

ДИНАМІКА ЗМІНИ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТИЛОВОГО МІСТА (НА ПРИКЛАДІ М. ЛЬВОВА)

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

Забруднення атмосферного повітря є головною екологічною загрозою для здоров'я у цілому світі, яке не тільки призводить до підвищення рівня передчасної смертності, а і є основним фактором ризику розвитку та загострення для всіх хронічних захворювань.

Військова агресія росії проти України спричинила значне погіршення якості атмосферного повітря не лише в прифронтових регіонах та населених пунктах, що зазнають масованих ракетних і дронівих атак, але й у тилкових містах, зокрема і у м. Львові. Основними причинами цього є збільшення кількості населення за рахунок внутрішньо переміщених осіб і відповідно транспортного навантаження; зростання обсягів будівництва; релокація підприємств із небезпечних регіонів; перетворення міста на ключовий логістичний центр, внаслідок чого зросли обсяги вантажоперевезень та впроваджені Львівською міською радою та мешканцями заходів для забезпечення енергетичної незалежності у зв'язку з нестабільністю енергосистеми.

Проаналізовано стан забруднення атмосферного повітря на підставі офіційних звітів чотирьох стаціонарних постів спостереження у м. Львові «Характеристика забруднення атмосфери» (Форма 10) за 2021 та 2024рр.

Комплексний індекс забруднення повітря впродовж аналізованого періоду по постам спостереження зріс з 5,91-8,13 до 7,36-10,19, що пов'язано із збільшенням середньорічної концентрації формальдегіду, який відіграє ключову роль в екологічній оцінці якості повітря у м. Львові. Найвищі концентрації формальдегіду та його найбільший приріст – на 31,1% ($p < 0,001$, $r = 0,76$) спостерігався у центральній частині міста з щільною забудовою (пост № 3). Основним джерелом забруднення у цьому мікрорайоні та на посту № 4 є автотранспорт, про що свідчить висока кореляція по діоксиду нітрогену ($r = 0,82 - 0,88$).

Найбільше зростання концентрації фтороводню (+35,4%, $p < 0,001$) до 4,8 ГДК_{сн} зафіксовано на посту спостереження № 4, що вказує на збільшення техногенного впливу.

У 2024р., порівняно із 2021р., вміст діоксиду сульфуру у повітрі міста зменшився на 45–58%, а вміст пилу зріс на 13–22%. Не зважаючи на загальноміську тенденцію до підвищення концентрації пилу і формальдегіду у атмосферному повітрі впродовж аналізованих років, найбільш безпечним є житловий мікрорайон з найменшим транспортним навантаженням (пост № 1). *Ключові слова:* м. Львів, атмосферне повітря, забруднювальні речовини, нормативні значення, індекс забруднення повітря; статистичні методи обробки даних.

The dynamics of changes in the air quality of the rear city (on the example of Lviv). Milyovich S., Halla-Bobik S., Chenchak M.

Air pollution is a major environmental threat to health worldwide, not only leading to increased rates of premature mortality but also being a major risk factor for the development and exacerbation of all chronic diseases.

The Russia's military invasion of Ukraine has caused a significant air quality deterioration, not only in frontline regions and settlements suffering from massive missile and drone attacks, but also in rear cities, including Lviv. The main factors contributing to this are an increase in population due to internally displaced persons and, consequently, transport load, an increase in construction output volumes, the relocation of businesses from dangerous regions, the city becoming a key logistics hub, which has led to an increase in freight volumes, and measures introduced by the Lviv City Council and residents to ensure energy independence due to the instability of the energy system.

The analysis of atmospheric pollution was carried out based on official reports 'Characteristics of atmospheric pollution' (Form 10) from four stationary observation posts in Lviv for 2021 and 2024.

The average air pollution index during the analysed period at observation posts increased from 5.91-8.13 to 7.36-10.19, which is caused by an increase in the average annual concentration of formaldehyde, which plays a decisive role in the ecological air quality assessment in Lviv. The highest concentrations of formaldehyde and its greatest increase – by 31.1% ($p < 0.001$, $r = 0.76$) – were observed in the central part of the city with dense development (observation post No. 3). The main source of pollution in this sub-district and at observation post No. 4 is motor vehicles, as evidenced by the high correlation for nitrogen dioxide ($r = 0.82 - 0.88$).

