

**ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ВУЛИЦЯХ І
ПЕРЕХРЕСТЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ М. ЛЬВОВА
(НА ОСНОВІ ДАНИХ МОНІТОРИНГУ ЗА 2016-2023 РР.)**

**ASSESSMENT OF AMBIENT AIR QUALITY ON STREETS AND
INTERSECTIONS IN THE CENTRAL PART OF LVIV
(BASED ON MONITORING DATA FOR 2016-2023)**

Ірина Кочмар, викладач кафедри екологічної безпеки, e-mail: irynalevytska1@gmail.com, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1461-089X>

Марія Яцишин, e-mail: mary.mary.123@ukr.net, Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

<https://doi.org/10.32447/bcet.2025.19>

Анотація. У роботі здійснено оцінку якості атмосферного повітря в центральній частині м. Львова на основі моніторингових даних за 2016-2023 роки. Проаналізовано рівні основних забруднюючих речовин – оксиду вуглецю (CO), оксиду та діоксиду азоту (NO, NO₂), а також діоксиду сірки (SO₂) – на транспортних перехрестях міста. Виявлено перевищення ГДК для CO та NO₂ на ряді ділянок, що свідчить про значний вплив транспортних викидів. Найвищі рівні перевищення зафіксовано на перехрестях пр. Чорновола – вул. Городоцька, пр. Свободи – вул. Беринди та пр. Чорновола – вул. Під Дубом. Ці ділянки визначено як «гарячі точки» забруднення, що потребують першочергових заходів для покращення якості повітря. Незважаючи на деяке покращення ситуації в окремі роки, тенденція до підвищення концентрацій забруднюючих речовин вимагає впровадження комплексних заходів.

Ключові слова: моніторинг, повітряне середовище, ГДК, забруднюючі речовини, джерела викидів, м. Львів, нормативні значення

Abstract. The study presents an assessment of ambient air quality in the central part of Lviv based on monitoring data collected from 2016 to 2023. It analyzes the concentrations of key air pollutants — carbon monoxide (CO), nitrogen oxide (NO), nitrogen dioxide (NO₂), and sulfur dioxide (SO₂) — measured at major traffic intersections. Exceedances of the maximum permissible concentrations (MPC) for CO and NO₂ were recorded at several locations, indicating a significant impact of vehicular emissions. The highest levels of exceedance were observed at the intersections of Chornovola Avenue with Horodotska Street, Svobody Avenue with Beryndy Street, and Chornovola Avenue with Pid Dubom Street. These locations have been identified as pollution “hotspots” that require immediate measures to improve air quality. Although some improvement was noted in certain years, the overall trend of increasing pollutant concentrations highlights the need for comprehensive mitigation strategies.

Keywords monitoring, ambient air environment, maximum permissible concentration (MPC), air pollutants, emission sources, Lviv, regulatory limits

1. ВСТУП

Сучасний рівень технологічного розвитку забезпечує можливість здійснення моніторингу стану довкілля даючи змогу проводити аналіз і прогнозування подальших змін екологічної ситуації. Особливого значення набуває контроль за станом атмосферного повітря, яке є ключовим

компонентом природного середовища. Його охорона та забезпечення належної якості становлять одне з пріоритетних завдань сучасної екологічної політики.

Глобалізаційні процеси та стрімкий технічний розвиток людства зумовили незворотні зміни у складі та властивостях атмосфери. Забруднення атмосферного повітря чинить негативний вплив як на здоров'я населення, так і на функціонування екосистем. Підвищене антропогенне навантаження призводить до зниження здатності атмосфери до самоочищення, що спричиняє накопичення шкідливих речовин і, відповідно, зниження якості повітря.

Інтенсивна урбанізація, зростаючі обсяги енергоспоживання, а також зростання кількості транспортних і промислових викидів сприяють збільшенню не лише концентрації, а й різноманітності атмосферних забруднювачів, що безпосередньо впливають на органи дихання людини. У цьому контексті проблема атмосферного забруднення набуває особливої актуальності.

Аерозольне забруднення атмосфери переважно виникає внаслідок емісії різноманітних забруднюючих речовин, серед яких найпоширенішими є оксид вуглецю (CO), діоксид азоту (NO₂), оксид азоту (NO) та діоксид сірки (SO₂). Основними джерелами викидів цих сполук є автотранспорт, електростанції та промислові підприємства. Зокрема, значну частку атмосферних аерозолів у міському середовищі становлять частинки дизельного вихлопу, що пов'язано зі зростанням кількості транспортних засобів, оснащених дизельними двигунами ⁵⁹².

