

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВОЄННИХ ДІЙ

УДК 504.3:355.48(285.1)

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2025.eco.6-63.23>

СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У М. УЖГОРОД В УМОВАХ ВІЙНИ

Мільович С. С., Галла-Бобик С. В., Ченчак М. М.

Державний вищий навчальний заклад
«Ужгородський національний університет»

вул. Підгірна, 46, 88000, м. Ужгород

stepan.milyovich@uzhnu.edu.ua, sitlana.halla-bobyk@uzhnu.edu.ua,

mykhailo.chenchak@uzhnu.edu.ua

Атмосферне повітря є природним ресурсом, для якого відсутня альтернатива споживанню. Його якість є ключовим чинником який визначає безпечність навколишнього середовища. Тривалий вплив високих рівнів забруднювальних речовин спричиняє згубні наслідки для об'єктів довкілля і здоров'я людини та є причиною підвищення рівня передчасної смертності від захворювань.

Військова агресія росії проти України призвела до значного погіршення якості атмосферного повітря не тільки у прифронтових регіонах та на територіях, які зазнають бомбардувань, а і в тиллових містах, зокрема і у м. Ужгороді, основними чинниками підвищення забруднення яких є процеси внутрішньої міграції, збільшення транспортного навантаження та інтенсивне житлове будівництво.

Проведено порівняльний аналіз стану атмосферного повітря м. Ужгорода протягом 2021р. і 2024р. на підставі статистичної інформації, наведеної на офіційному сайті Закарпатського обласного центру з гідрометеорології.

Результати дослідження вказують на те, що усереднені показники перевищення середньорічних ГДК_{сд} для формальдегіду, діоксиду нітрогену і пилу у 2024р. збільшилися відповідно у 1,18 ($p = 0,016$); 1,22 ($p = 0,002$) і 1,96 ($p = 7,0 \cdot 10^{-8}$) разів. Значно зросла також повторюваність днів, коли середньодобова концентрація цих забруднювальних речовин дорівнювала ГДК_{сд} або перевищувала її, у відсотках до загальної кількості днів спостережень.

Середній індекс забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода у 2024р. був вищим у порівнянні з 2021р. для формальдегіду у 1,26 разів ($p = 0,009$), діоксиду нітрогену – у 1,21 разів ($p = 0,002$), оксиду нітрогену – у 1,42 разів ($p = 4,0 \cdot 10^{-5}$), а оксиду карбону практично не змінився. Особливо суттєво збільшилися забруднення пилом – у 1,96 разів ($p = 7,0 \cdot 10^{-8}$), значний внесок у яке вочевидь вносить і різке зростання обсягів будівництва житлових об'єктів у місті. При цьому 7 місяців більше 50 % днів його концентрація була $\geq$ ГДК_{сд}.

Усереднене значення показника комплексного індексу забруднення повітря (КІЗА₃) збільшилося у 2024 р. у 1,35 разів ($p = 3,0 \cdot 10^{-5}$) і протягом всього року відповідало підвищеному рівню забруднення. *Ключові слова:* атмосферне повітря, джерела надходження забруднювальних речовин, гранично допустима концентрація, індекс забруднення, статистичні методи обробки даних, вплив на здоров'я людини.

The air quality in the city of Uzhhorod under war conditions. Milyovich S., Halla-Bobik S., Chenchak M.

The Earth's atmosphere is a natural resource for which there is no alternative to consumption. Its quality is a key factor in determining the safety of the environment. Prolonged exposure to high levels of pollutants has detrimental effects on the environment and human health and causes an increase in premature mortality from diseases.

Russia's military aggression against Ukraine has led to a significant air quality deterioration not only in the frontline regions and in the areas subject to bombing, but also in rear cities, including Uzhhorod, where the main factors of increased pollution are internal migration, increased traffic and intensive housing construction.

A comparative analysis of the atmospheric air quality in Uzhhorod in 2021 and 2024 has been conducted based on statistical information provided on the official website of the Transcarpathian Regional Center for Hydrometeorology.

The results of the study indicate that the average indicators of exceeding the average annual MPC for formaldehyde, nitrogen dioxide and dust in 2024 increased by 1.18 ($p = 0.016$); 1.22 ($p = 0.002$) and 1.96 ($p = 7.0 \cdot 10^{-8}$) times, respectively. There was also a significant increase in the frequency of days when the average daily concentration of these pollutants was equal to or exceeded the MPC, as a percentage of the total number of monitored days.