The largest increase in hydrogen fluoride concentration (+35.4%, $p < 0.001$) to 4.8 MPC was recorded at observation point No. 4, indicating an increase in technogenic impact.

Compared to 2021 in 2024 the sulphur dioxide content in the city's air decreased by 45–58%, while the dust content increased by 13–22%. Despite the general city-wide trend towards increased concentrations of dust and formaldehyde in the atmosphere during the years analysed, the safest residential sub-district is the one with the lowest traffic load (observation post No. 1). *Key words:* Lviv, air, pollutants, normative values, Air Quality Index, statistical methods of data processing.



Постановка проблеми. За даними ЮНІСЕФ, у 2021р. забруднення повітря призвело до понад 8 мільйонів летальних випадків серед дорослих і дітей [1].

Незадовільний стан атмосферного повітря спричиняє 36% смертей від раку легень, 34% – від інсультів та 27% – від серцево-судинних хвороб (ВООЗ) [2].

Військове вторгнення росії в Україну призвело до значного погіршення

стану атмосферного повітря не тільки в прифронтових регіонах та населених пунктах, які зазнають масованих ракетних та дронівих ударів, а і у тиллових містах.

Актуальність дослідження. Актуальність дослідження обумовлена необхідністю визначення тенденцій до кількісних і просторових змін стану атмосферного повітря міста для розробки відповідних управлінських рішень.

Зв'язок авторського доробку з науковими та практичними завданнями. Ряд наукових статей присвячено дослідженню обсягів викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел забруднення у Львівській області [3]. За станом атмосферного повітря Львів входить до переліку найбільш забруднених міст України [4-7]. За даними різних авторів, основним джерелом забруднення повітря у місті є автотранспорт [8-11].

Новизна дослідження. Вперше проведено дослідження зміни стану атмосферного повітря у м. Львові у 2024р. порівняно із довоєнним часом.

Методи дослідження. Дані про стан атмосферного повітря у м. Львові було оброблено на основі аналізу і узагальнення статистичної інформації Гідрометцентру з офіційних звітів «Характеристика забруднення атмосфери» (Форма 10) за 2021 та 2024рр., наданої на підставі офіційного запиту про можливість публічного оприлюднення. Статистична обробка даних була проведена за допомогою програмного засобу [12]. Для об'єктивного порівняння станів забруднення атмосферного повітря було проаналізовано помісячні дані за 2021 та 2024рр. Статистична обробка $n=12$ пар спостережень для кожної домішки включала:

- середнє арифметичне (M): базовий рівень забруднення;
- парний t-критерій Стьюдента (p -value): підтвердження системності змін (значуще при $p < 0,05$);
- коефіцієнт кореляції Пірсона (r): оцінка стабільності річної динаміки.

Викладення основного матеріалу. З початку повномасштабного вторгнення у Львові відбулися зміни у джерелах і інтенсивності впливу на стан атмосферного повітря, які пов'язані із декількома факторами.

Перш за все, безпечність міста у перші роки війни, внаслідок чого кількість населення збільшилася на 150 тис. за рахунок внутрішньо переміщених осіб [13]. За рахунок цього значно підвищилося

навантаження на транспортну мережу, яке посилюється також і за рахунок того, що Львів щороку відвідує близько 1,53 млн туристів [14]. Згідно даних прес служби Львівської міської ради, обсяги будівництва зросли на 35%, а індивідуального будівництва – на 50% порівняно з довоєнним періодом [15].

У перші роки війни, за даними департаменту економічної політики Львівської обласної військової адміністрації, 152 підприємства було релоковано у Львівський район включно з м. Львовом [16].

Завдяки близькості до кордону з Польщею, місто трансформувалося у головний логістичний вузол країни, що призвело не тільки до значного збільшення площі складів [17], але і до зростання обсягу вантажоперевезень.

Зважаючи на те, що опалювальний сезон у період війни супроводжується підвищеними ризиками, з ініціативи Львівської міської ради у медичних та освітніх закладах Львова були встановлені модульні котельні, обладнані твердопаливними котлами на деревині [18].