2. ПРИРОДНІ УМОВИ М. ЛЬВОВА

2.1. Географічне положення м. Львова

Місто Львів, розташоване на заході України в межах історико-культурного регіону Галичина та Карпатського єврорегіону. Львів є одним із провідних урбаністичних центрів країни з високим рівнем соціально-економічного, туристичного, культурного та наукового розвитку. Місто засноване у 1256 році королем Данилом Галицьким, що зумовлює його вагомий історико-культурний цінність. Завдяки вигідному геостратегічному розташуванню поблизу державних кордонів Львів відігравав значну роль у соціально-економічному та політичному розвитку регіону протягом століть.

Географічно місто розташоване на східній частині Галичини, у межах долини річки Полтви – правої притоки Західного Бугу, що належить до басейну Балтійського моря. Географічні координати Львова: 49°50' північної широти та 24°01' східної довготи. Клімат регіону – помірно-континентальний, із теплим літом і холодною зимою. Львів виступає значущим осередком торгівлі, туризму та міжнародної співпраці, приваблюючи численних відвідувачів своїм культурним багатством, архітектурною спадщиною та унікальною атмосферою.

Стародавня частина міста сформувалася у межах долини річки Полтви, що врізається в східний схил Подільської височини. Долина має ширину 3-4 км та висоту 260-270 м над рівнем моря; історично вона характеризувалася болотистими ґрунтами з торфовищами. У північному напрямку ширина долини зменшується до 1 км. Геоморфологічно вона простягається між Подільською височиною та пасмом Розточчя, досягаючи Бузької депресії. Західна межа долини обмежена хребтом Гологори, сформованим з крейдяних мергелів, міоценових пісковиків, піску та вапняку, які перетинаються лісистими ярами. Ця частина ландшафту вважається однією з найбільш мальовничих у межах міста. На північному заході рельєф переходить у більш знижене та заліснене Розточчя, що простягається від гори Кортумівка (на захід від Полтви) до Лисої гори поблизу селища Брюховичі.

⁵⁹² Kelly F. J., Fussell J. C. Air pollution and airway disease. *Clinical & Experimental Allergy*. (2011). 41(8). 1059-1071. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2011.03776.x>

Схематичне зображення географічного положення міста Львова наведено на рис. 1.

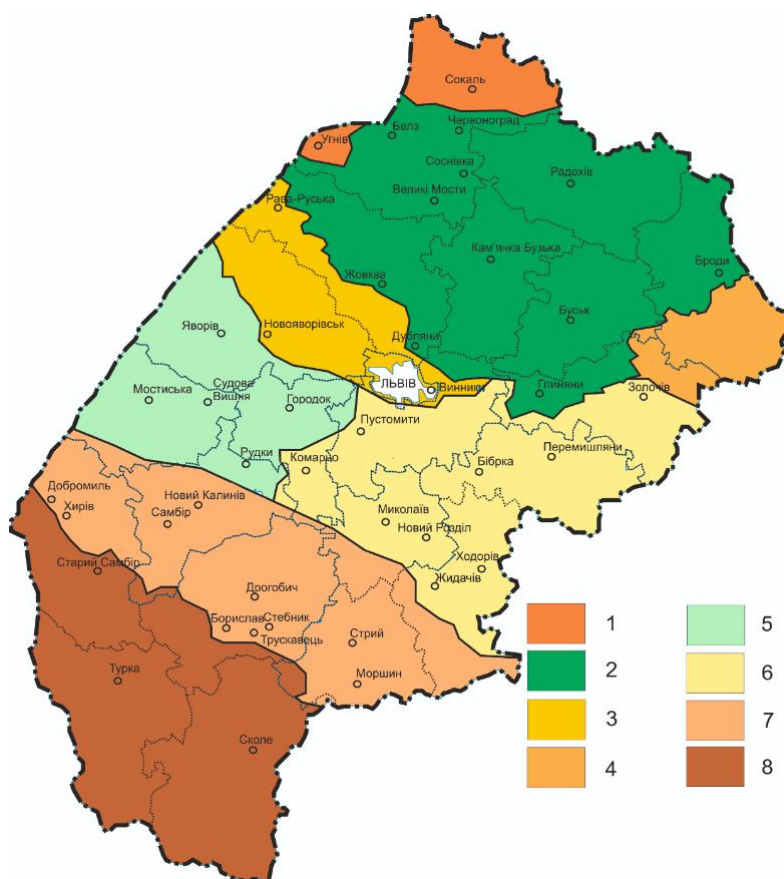


Рисунок 1. Класифікація міст Львівської області за фізико-географічними областями:

1 – Волинська височина; 2 – Мале Полісся; 3 – Розточчя; 4 – Відроги Подільської височини;
5 – Надсянська рівнина; 6 – Опілля; 7 – Передкарпаття; 8 – Карпати⁵⁹³

Географічне положення м. Львова має низку суттєвих переваг, зумовлених розташуванням на перетині важливих міжнародних транспортно-комунікаційних шляхів, які з'єднують Україну з країнами Центральної та Східної Європи, зокрема Польщею, Словаччиною, Угорщиною та Румунією. Таке транзитне розташування створює сприятливі умови для розвитку зовнішньоекономічних зв'язків, передусім у сфері торгівлі та логістики. Водночас багата історико-культурна спадщина міста формує потужний потенціал для розширення туристичної інфраструктури та активізації міжнародного туристичного обміну, що у комплексі робить Львів важливим центром транскордонного співробітництва.