The average air pollution index in Uzhhorod in 2024 was higher than in 2021 for formaldehyde by 1.26 times ($p = 0.009$), nitrogen dioxide by 1.21 times ($p = 0.002$), nitrogen oxide by 1.42 times ($p = 4.0 \cdot 10^{-5}$), while carbon monoxide has not changed significantly. Dust pollution increased significantly, by 1.96 times ($p = 7.0 \cdot 10^{-8}$), which was clearly influenced by the rapid growth in residential construction in the city. At the same time, for 7 months, more than 50 % of the days, its concentration was $\geq$ MPC.

The average value of the complex Air Quality Index (AQI₃) increased by 1.35 times ($p = 3.0e \cdot 10^{-5}$) in 2024 and throughout the year, it corresponded to an increased level of pollution. *Key words:* air, sources of pollutants, Maximum Permissible Concentration, Air Quality Index, statistical data processing methods, impact on human health.

© Мільович С. С., Галла-Бобик С. В., Ченчак М. М., 2025

Стаття поширюється на умовах ліцензії CC BY 4.0

Постановка проблеми. Якісне атмосферне повітря є запорукою громадського здоров'я та забезпечення цілей 3 та 11 сталого розвитку. Військова агресія росії проти України внесла свої корективи як у перелік джерел забруднення атмосферного повітря, так і у інтенсивність їх дії. У прифронтових регіонах та на територіях, які зазнають бомбардувань основними причинами забруднення стали лісові пожежі, переміщення військової техніки, вибухи снарядів та ракет, руйнування житлових і промислових об'єктів та горіння нафти і нафтопродуктів внаслідок атак на паливні сховища [1]. Що стосується міст, які розташовані в тилу, то основними факторами є переїзд населення з небезпечних регіонів та релокація промислових об'єктів.

Актуальність дослідження. Моніторинг стану атмосферного повітря у містах та рішення на основі результатів моніторингу є і залишатиметься актуальними, оскільки згідно даних Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) 4,2 млн передчасних смертних випадків щороку зумовлено забрудненням атмосферного повітря і є четвертим за значимістю фактором ризику передчасної смерті у світі [2].

Зв'язок авторського доробку з науковими та практичними завданнями. Наявні цілий ряд публікацій щодо дослідження якості атмосферного повітря у в умовах війни в Україні [3–5], на відміну від праць щодо тилових. У відповідності до Закону України «Про охорону атмосферного повітря» [6], результати роботи можуть бути використані органами влади та місцевого самоврядування для прийняття рішень, щодо забезпечення якості атмосферного повітря та для наукового обґрунтування змін у проведенні моніторингу якості повітря в умовах, збройних конфліктів, посиленої міграції тощо.

Новизна дослідження. Вперше проведено аналіз зміни стану якості атмосферного повітря у м. Ужгород порівнянні з довоєнним періодом.

Методи дослідження. Дані було зібрано та оброблено на основі емпіричного та теоретичного узагальнення статистичної інформації, наведеної на офіційному сайті Закарпатського обласного центру з гідрометеорології [7]. Статистична обробка даних була проведена за допомогою програмного засобу Gemini 2.5 Pro [8]. Для порівняння середніх значень по місяцях використано парний t-критерій Стюдента. Статистично значущою різницею вважали $p < 0,05$. Для визначення схожості динаміки (патерну) забруднення по місяцях між

2021 та 2024 роками визначали коефіцієнт кореляції Пірсона (r). За позитивну лінійну залежність приймали значення, близьке до 1.

Метою роботи є провести порівняльний аналіз рівня забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода пріоритетними полютантами протягом 2021 р. і 2024 р.

Викладення основного матеріалу. Зважаючи на те, що у м. Ужгород не було переміщено виробничі підприємства [9, 10], основними чинниками, які впливають на якість атмосферного повітря, є внутрішні міграційні процеси і пов'язане з ним збільшення транспортного навантаження та будівництво.

Так, населення міста з моменту повномасштабного вторгнення, зросло приблизно на 35 %, а чисельність внутрішньо переміщених осіб складає близько 40 тис. осіб [11], що призвело і до суттєвого зростання кількості автотранспорту.