Окрім того, у Львові значна кількість мешканців приватних будинків, бізнесу та критичної інфраструктури користується генераторами, однак офіційної статистики щодо загальної кількості не існує.

Моніторинг забруднення атмосферного повітря у м. Львові здійснюється на 4 стаціонарних пунктах спостереження (рис. 1).

- пост № 1, координатний номер 401, адреса вул. Генерала Юнаківа, 1, (49.8436° N, 24.0045° E);
- пост № 2, координатний номер 303, адреса вул. Городоцька, 221, (49.8275° N, 23.9654° E);
- пост № 3, координатний номер 704, адреса пл. Соборна, 15, (49.8392° N, 24.0348° E);
- пост № 4, координатний номер 808, адреса вул. Зелена, 301, (49.7942° N, 24.0621° E).

Пост № 1 розташований у Залізничному районі (на межі з Шевченківським) переважно з житловою забудовою та відносною віддаленістю від магістральних доріг з інтенсивним транзитним рухом.

Динаміка зміни забруднення атмосферного повітря м. Львова протягом 2021–2024рр. по посту спостереження № 1 наведена у Таблиці 1.

Як свідчать дані, наведені у таблиці 1, впродовж аналізованого періоду вміст пилу у повітрі зріс на 22,5% ($p=0,015$). Концентрація оксиду карбону демонструвала стабільність (зміна +0,1%, $p=0,99$), що характерно для районів з низьким трафіком, а діоксиду нітрогену незначне зниження на 2,3% ($p=0,37$). Що стосується фтороводню та формальдегіду, то їх концентрація зросла відповідно на 18,0% ($p < 0,001$) і 28,8% ($p < 0,001$) при високій кореляції ($r=0,80$ і $r=0,87$). Водночас вміст діоксиду сульфуру значно зменшився – на 58,5% ($p < 0,001$), $r=0,59$.

Протягом аналізованого періоду на посту № 1 випадків перевищення ГДК_{мр} за жодною з контрольованих домішок не зафіксовано, в той час як у кратність перевищення ГДК_{сд} за фтороводнем



Рис. 1. Мережа моніторингу якості повітря міста Львів.

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика забруднення атмосфери
у 2021 р. та у 2024 рр. по посту спостереження № 1**

Назва домішки	2021			2024		
	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	ІЗА	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	ІЗА
Пил (завислі речовини)	0,1296	0,0308	0,9	0,1604	0,0275	1,1
Діоксид сульфуру	0,0064	0,0031	0,1	0,0026	0,0018	0,1
Оксид карбону	1,8461	0,7171	0,7	1,8771	0,7967	0,7
Діоксид нітрогену	0,0373	0,0135	0,9	0,0364	0,0169	0,9
Оксид нітрогену	0,0253	0,0082	0,4	0,0244	0,0100	0,4
Фтороводень	0,0029	0,0010	0,5	0,0034	0,0016	0,6
Формальдегід	0,0069	0,0013	3,0	0,0089	0,0036	4,1

і формальдегідом становила у 2021р. та у 2024р., відповідно 2,9 і 3,4 та 2,3 і 3,0 разів.

Пост № 2 знаходиться у західній частині міста і є типовим транспортно-промисловим мікрорайоном. Поруч знаходяться великі логістичні вузли, торгові центри та промислові зони (район колишнього заводу Сільмаш). Вулиця Городоцька знаходиться на одній із головних транспортних магістралей Львова і є основною артерією, що з'єднує центр міста з кільцевою дорогою та аеропортом. Все це зумовлює особливості забруднення повітря у даному мікрорайоні (Таблиця 2).