2.1. Рельєф і приповерхневі відклади

Якість повітря у приземному шарі визначається не лише просторовим розміщенням джерел забруднення та специфікою викидів, а й комплексом атмосферних характеристик, на які впливають геоморфологічні та кліматичні чинники. Зокрема, макроклімат, що формується під впливом глобальних атмосферних процесів, створює фон для подальшої мезо- та мікрокліматичної диференціації. Ці локальні варіації зумовлюються, насамперед, особливостями рельєфу та типом наземного покриву. Мезорельєф, представлений формами поверхні протяжністю від 0,1 до 10 км (у тому числі днища долин, схили, вододільні ділянки), формує структуру мезоклімату, тоді як

⁵⁹³ Назарук М. М. Львів місто, природа, простір. Львів: Видавництво Старого Лева, 2022. 329 с.

мікроклімат залежить від різноманітних типів земної поверхні, які включають поєднання мікрорельєфу, ґрунтів, рослинного покриву, штучної забудови та інженерних споруд.

Рельєф є одним із визначальних факторів, що впливає на екологічну якість середовища, комфорт проживання населення, санітарно-гігієнічні умови та візуальну привабливість простору. Він відіграє ключову роль у формуванні водного режиму території, розміщенні водних об'єктів і водостоків, а також у структуруванні рослинності й мікрокліматичних умов. Проте інтенсивна урбанізація та активізація інженерно-господарської діяльності спричиняють негативні геодинамічні процеси, зокрема водну та вітрову ерозію, зсуви, обвали, а також забруднення та виснаження підземних вод. Крім того, рельєф опосередковано впливає на психоемоційний стан людини через естетичне сприйняття простору та умов просторової організації вологи і тепла в ландшафті.

Серед зовнішніх чинників, що формують рельєф, особливо важливими є процеси фізичного та хімічного вивітрювання, діяльність текучих вод, а також біогеохімічна активність живих організмів.

Рельєф м. Львова вирізняється складністю геоморфологічної будови та значним різноманіттям форм. Місто розташоване на межі чотирьох різних морфологічних ландшафтних утворень: хвилястого Львівського Розточчя, плоскохвилястого Львівського плато, улоговинно-грядового Побужжя та плоскогорбистої Городоцько-Щирецької рівнини⁵⁹⁴.

Мезорельєф та приповерхневі відклади є ключовими елементами ландшафтної структури, формування яких є результатом тривалого геологічного розвитку відповідної ділянки земної кори. Мезорельєф, як один із визначальних морфологічних факторів, значною мірою впливає на мезокліматичну диференціацію приземного шару атмосфери, а отже – і на якість повітря в межах конкретної території.

З тектонічної точки зору Львівська агломерація розташована на західній околиці Східноєвропейської платформи, на межі її переходу в Центральноевропейську платформу. Кристалічний фундамент обох платформ занурений під товстим шаром осадових порід. Вище ерозійного базису залягають мергелі маастрихтського ярусу, а на висотах понад 300 м над рівнем моря – пісковики, піски та вапняки баденського ярусу. Поверх цих корінних порід здебільшого сформовано шар неконсолідованих четвертинних відкладів, що узгоджуються за своїм розташуванням із сучасним рельєфом місцевості.

У межах Львівської агломерації, залежно від характеру мезорельєфу, який сформувався під впливом неотектонічних рухів та типів приповерхневих осадів, виділяють п'ять морфоструктур. Вони утворюють своєрідні екорегіони – просторово-цілісні природні системи з характерними мезокліматичними умовами (рис. 2). Зокрема, Львівське Розточчя та Давидівське пасмо представлені горбистими височинами; Львівське плато й Любінська рівнина – хвилястими височинами; Пасмове Побужжя – хвилястою зниженою височиною. В місці їхнього зчленування сформувалась Львівська улоговина, в межах якої виник і розвинувся історичний центр міста⁵⁹⁵.

Днище та схили цієї улоговини належать до різних морфоструктурно-екорегіональних одиниць. Основні статистичні показники геоморфометрії зазначених морфоструктур подані в таблиці 1.