Збільшився також і пасажиропотік. Зокрема, протягом 2024 р. муніципальним транспортом було здійснено виняткового велику за час існування кількість пасажирських перевезень (більш ніж 4 млн, 16–17 тис на день) [12]. При цьому більшість автобусів на 8 маршрутах і маршруток на 11 напрямках є старими [13]. На даний час КП «Ужгородський муніципальний транспорт» має лише 40 автобусів «Електрон» [12]. Крім того у місті надає послуги 22 служби таксі [14].

Вагомими джерелами надходження пилу в атмосферне повітря м. Ужгорода є не тільки транспорт, а і масштабне житлове будівництво, яке за даними маркетингу, на третій рік війни майже втричі перевищило довоєнні показники [15].

На забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода впливають також особливості метеоумов, оскільки протягом 70 днів у році спостерігається штиль, який перешкоджає розсіюванню забруднювальних речовин.

Регулярний моніторинг забруднення атмосферного повітря в Ужгороді здійснюється шляхом відбору проб 2–4 рази на добу на двох стаціонарних базових пунктах, розташованих у житловій та промисловій зонах міста за наступними адресами:

– ПСЗ-1 (Ротарі парк, координати 48.624442, 22.284436);

– ПСЗ-2 (вул. С. Мартина, 2, координати 48.598803, 22.313257).

Кількість відібраних проб повітря протягом 2021 р. і 2024 р. наведена у табл. 1.

Таблиця 1

Кількість відібраних проб атмосферного повітря на двох стаціонарних постах спостережень

Рік	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021	722	760	988	988	846	912	1026	912	988	912	874	798
2024	1026	950	988	988	1020	851	1014	1020	950	1018	984	988

Одними із найбільш небезпечних забруднювальних речовин атмосферного повітря м. Ужгорода є формальдегід, що відноситься до канцерогенних [16] та діоксид нітрогену, який спричиняє подразнюючу дію на органи дихання і підвищує рівень смертності від респіраторних та серцево-судинних захворювань та є ключовим попередником фотохімічного смогу [17, 18]. Значну небезпеку представляє собою забруднення атмосферного повітря пилом, котрий, володіючи високою здатністю до адсорбції забруднювальних речовин, може проникати в легені і потрапляти в кровообіг, викликаючи серцево-судинні, цереброваскулярні та респіраторні захворювання, а при тривалому впливі – рак легень [19].

Середньомісячні концентрації формальдегіду, діоксиду нітрогену і пилу у атмосферному повітрі м. Ужгорода у 2021 р. і 2024 р. у кратності до ГДК_{сд} наведені на рисунках 1–3.

Коефіцієнт кореляції Пірсона (r) для формальдегіду становив 0,13 ($p = 0,68$), що вказує на те, що місячні піки та спади у 2024 р. не були схожі на