Так, вміст пилу зріс на 15,8% ($p=0,032$). Концентрація діоксиду нітрогену впродовж обох аналізованих років була високою – 0,0502 мг/м³ і 0,0514 мг/м³ (+3,5%, $p=0,26$) і перевищувала ГДК_{сд} у 1,25 і 1,29 разів. Цей показник є найбільш стабільним серед усіх домішок ($r=0,82$), що є характерним для зон з інтенсивним транспортним рухом. Вміст фтороводню і формальдегіду статистично значимо зріс, відповідно на 21,3% ($p=0,001$) і 17,9% ($p<0,001$) при $r=0,61$ і $r=0,78$ і перевищував ГДК_{сд} у 3,3 разів. Водночас, зафіксовано зниження середньої концен-

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика забрудненням атмосфери
у 2021 р. та у 2024 рр. по посту спостереження № 2**

Назва домішки	2021			2024		
	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	ІЗА	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	ІЗА
Пил (завислі речовини)	0,1466	0,0343	1,0	0,1687	0,0330	1,1
Діоксид сульфуру	0,0094	0,0054	0,2	0,0052	0,0032	0,1
Оксид карбону	2,2721	1,0224	0,8	1,9722	0,8366	0,7
Діоксид нітрогену	0,0502	0,0227	1,3	0,0514	0,0250	1,3
Оксид нітрогену	0,0332	0,0136	0,6	0,0336	0,0153	0,6
Фтороводень	0,0032	0,0012	0,6	0,0039	0,0018	0,7
Формальдегід	0,0084	0,0030	3,8	0,0099	0,0039	4,7

Таблиця 2

**Порівняльна характеристика забрудненням атмосфери
у 2021 р. та у 2024 рр. по посту спостереження № 3**

Назва домішки	2021			2024		
	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	ІЗА	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	ІЗА
Пил (завислі речовини)	0,1519	0,0388	1,0	0,1718	0,0388	1,2
Діоксид сульфуру	0,0097	0,0063	0,2	0,0053	0,0033	0,1
Оксид карбону	2,3695	1,0500	0,8	2,0105	0,8545	0,7
Діоксид нітрогену	0,0546	0,0246	1,4	0,0532	0,0259	1,3
Фтороводень	0,0034	0,0013	0,6	0,0044	0,0020	0,8
Формальдегід	0,0093	0,0034	4,3	0,0122	0,0045	6,2

трації оксиду карбону на 13,3% (з 2,2721 до 1,9722). Значення $p=0,064$ вказує на тенденцію, що наближається до статистичної значущості. Зменшилося також число випадків перевищення ГДК_{мр} за даною забруднювальною речовиною з 16 у 2021р. (повторюваність 2,9% від загальної кількості спостережень) до 1 у 2024р. (повторюваність 0,2%). Вміст діоксиду зменшився ще більш суттєво – на 44,6% ($p<0,001$), $r=0,42$.

Пост № 3 знаходиться у самому центрі міста, у межах історичного ареалу, що входить до спадщини ЮНЕСКО. Це мікрорайон із надзвичайно щільною історичною забудовою та вузькою вуличною мережею. Площа є великим транспортним хабом, де перетинаються основні трамвайні та автобусні маршрути міста.

У Таблиці 3 наведено дані про стан забруднення атмосферного повітря м. Львова по посту спостереження № 3.

Концентрація пилу збільшилася на 13,1% ($p=0,039$) до 1,15 ГДК_{ср}. Коефіцієнт кореляції ($r=0,52$) вказує на появу нових, менш стабільних джерел пилоутворення. Забруднення діоксидом нітрогену вказувало на високу стабільність ритму ($r=0,88$) при

незначній зміні середніх величин (-1,9%). Відбулося також зростання вмісту фтороводню на 26,4% ($p<0,001$). Критичне накопичення було зафіксовано для формальдегіду (+31,1%, $p<0,001$), $r=0,76$. В той же час, для діоксиду сульфуру і оксиду карбону відбулося статистично підтвержене покращення ситуації: (-45,9%, $p<0,001$) і (-14,9%, $p=0,042$). При цьому, частота перевищення ГДК_{мр} для СО зменшилася з 20 випадків до 1, а повторюваність з 3,4% до 0,2% від загальної кількості спостережень.

Пост № 4 розташований у південно-східній частині міста Сихівського району. Район характеризується поєднанням великих промислових підприємств, складських комплексів та інтенсивної житлової забудови Сихівського масиву неподалік. Вулиця Зелена є важливою виїзною магістраллю у напрямку Івано-Франківська.