⁵⁹⁴ Назарук М. М. Львів місто, природа, простір. Львів: Видавництво Старого Лева, 2022. 329 с.

⁵⁹⁵ Круглов І. Природні геоекосистеми, карта масштабу 1:75000. У: Львів. Комплексний атлас. ДНВП "Картографія," Київ. 2012, 165–173 с.

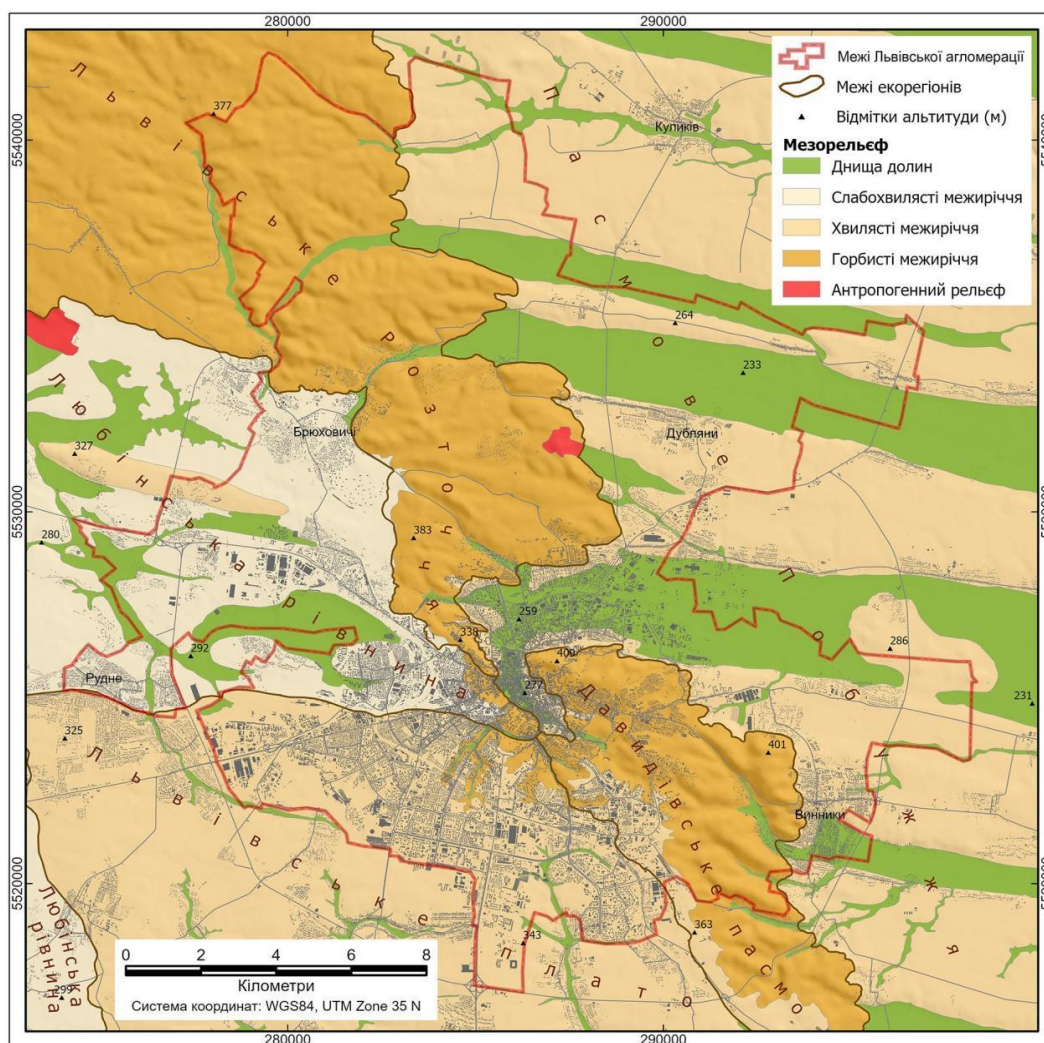


Рисунок 2. Рельєф Львівської агломерації (топографічні карти масштабу 1:50 000), (межі агломерації міста Львів розглядаємо як межі Львівської міської територіальної громади) ⁵⁹⁶