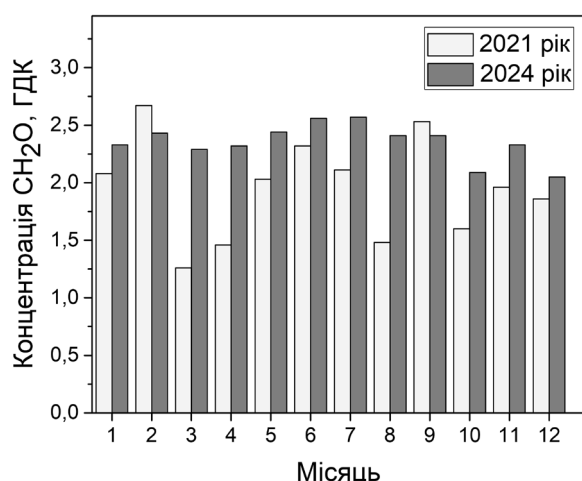


Рис. 1. Середньомісячна концентрація формальдегіду у кратності до ГДК_{сд}

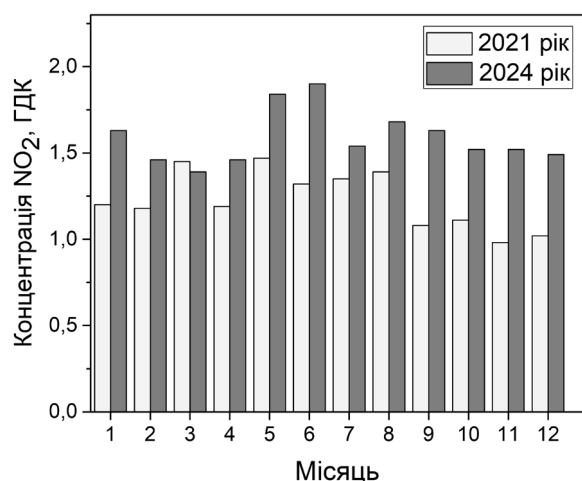


Рис. 2. Середньомісячна концентрація NO₂ у кратності до ГДК_{сд}

патерн 2021 р. Для діоксиду нітрогену при $r = 0,58$ ($p = 0,047$) цей зв'язок був помірно схожим, а для пилу ($r = 0,81$, $p = 0,001$) – дуже сильний, високо значущий позитивний зв'язок.

Усереднені показники перевищення середньорічних ГДК_{сд} для формальдегіду, діоксиду нітрогену і пилу у 2021 р. становили: $2,01 \pm 0,61$; $1,29 \pm 0,17$; $0,48 \pm 0,11$, а у 2024 р. – $2,37 \pm 0,14$; $1,57 \pm 0,22$ і $0,94 \pm 0,10$, що відповідно у 1,18 ($p = 0,016$); 1,22 ($p = 0,002$) і 1,96 ($p = 7,00e^{-8}$) разів вищі.

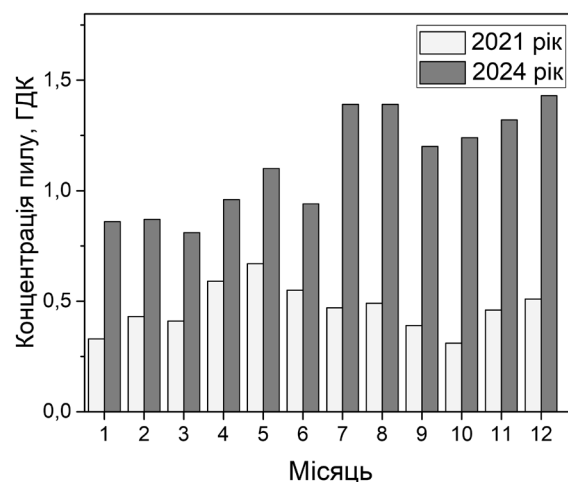


Рис. 3. Середньомісячна концентрація пилу у кратності до ГДК_{сд}

Повторюваність днів, коли середньодобова концентрація цих забруднювачів дорівнювала ГДК_{сд} або перевищувала її, у відсотках до загальної кількості днів спостережень, у 2021 р. для формальдегіду була найнижча у березні 80 %, у лютому, червні, вересні-грудні складала 100 %, а для діоксиду нітрогену – у листопаді 43 % (найнижча), у січні, березні, травні і серпні – 100 %. У 2024 р. цей показник становив для формальдегіду 100 % впродовж цілого року, а для діоксиду нітрогену – у листопаді 88 % (найнижчий), у лютому, травні-червні та серпні – 100 %.

Що стосується пилу, то кількість днів, коли його концентрація була $\geq$ ГДК_{сд} у 2024 р. перевищувала 50 % протягом 7 місяців (рис. 4).

Крім того, у лютому і квітні було зафіксовано по 1 випадку перевищення максимально-разової гранично допустимої концентрації (ГДК_{мр}), відповідно у 1,48 і 1,14 разів.

Згідно даних сайту системи екологічного моніторингу SaveEcoBot найвище забруднення пилом 2,5 і 10 мкм (шкідливий рівень якості повітря) спостерігається у мікрорайоні Боздош, який найбільш інтенсивно розбудовується [20].

Індекси забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода формальдегідом, діоксидом нітрогену та пилом наведено у таблиці 2.