У 2024р. зафіксовано значуще зростання концентрації пилу на 17,6% ($p=0,015$). Вміст формальдегіду збільшився на 30,1% ($p<0,001$), $r=0,87$ і перевищив ГДК_{ср}, у 3,7 разів; а фтороводню – аномально зріс на 35,4% ($p<0,001$) до 4,8 ГДК_{ср}, що є рекордним показником у місті. Щодо оксиду карбону і діоксиду нітрогену, то спостерігається стабільність показни-

**Порівняльна характеристика забрудненням атмосфери
у 2021 р. та у 2024 рр. по посту спостереження № 4**

Назва домішки	2021			2024		
	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	ІЗА	Середньорічна концентрація, мг/м ³	Середнє квадратичне відхилення, мг/м ³	ІЗА
Пил (завислі речовини)	0,1380	0,0328	0,9	0,1584	0,0244	1,1
Діоксид сульфуру	0,0082	0,0058	0,2	0,0044	0,0029	0,1
Оксид карбону	1,9351	0,8356	0,7	1,8310	0,7639	0,6
Діоксид нітрогену	0,0469	0,0202	1,2	0,0456	0,0215	1,1
Фтороводень	0,0036	0,0016	0,7	0,0048	0,0022	1,0
Формальдегід	0,0087	0,0025	4,0	0,0112	0,0042	5,6

ків: (-3,9%, $p=0,59$ і (-2,2%, $p=0,58$). Концентрація діоксиду сульфуру, подібно до попередніх постів спостереження, знизилася – на 47,1% ($p < 0,001$).

Аналіз даних Таблиць 1-4 вказує на те, що найвищий показник ІЗА за аналізовані періоди відмічається для формальдегіду (Рис. 2).

Найбільше зростання відмічено на постах № 3 і № 4, відповідно з 4,3 до 6,2 і 4,0 до 5,6, ГДК_{сд}, хоча перевищення ГДК_{мр} спостерігалось лише в 1 випадку по посту № 3 у 2021р. Такий високий рівень забруднення є вкрай небезпечним, оскільки наявність формальдегіду у атмосферному повітря призводить до алергій, респіраторних захворювань, підвищує ризик смертності від серцево-судинних та захворювань органів дихання, генетичних змін та канцерогенезу і класифікується Міжнародним агентством з дослідження раку (IARC) як один із канцерогенів групи 1 [19].

Комплексні показники індексу забруднення атмосферного повітря (КІЗА) наведені на рисунку 3.

Хоча кількість випадків перевищення ГДК_{мр} у 2024р. зменшилася (особливо по оксиду карбону),

КІЗА по місту зріс. Наприклад, на посту № 3 він піднявся з 8,13 (у 2021р.) до 10,19 (у 2024р.). Це сталося переважно через зростання середньорічної концентрації формальдегіду, що є критичним для екологічної оцінки стану повітря у Львові.

Головні висновки. Позитивний тренд зниження у м. Львові діоксиду сульфуру (на 45–58%) свідчить про покращення якості палива по всьому місту, тоді як зростання пилу (на 13–22%) на всіх постах відображає негативний вплив транспортного навантаження, активного будівництва та, ймовірно, викидів від твердопаливних котлів та електрогенераторів, якими були оснащені критичні об'єкти інфраструктури, а також у змін у режимі прибирання доріг у поєднанні з кліматичними чинниками.

1. Пост № 1 (житловий мікрорайон) демонструє найменші рівні оксиду карбону та діоксиду нітрогену, що підтверджує його статус найбільш екологічно безпечної житлової зони у вибірці, попри загальноміські негативні тенденції щодо пилу та формальдегіду.