Львівське Розточчя та Давидівське пасмо, які формують відповідно північно-західну та південно-східну частини Львівської агломерації, являють собою горбисті гряди з асиметричними схилами. Східні схили мають більшу крутизну та протяжність, інтенсивно розчленовані долинами річок і ярами, й спускаються до пониження Пасмового Побужжя. У порівнянні з ними, західні схили мають менш виражений рельєф. Абсолютні висоти Давидівського пасма перевищують 400 м (зокрема, Високий Замок – 409 м, Чатова Скеля – 401 м), тоді як на території Львівського Розточчя ці показники сягають понад 380 м. Найнижчі відмітки (250–270 м) фіксуються у долинних пониженнях, які межують із Пасмовим Побужжям. Основу геологічного розрізу становлять корінні породи маастрихтського та баденського віку, які на схилах та вершинах переважно перекриті лесовидними суглинками елювіально-колювіального походження. У днищах вузьких долин залягають алювіальні суглинки, мул і торф. На західних схилах Львівського Розточчя, що

⁵⁹⁶ Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

прилягають до Любінської рівнини, поширені елювіально-колювіальні піски та супіски. Львівське Розточчя поділене на чотири окремі морфологічні масиви наскрізними долинами Клепарівського й Гомулецького потоків та річки Млинівки.

Таблиця 1

Геоморфометричні статистичні показники за екорегіонами, розраховані для Львівської агломерації на підставі цифрової моделі висот SRTM⁵⁹⁷

Назва екорегіону	Площа (км ²)	Середня альтитуда (м)	Стандартне відхилення альтитуди (м)	Середнє відносне перевищення в радіусі 1000 м (ВП1000) (м)	Стандартне відхилення ВП1000 (м)
Львівське Розточчя	75,5	321	29	94	17
Давидівське пасмо	31,2	337	29	99	27
Львівське плато	45,5	331	12	33	10
Любінська рівнина	53,8	306	12	38	16
Пасмове Побужжя	109,6	254	16	54	32
Вся Львівська агломерація	315,6	298	39	62	34

Львівське плато охоплює південно-західну частину Львівської агломерації та характеризується розлогими, майже горизонтальними вододільними поверхнями й переважно пологими, короткими схилами, що ведуть до вузьких долин малих водотоків. Абсолютні висоти на вододілах здебільшого не перевищують 340 м, тоді як у долинних пониженнях вони рідко опускаються нижче 300 м. Геологічна будова поверхневого шару представлена декількометровою товщею лесовидних елювіально-колювіальних суглинків, що залягають на флювіогляціальних глинах. Останні, у свою чергу, підстелені баденськими пісковиками та окремими лінзами ангідритів. Така геолого-геоморфологічна структура зумовлює розвиток карстових та просадкових мікроформ рельєфу на території плато.

Любінська рівнина, розташована в західній частині Львівської агломерації, загалом характеризується нижчим гіпсометричним рівнем порівняно з Львівським плато. Найвищі абсолютні відмітки зафіксовано на межі з Розточчям, де вони сягають 350 м. Водночас більша частина території представлена широкими, слабохвилястими вододільними поверхнями з невиразними схилами, абсолютні висоти яких здебільшого не перевищують 320 м. Геологічна структура цих поверхонь сформована переважно флювіогляціальними та еоловими пісками, що залягають на глинах, подекуди мореного походження (валунна глина). Виняток становить виразне пасмове підвищення в районі села Кожичі, де розвинуті еолово-колювіальні лесовидні супіски та суглинки. Долинні пониження у верхів'ях річок мають значну ширину, однак у напрямку течії різко звужуються. Їхні висоти коливаються в межах 280-305 м, а заповнення представлене шарами торфу, який залягає на флювіогляціальних пісках.

Пасмове Побужжя охоплює східний сектор Львівської агломерації, включаючи північні та центральні райони міста Львова. Цей природно-географічний регіон вирізняється найнижчим серед прилеглих територій абсолютним висотним рівнем. Його геологічна основа представлена маастрихтськими мергелями, а мезорельєф характеризується поєднанням широких долинних понижень, розділених низькими пасмами з пологими схилами, орієнтованими переважно у

⁵⁹⁷ Jarvis A., Guevara E., Reuter H. I., Nelson A. D. Hole-filled SRTM for the globe : version 4 : data grid. Web publication/site, CGIAR Consortium for Spatial Information. 2008. URL: <https://research.utwente.nl/en/publications/hole-filled-srtm-for-the-globe-version-4-data-grid>.

субширотному напрямі. Вододільні ділянки пасом мають порівняно рівну поверхню з висотами, що не перевищують 290 м, і вкриті еолово-колювіальними лесовидними супісками та суглинками. Абсолютні відмітки долин варіюються від 270 м у центральній частині Львова до 230 м на східному краї агломерації. Долини заповнені торф'яними відкладами та флювіогляціальними пісками.