Середній індекс забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода формальдегідом у 2024 р. стано-

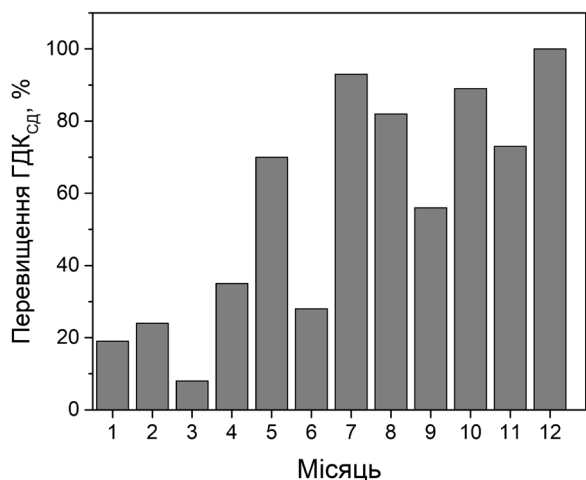


Рис. 4. Повторюваність днів, коли середньодобова концентрація пилу дорівнювала ГДК_{ср} або перевищувала її, у 2024 р., у відсотках до загальної кількості днів спостережень

вив $3,03 \pm 0,17$ і був вищим у порівнянні з 2021 р. ($2,40 \pm 0,74$) у 1,26 разів ($p = 0,009$), а для пилу – збільшився у 1,96 разів ($p = 7,0 \cdot 10^{-8}$). Для діоксиду нітрогену цей показник зріс у 1,21 разів ($p = 0,002$), водночас було зафіксовано випадки перевищення максимально-разового значення ГДК (Таблиця 3).

Коефіцієнт Пірсона для формальдегіду склав $0,01$ ($p = 0,97$), а для пилу і діоксиду нітрогену, відповідно $r = 0,81$ ($p = 0,001$) і $r = 0,60$ ($p = 0,039$).

До інших пріоритетних забруднювачів атмосферного повітря у м. Ужгород належать оксид нітрогену і монооксид карбону, перший з яких відноситься до подразнюючих речовин, а підвищені концентрації монооксиду карбону у повітрі спричиняють задуху і негативно впливають на нервову та серцево-судинну систему [2].

Різниця між середніми індексами забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода впродовж аналізованих років монооксидом карбону не досягала статистичної значимості, а для оксиду нітрогену (рис. 5) у 2024 р. становила $0,61 \pm 0,11$ проти $0,43 \pm 0,06$ у 2021 р. ($p = 4,0 \cdot 10^{-5}$), в той час як різниця між патернами не була статистично значущою ($r = 0,40$, $p = 0,19$).

Середній індекс забруднення (таблиця 4) атмосферного повітря м. Ужгорода (КІЗА₅) у 2024 р. становив $6,47 \pm 0,57$ і перевищував цей показник у 2021 р. ($4,78 \pm 0,85$) у 1,35 разів ($p = 3,0 \cdot 10^{-5}$), при цьому протягом цілого року рівень забруднення характеризувався як підвищений. Однак динаміка забруднення по місяцях не була статистично значущою ($r = 0,35$, $p = 0,26$).

Головні висновки. 1. Отримані результати вказують на те, що у 2024 р., порівняно з 2021 р., відбулося статистично значуще погіршення якості повітря за всіма показниками крім індексу забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода монооксидом карбону.

2. Найбільш статистично беззаперечне зростання (дуже низькі p-value) спостерігалось для величин середньомісячної концентрації пилу у кратності до ГДК_{ср}, індексів забруднення пилом і оксидом нітрогену та КІЗА₅.

3. Місячні патерни для концентрації пилу і діоксиду нітрогену та їх індексів забруднення у 2024 р. були схожими на 2021 р., що свідчить про стабільність факторів, які впливають на сезонність (наприклад, опалювальний сезон, погодні умови).

4. Для показників концентрації формальдегідів і його індексу забруднення та КІЗА₅ динаміка у 2024 р. не схожа на 2021 р. (кореляція відсутня). Це може свідчити про появу нових факторів впливу або зміну старих, які порушили звичний річний цикл.

Таблиця 2

Індекс забруднення атмосферного повітря м. Ужгорода окремими забруднювальними речовинами

Забруд. речовина	Рік	Місяць											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
CH ₂ O	2021	2,52	3,52	1,36	1,65	2,52	3,01	2,62	1,65	3,35	1,84	0,98	1,03
	2024	3,00	3,18	2,95	2,95	3,18	3,41	3,41	3,12	3,12	2,62	3,01	2,52
NO ₂	2021	1,20	1,18	1,41	1,19	1,47	1,31	1,35	1,38	1,08	1,11	2,41	2,00
	2024	1,61	1,46	1,38	1,46	1,82	1,90	1,54	1,68	1,62	1,52	1,52	1,49
Пил	2021	0,33	0,39	0,41	0,59	0,67	0,55	0,47	0,49	0,39	0,31	0,46	0,53
	2024	0,86	0,87	0,81	0,96	1,10	0,94	1,39	1,39	1,20	1,24	1,32	1,43

Таблиця 3

Кратність перевищення ГДК_{мр} діоксидом нітрогену (разів) атмосферного повітря міста Ужгород у 2024 р.