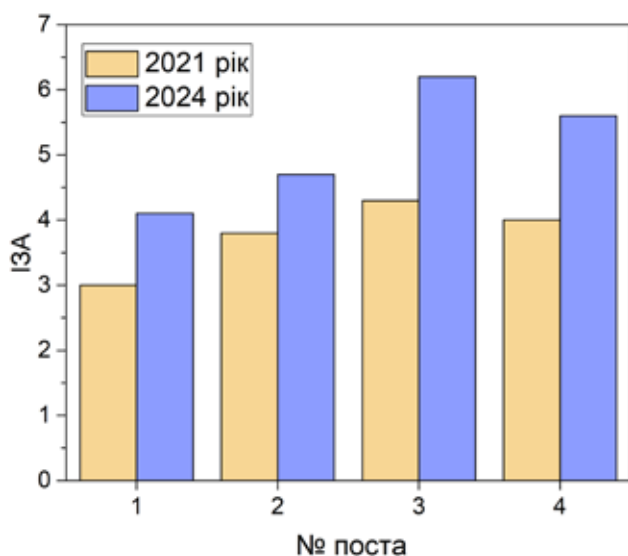


Рис. 2. ІЗА для формальдегіду у 2021р. і у 2024р.

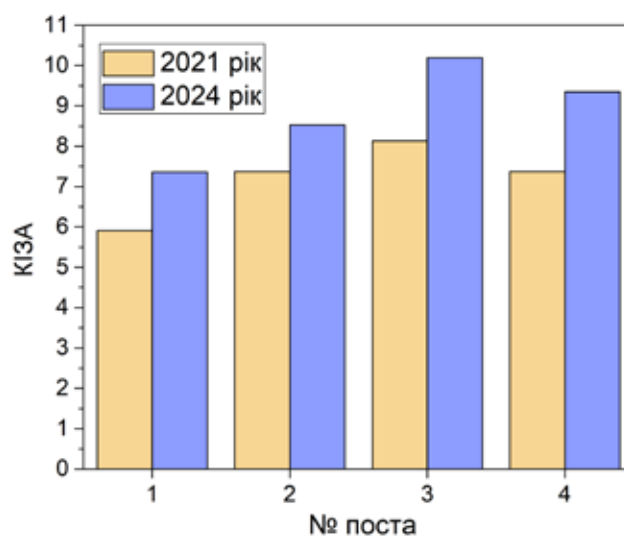


Рис. 3. КІЗА м. Львова впродовж 2021р. і 2024р.

2. Найвищі концентрації та найбільший ріст формальдегіду (+31,1%) на пл. Соборній (пост № 3) є наслідком щільної історичної забудови, яка створює ефект «вуличного каньйону». Вузькі вулиці обмежують аерацію, що призводить до акумуляції продуктів фотохімічних реакцій у приземному шарі повітря.

3. Основним фактором, який визначає якість атмосферного повітря на вул. Городоцькій та в центрі (пости № 2 та № 3) є магістральний. Стабільно висока кореляція по діоксиду нітрогену ($r=0,82-0,88$)

підтверджує незмінність транспортного джерела забруднення. Ці мікрорайони залишаються зонами постійного екологічного ризику через інтенсивність трафіку.

4. (Пост № 4) є промисловим відбитком Сихова. Аномальний приріст фтороводню (+35,4%) зафіксовано лише в районі вул. Зеленої. Це прямо вказує на специфічний техногенний вплив промислового вузла, де процеси спалювання або хімічного виробництва стали інтенсивнішими у 2024 році.