Львівська улоговина сформувалася на стику усіх п'яти екорегіонів, описаних вище. Її дном є колишня заболочена заплава річки Полтви, а також прилеглі пологі схили-педіменти, складені елювієм мергелю, на яких сформувався історичний центр міста. Альтитуди тут становлять 270-280 м. Улоговина відкрита до півночі. Її найвищі північно-західний, західний та південно-західний борти утворюють круті і спадисті терасовані схили Давидівського пасма, закладені у мергелі та, головню, у баденських відкладах і розділені долинами витоків Полтви. Найвищим є штучний пагорб Високого Замку (409 м), альтитуди інших місцевих вододілів зрідка перевищують 360 м. З півдня до улоговини підступають спадисті зсувні схили Львівського плато, сформовані в глинистих і суглинкових корінних і континентальних відкладах. Вони розчленовані ярами і опускаються до дна долини Вульки і Сороки – основних витоків Полтви. Верхні частини цих схилів досягають альтитуди 340 м. Схил Любінської рівнини, складений корінними піском і мергелем та перекритий колювіальним суглинком, полого опускається до дна Полтви з заходу. На ньому виділяються крутосхили останцеві горби Цитаделі і Св. Юра, які мають альтитуду ~ 315 м. На північному заході розташована Клепарівська височина як найпівденніший з чотирьох масивів Львівського Розточчя в межах Львівської міської територіальної громади. За геолого-геоморфологічною будовою вона повторює масив Високого Замку, але має менші альтитуди – до 338 м^{598 599}.

2.3. Наземний покрив

Фактичний наземний покрив, під яким розуміється сукупність актуальних характеристик земної поверхні, зокрема природних і антропогенних ґрунтів, особливостей мікрорельєфу, архітектурних об'єктів, інженерної інфраструктури, рослинного покриву тощо, поряд із рельєфом та приповерхневими геологічними відкладами, становить один із ключових структурно-функціональних компонентів ландшафту (рис. 3). Він відіграє важливу роль у мікрокліматичній диференціації приземного шару атмосфери⁶⁰⁰.

Днище Львівської улоговини в межах міста переважно перекрите насипними техногенними ґрунтами та щільно забудоване середньоповерховими (3-5 поверхів) житловими й адміністративними будівлями, що сформувалися переважно до початку ХХ століття як суцільний периметральний фронт забудови. На прилеглих до дна схилах улоговини переважає менш щільна забудова, сформована в період кінця ХІХ – середини ХХ століття, що поєднує середньо- та малоповерхові будівлі. У таких районах спостерігається варіативність структури забудови: від суцільної лінійної забудови вздовж вулиць до індивідуальної садибної забудови. Внутрішньоквартальні простори мають значну площу та високий рівень озеленення.

На крутіших схилах і в ярах, прилеглих до улоговини, переважає деревно-чагарникова рослинність, що представлена переважно елементами історичних міських парків. Північні спадисті й круті схили Львівського Розточчя, які межують із міською територією, зазнали сучасного

⁵⁹⁸ Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

⁵⁹⁹ Матвіїв, М. Д., Малюха, Л. П., Захарченко, О. В. Конструктивно-географічний аналіз території пасмового побужжя. 2018. ResearchGate. URL: https://www.researchgate.net/publication/340633939_KONSTRUKTIVNO-GEOGRAFICNIJ_ANALIZ_TERITORII_PASMOVOGO_POBUZZA

⁶⁰⁰ Круглов І. Трансдисциплінарна геоecологія: монографія. Львів : ЛНУ ім І Франка, 2020. 292 с.

урбанізаційного освоєння: тут переважає малоповерхова забудова з присадибними ділянками та багатоповерхова (рядна і стрічкова) забудова, що інтенсивно розвивалася в останні десятиліття.

За межами міста круті межиріччя Львівського Розточчя та Давидівського пасма вкриті переважно лісопарковими деревними насадженнями, тоді як долинні пониження та нижні частини схилів займає розріджена малоповерхова забудова сільського і дачного типу з присадибними територіями.