Рік	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2024	–	–	–	1,24	1,86	1,53	1,15	1,72	1,54	–	–	–

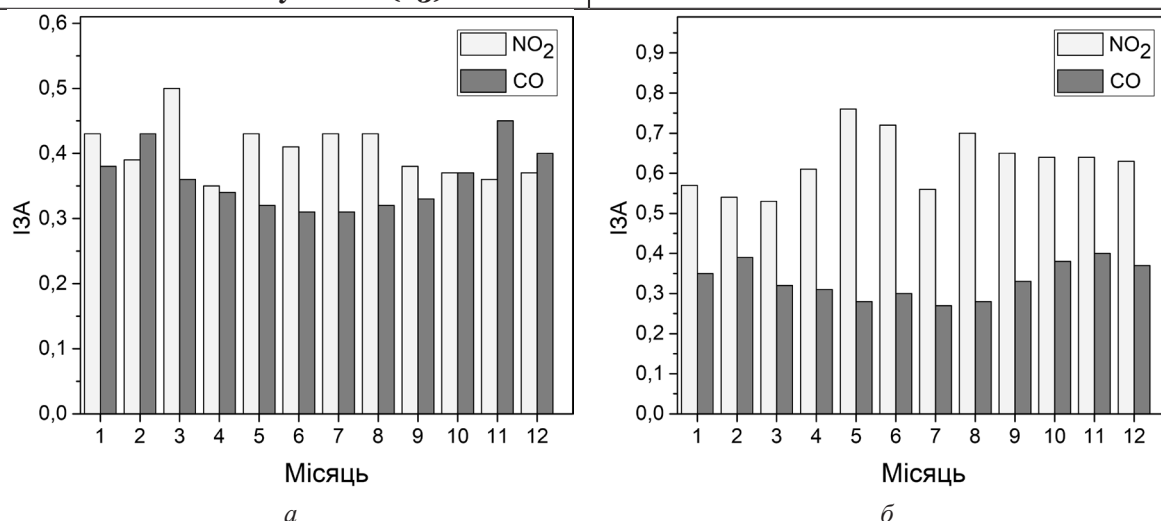


Рис. 5. Індекс забруднення атмосферного повітря (ІЗА) м. Ужгорода оксидом нітрогену (IV) та монооксидом карбону: а – 2021 рік, б – 2024 рік

Таблиця 4

Індекс забруднення атмосферного повітря міста Ужгорода п'ятьма пріоритетними забруднювальними речовинами (КІЗА₅)

Рік	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2021	4,86*	5,96**	4,04*	4,12*	5,41**	5,59**	5,18**	4,27*	5,53**	4,00*	4,66*	4,33*
2024	6,39**	6,44**	5,99**	6,29**	7,14**	7,27**	7,17**	7,17**	6,92**	6,40**	6,89**	6,44**

Примітка: * – рівень забруднення характеризується як низький;

** – рівень забруднення характеризується як підвищений.

5. Для величин концентрації формальдегіду і індексу забруднення формальдегідом речовин у 2024р. значно зменшилося стандартне відхилення. Це означає, що забруднення стало не тільки вищим, але й більш стабільним протягом року, без значних спадів, які спостерігалися у 2021 році.