Література

1. Air pollution accounted for 8.1 million deaths globally in 2021, becoming the second leading risk factor for death, including for children under five years: press release / UNICEF. 2024. 18 June. URL: <https://www.unicef.org/press-releases/air-pollution-accounted-81-million-deaths-globally-2021-becoming-second-leading-risk> (дата звернення: 23.01.2026).
2. The Invisible Killer – Air Pollution can be deadly: multimedia detail / World Health Organization. 2021. 18 May. URL: <https://www.who.int/multi-media/details/the-invisible-killer---air-pollution-can-be-deadly> (дата звернення: 23.01.2026).
3. Voznyak O., Yurkevych Y., Dovbush O. et al. Monitoring the state of the air environment in the Lviv region. *Journal of Town Planning and Architecture*. 2022. Vol. 4, No. 1. P. 49–56. DOI: 10.23939/jtbp2022.01.049.
4. Zaporozhets A., Babak V., Sverdlova A. et al. Review of the state of air pollution by energy objects in Ukraine. *System Research in Energy*. 2022. No. 2(71). P. 42–52. DOI: 10.15407/srenergy2022.02.042.
5. Chugai A., Nedostrellov M., Lutek W. Assessment of technogenic load on the air basin of the Western Ukraine regions. *Journal of Environmental Problems*. 2025. Vol. 10, No. 2. P. 104–109. DOI: 10.23939/ep2025.02.104.
6. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України у 2024 році / Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. Київ, 2025. 58 с. URL: http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua/images/ОГЛЯД_2024_повний_варіантdoc_1-сжатый.pdf (дата звернення: 23.01.2026).
7. Кузик А. Д., Думас І. З., Олійник О. Т. Забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом на в'їздах до м. Львова. *Вісник Львівського державного університету безпеки життєдіяльності*. 2024. № 29. С. 12–23. DOI: 10.32447/20784643.29.2024.02.
8. Кочмар І., Яцишин М. Оцінка якості атмосферного повітря на вулицях і перехрестях центральної частини м. Львова за 2016–2023 рр. *Building, Civil Engineering and Architecture*. 2025. № 19. С. 267–301. DOI: 10.32447/bcet.2025.19.
9. Согор А. Р., Зазуляк П. М. Картографування екологічного забруднення повітря міста Львів. *Космічна наука і технологія*. 2024. Т. 28, № 3. С. 8–8. DOI: 10.15407/knit2022.03.086.
10. Чугай А., Чернякова О., Мозговий А., Скалозуб М. Оцінка стану повітряного басейну регіонів Західної України за показниками сталого розвитку. *Проблеми хімії та сталого розвитку*. 2025. № 3. С. 106–114. DOI: 10.32782/pcsd-2025-3-12.
11. Chugai A., Nedostrellov M., Lutek W. Assessment of technogenic load on the air basin of the Western Ukraine Regions. *Environmental Problems*. 2025. Vol. 10, No. 2. P. 97–103. DOI: 10.23939/ep2025.02.104.
12. Gemini 3: мовна модель штучного інтелекту / Google. 2026. URL: <https://gemini.google.com> (дата звернення: 23.01.2026).
13. Населення Львова досягло мільйона жителів. *Korrespondent.net*. 2024. 21 листопада. URL: <https://ua.korrespondent.net/city/lvov/4724943-naseleattia-lvova-dosiahlo-miliona-zhyteliv> (дата звернення: 23.01.2026).
14. Статистика туризму: Відкриті дані Львова. URL: <https://dashboard.city-adm.lviv.ua/statystyka/turyzm> (дата звернення: 23.01.2026).
15. 5 будівельних тенденцій Львова: від збільшення часу будівництва до ціни за квадратний метр / Львівська міська рада. 2025. 22 листопада. URL: <https://city-adm.lviv.ua/news/architecture-and-historic-heritage/5-budivelnikh-tendentsii-lvova-vid-zbilshennia-chasu-budivnytstva-do-tsiny-za-kvadratnyi-metr/> (дата звернення: 23.01.2026).
16. Скільки підприємств перебудували на Львівщину за час повномасштабного вторгнення. *Дивись.info*. 2024. 7 жовтня. URL: <https://divys.info/2024/10/07/skilky-pidpryemstv-perebazuvaly-na-lvivshhynu-za-chas-povnomasshtabnogo-vtorgnennya-rf/> (дата звернення: 23.01.2026).
17. Велика війна перетворює Львів на головний логістичний хаб країни / Alterra Group. 2024. 10 березня. URL: <https://alterragroup.com.ua/velika-viyna-peretvoryuie-lviv-na-golo.html> (дата звернення: 23.01.2026).
18. Львівтеплоенерго встановлює модульні котельні на альтернативному паливі в освітніх закладах / Львівська міська рада. 2023. 14 листопада. URL: <https://city-adm.lviv.ua/news/city/housing-and-utilities/lvivteploenerho-vstanovliuie-modulni-kotelni-na-alternatyvnomu-palyvi-v-osvitnikh-zakladakh-video/> (дата звернення: 23.01.2026).
19. 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.

Дата першого надходження статті до видання: 27.01.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 25.02.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 13.04.2026