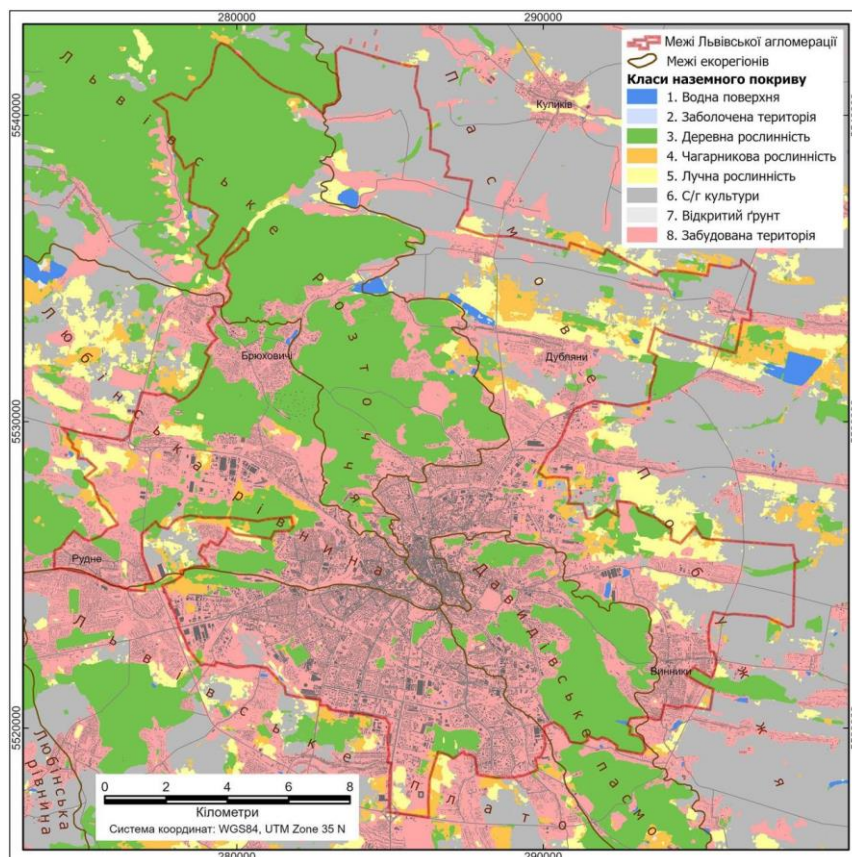


Рисунок 3. Ландшафтний комплекс Львівської агломерації⁶⁰¹

На широких вододільних поверхнях Давидівського пасма та Львівського плато сформувались індустріальні об'єкти, зведені у другій половині XX століття, а також рядна і стрічкова житлова забудова середньої та великої поверховості з озелененими внутрішньоквартальними просторами. Частина цієї забудови походить із періоду 1950-1980-х років, інша є сучасною. Водночас тут збереглися квартали низькоповерхової «реліктової» забудови, що сформувалася до середини XX століття, а також фрагменти лісопаркових масивів. Аналогічні морфологічні та функціональні ознаки притаманні наземному покриттю вододільних ділянок Любінської рівнини.

Широкі долинні пониження цієї рівнини, однак, здебільшого вкриті лучно-чагарниковою рослинністю, сформованою на дренажному болотному субстраті. В останні десятиліття спостерігається урбанізація заболочених долинних ділянок – зокрема, у мікрорайоні Рясне-2 було збудовано багатоповерхові житлові будинки на насипних ґрунтах.

У межах Пасмового Побужжя, зокрема в широкій долині річки Полтви за межами Львівської улоговини, сформувався урбанізований комплекс, що включає поєднання малоповерхової та

⁶⁰¹ Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

багатоповерхової житлової забудови з промисловими об'єктами – подібно до структур, що виникли на межиріччях Львівського плато та Любінської рівнини.

Широкі днища долин Гомулецького потоку та річки Млинівки, розташовані у північно-східній частині Львівської агломерації, зайняті лучною і чагарниковою рослинністю, а також сільськогосподарськими угіддями, що формуються на дренажних болотних ґрунтах і торфах. На межі з Розточчям у цій зоні також розташовані найбільші за площею штучні стави.

Колишнє заболочене днище долини річки Маруньки нині зайняте низькоповерховою житловою забудовою міста Винники. На схилах і дренажних поверхнях гряд і пасом сформувалася переважно середньо- та малоповерхова забудова у межах населених пунктів Дубляни, Лисиничі, Винники, а також інших менших поселень. Крім того, на цій території активно використовуються сільськогосподарські угіддя⁶⁰².

2.4. Мікроклімат

Оцінка макрокліматичних умов Львівської агломерації здійснена переважно на основі даних Львівської авіаційної метеорологічної станції, що розташована на відкритій вододільній ділянці Львівського плато, у південно-східній частині територіальної громади (географічні координати за WGS84: 49,811° пн. ш., 23,943° сх. д.; абсолютна висота – 318 м).

Фактори макроклімату

Основним енергетичним чинником, що формує макрокліматичні умови, є надходження сонячної радіації. Широтне положення Львівської агломерації зумовлює помірний рівень радіаційного забезпечення, який характеризується вираженою сезонною варіативністю. Потенційне надходження сумарної сонячної радіації змінюється від 158 МДж/м² у грудні до 961 МДж/м² у червні, становлячи загалом близько 6836 МДж/м² на рік⁶⁰³.

Попри значний потенціал надходження сонячної радіації, фактичні її величини на підстильній поверхні є суттєво меншими через розсіювання аерозолями, зокрема хмарністю, та поглинання водяною парою. У другій половині ХХ століття сумарна фактична сонячна радіація змінювалася від 80 МДж/м² у грудні до 621 МДж/м² у червні–липні, з річною сумою близько 4205 МДж/м².