Література

1. Як війна впливає на екосистему України та Європи: інфографічне дослідження за підтримки ДТЕК. URL: <https://dtek.com/media-center/news/war-impact-on-the-ecosystems-of-ukraine-and-europe-infographic-study-supported-by-dtek/> (дата звернення: 10.10.2025).
2. Air quality, energy and health / WHO. URL: <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/air-quality-and-health/health-impacts/types-of-pollutants> (дата звернення: 21.10.2025).
3. Хондак І., Стищенко Т. Забруднення атмосферного повітря в умовах війни в Україні. *Біологічні, хімічні та екологічні загрози під час війни*. ЛДУБЖД, 2025. С. 391–399. DOI:10.32447/bcet.2025.26
4. Долженкова О., Назаренко Д. Оцінка впливу збройної агресії Росії на стан атмосферного повітря в Україні. *Challenges and Issues of Modern Science*. 2024. Т.3. С. 305–311. DOI:10.32782/pcsd-2024-4-6
5. Старабанов Р. В. Ящук Л. Б. Магльована Т. В. Вплив військових дій на якість атмосферного повітря в Україні. Екологічна безпека та раціональне природокористування: тези всеукр наук. конф., здоб. осв. та мол. всених. (Житомир, 14 листопада 2024 р.). Житомир, 2024. С. 207.
6. Про охорону атмосферного повітря: Закон України від 16.10.1992 р. № 2707-XII. Дата оновлення: 08.08.2025. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text> (дата звернення: 17.11.2025).
7. Інформація по стану забруднення атмосфери в м. Ужгород. URL: http://gmc.uzhgorod.ua/za_n.php (дата звернення: 11.11.2025).
8. Gemini 2.5 Pro [Електронний ресурс : програмний засіб] / Google. URL: <https://gemini.google.com> (дата звернення: 11.11.2025).
9. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2021 рік. URL: https://ecozakarpat.gov.ua/wp-content/nd/Zakarp_reh_dop_2021.pdf (дата звернення: 03.11.2025).
10. Доповідь про стан навколишнього природного середовища Закарпатської області за 2023 рік. URL: <https://ecozakarpat.gov.ua/wp-content/uploads/2024/09/Закарпатська-регіональна-доповідь-за-2023.pdf> (дата звернення: 04.11.2025).
11. Населення Ужгорода через війну збільшилося на 35 %. *Закарпаття онлайн*. URL: <https://zakarpattya.net.ua/News/232507-Naselennia-Uzhhoroda-cherez-viinu-zbilshylosia-na-35> (дата звернення: 05.11.2025).
12. Перший електричний громадський транспорт в Ужгороді: що про нього відомо. *Суспільне Ужгород*. URL: <https://suspinne.media/uzhhorod/933287-persij-elektricij-transport-v-uzgorodi-so-pro-ce-vidomo/> (дата звернення: ДД.ММ.РРРР).

13. Транспорт в Ужгороді. *Ужгород*. URL: <https://news.uzhgorod.ua/uzhgorod/transport-v-uzgorodi/> (дата звернення: 03.11.2025).
14. Таксі в Ужгороді. *Top20.ua*. URL: <https://top20.ua/uzh/transportni-poslugi/taksi/> (дата звернення: 28.10.2025).
15. На третій рік війни об'єми будівництва в Ужгороді майже втричі перевищили довоєнні показники – ЛУН. *Закарпаття онлайн*. URL: <https://zakarpattya.net.ua/News/235185-Na-tretii-rik-viiny-ob-iemy-budivnytstva-v-Uzhhorodi-maizhe-vtrychi-perevyshchyly-dovoieni-pokaznyky-%E2%80%93-LUN> (дата звернення: 10.11.2025).
16. Protano C., Buomprisco G., Cammalleri V. [et al.] The Carcinogenic Effects of Formaldehyde Occupational Exposure: A Systematic Review. *Cancers*. 2022. Vol. 14, Iss. 1. Art. 165. DOI: 10.3390/cancers14010165
17. Huang S., Li H., Wang M. [et al.] Long-term exposure to nitrogen dioxide and mortality: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 776. Art. 145968. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.145968
18. Ковров О. С., Омельченко В. В., Козаченко А. М. Аналіз хімічного перетворення забруднюючих речовин в атмосфері урбанізованих та промислових територій. *Збірник наукових праць Національного гірничого університету*. 2020. № 61. С. 103–115. DOI:10.33271/crpnmu/61.103
19. Sangkham S., Phairuang W., Sherchan S. P. [et al.] An update on adverse health effects from exposure to PM_{2.5}. *Environmental Advances*. 2024. Vol. 18. Art. 100603. DOI:10.1016/j.envadv.2024.100603
20. Шкідливий рівень якості повітря зафіксували в Ужгороді та Мукачеві. *Суспільне Ужгород*. URL: <https://suspilne.media/uzhhorod/956553-v-uzgorodi-ta-mukacevi-zafiksuvali-skidlivij-riven-akosti-povitra/> (дата звернення: 17.11.2025).

Дата першого надходження рукопису до видання: 21.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису після рецензування: 15.12.2025

Дата публікації: 31.12.2025