленим переважно автотранспортом, теплоенергетичними об'єктами та наслідками воєнних дій. Найвищі концентрації формальдегіду, діоксиду азоту, пилових частинок та бензапірену спостерігалися у центральних та промислових районах міста, що свідчить про формування локальних осередків інтенсивного забруднення. Підвищений рівень забруднення потребує подальшої модернізації транспортної та енергетичної інфраструктури, розширення систем моніторингу та впровадження екологічних заходів для зниження рівня впливу на населення. Отримані результати підтверджують необхідність комплексного екологічного дослідження, контролю та управління станом атмосферним повітрям столиці.

Література

1. Центральна геофізична обсерваторія ім. Срезневського. Стан забруднення атмосферного повітря у м.Києві та Київській області - <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia/8-materialy-na-glavnoj/173-stan-zabrudnennya-atmosferного-povitrya-m-kievi-ta-kijivskij-oblasti-shchomisyachnij>
2. Звіт про стратегічну екологічну оцінку Проекту змін до Стратегії розвитку міста Києва до 2025 року, затвердженої рішенням Київської міської ради від 15 грудня 2011 року № 824/7060 (у редакції рішення Київської міської ради від 06 липня 2017 року № 724/2886) - https://minio.kyivcity.gov.ua/kyivcity/sites/22/Document/4_zvit_seo_proiektu_zmin_do_strategiyi.pdf
3. Державна Служба Статистики України. Викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення- <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
4. Центральна геофізична обсерваторія ім. Срезневського. Хімічне забруднення <http://www.cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia>.
5. Посилання:<https://kyiv.info/article/tsikavi-fakty-ta-korysna-informatsiya-pro-heohrafichne-roztashuvannya-kyveva>; <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2>.
6. Посилання:<https://www.44.ua/news/3930720/avtotrafik-kieva-dosag-novogo-rekordu-naskilki-zbilsilas-kilkist-avtomobiliv>.
7. Impact of military activity on atmospheric aerosol characteristics in Ukraine and Kyiv city / Вплив військових дій на характеристики аерозолів атмосферного повітря в Україні та місті Києві - <https://doi.org/10.1016/j.apr.2025.102496>
8. IQAir (AirVisual Global AQI Reports for Kyiv, 2020–2025).: <https://www.iqair.com/dl/pdf-reports/world-air-quality-report-2020-en.pdf>
9. Copernicus Atmospheric Monitoring Service, European Environment Agency (EEA) – супутникові дані та наземні станції Києва; <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/cleanair.org.ua-ukraine-space-ua-final-web.pdf>
10. SaveEcoBot – локальні станції моніторингу (2020–2025); <https://www.saveecobot.com/>
11. Про затвердження Порядку визначення величин фонових концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі/ <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0700-01/en/ed20010730#Text>
<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97#Text>
12. Беляковський В. Розробка прототипу інформаційно-вимірювальної системи для вимірювання концентрацій токсичних, агресивних та отруйних газів / Беляковський, В., Защепкіна Н., Волошин О. // Measuring and computing devices in technological processes, 2023.-№4. С. 82–86, <https://vottp.khmnu.edu.ua/index.php/vottp/article/view/214>

References

1. Central geophysical observatory named after Sreznevsky. State of atmospheric air pollution in the city of Kyiv and Kyiv region - <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia/8-materialy-na-glavnoj/173-stan-zabrudnennya-atmosferного-povitrya-m-kievi-ta-kijivskij-oblasti-shchomisyachnij>.
2. Report on the strategic environmental assessment of the Project of Changes to the Development Strategy of the City of Kyiv until 2025, approved by the decision of the Kyiv City Council of December 15, 2011 No. 824/7060 (as amended by the decision of the Kyiv City Council of July 6, 2017 No. 724/2886)
3. State Statistics Service of Ukraine. Emissions of pollutants and greenhouse gases into atmospheric air from stationary sources of pollution <https://www.ukrstat.gov.ua/>.
4. Central geophysical observatory named after Sreznevsky. Chemical pollution: <http://www.cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/uk/diialnist/khimichne-zabrudnennia>.
5. <https://kyiv.info/article/tsikavi-fakty-ta-korysna-informatsiya-pro-heohrafichne-roztashuvannya-kyveva>;
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%97%D0%B2>.
6. <https://www.44.ua/news/3930720/avtotrafik-kieva-dosag-novogo-rekordu-naskilki-zbilsilas-kilkist-avtomobiliv>.
7. Impact of military activity on atmospheric aerosol characteristics in Ukraine and Kyiv city: <https://doi.org/10.1016/j.apr.2025.102496>
8. IQAir (AirVisual Global AQI Reports for Kyiv, 2020–2025).: <https://www.iqair.com/dl/pdf-reports/world-air-quality-report-2020-en.pdf>
9. Copernicus Atmospheric Monitoring Service, European Environment Agency (EEA) – satellite data and ground stations of Kyiv; <https://cleanair.org.ua/wp-content/uploads/2020/11/cleanair.org.ua-ukraine-space-ua-final-web.pdf>
10. SaveEcoBot – local monitoring stations (2020–2025); <https://www.saveecobot.com/>
11. On the approval of the Procedure for determining the values of background concentrations of pollutants in atmospheric air: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0700-01/en/ed20010730#Text> <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97#Text>
12. Belyakovskiy V. Development of a prototype information-measuring system for measuring concentrations of toxic, aggressive and poisonous gases / Belyakovskiy, V., Zashchepkina N., Voloshyn O. // Measuring and computing devices in technological processes, 2023.-№4. P. 82–86.<https://vottp.khmnu.edu.ua/index.php/vottp/article/view/214>