Альbedo поверхні стандартного метеорологічного майданчика варіювалося протягом року: від 0,45 у січні до 0,16 у квітні, при середньорічному значенні 0,24. Радіаційний баланс змінювався від мінімального значення – 21 МДж/м² у грудні до максимального 322 МДж/м² у червні–липні, а його річне значення становило приблизно 1800 МДж/м². З огляду на зростання концентрації парникових газів у атмосфері, сучасні значення радіаційного балансу, ймовірно, є дещо вищими.

Важливою кліматоформувальною передумовою є положення Львівської агломерації в системі глобальної атмосферної циркуляції. Основний вплив на рух повітряних мас у регіоні здійснюють три ключові баричні центри: Ісландський мінімум, Азорський максимум і Сибірський максимум. Їхня взаємодія формує переважання західного переносу морського помірного повітря з Атлантики, здебільшого у вигляді циклонічних утворень.

У зимовий період можливе надходження холодного арктичного повітря з півночі, як у циклонах, так і в антициклонах, що зумовлює виникнення хвиль холоду. Іноді, здебільшого взимку, територію

⁶⁰² Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

⁶⁰³ Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

охоплює дуже холодне і сухе континентальне повітря зі сходу. У літній період рідко спостерігається вторгнення жаркого тропічного повітря з півдня, що призводить до виникнення хвиль спеки.

Загалом протягом року переважають антициклональні умови – близько 212 діб на рік проти 153 діб циклонального типу погоди. Атлантичні циклони взимку зазвичай приносять потепління зі слабкими опадами, а влітку – похолодання, що супроводжується зливовими опадами та шквалистим вітром ⁶⁰⁴.

Вітровий режим

На території Львівської агломерації переважаючими напрямками вітру є західний і південно-східний (рис. 4.а, 4.б), що зумовлено дією західного переносу атлантичних повітряних мас. Формування південно-східних вітрів зазвичай пов'язане з фронтальними зонами циклонів та тилловими частинами антициклонів, що просуваються з Атлантичного океану. Середньорічна швидкість вітру становить приблизно 2,7 м/с. Найчастіше фіксуються слабкі й помірні вітри зі швидкістю до 4 м/с. В окремі періоди можливе виникнення буревіїв із поривами вітру, що перевищують 30 м/с ⁶⁰⁵.

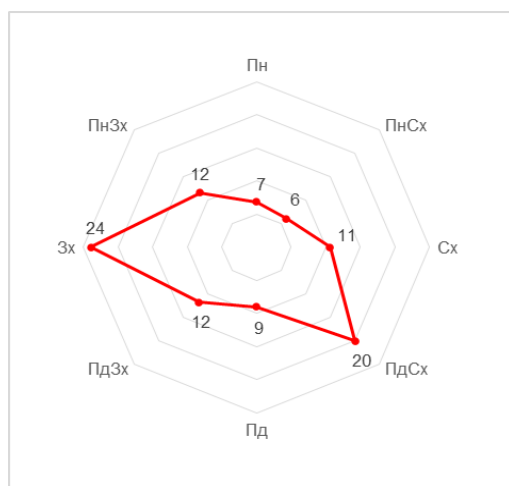


Рисунок 4.а. Роза вітрів для кліматичного періоду 1961-1990 рр. Повторюваність напрямку вітру за румбами у %

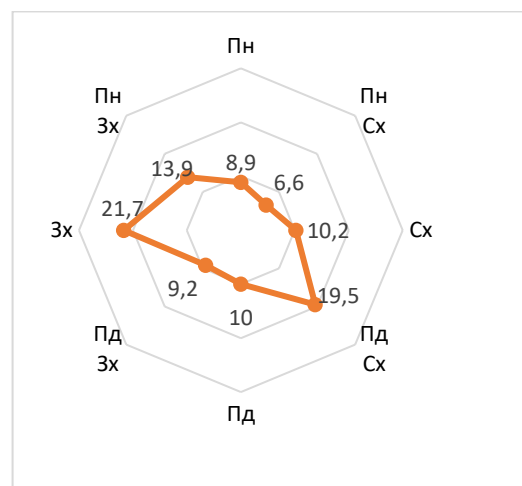


Рисунок 4.б. Роза вітрів для кліматичного періоду 1990-2020 рр. Повторюваність напрямку вітру за румбами у %

Температурний режим

Упродовж сучасного кліматичного періоду (1991-2020 рр.) середньорічна температура повітря у Львові становила +8,3 °С. Найнижче середнє річне значення було зафіксоване у 1996 році й склало +6,4 °С, тоді як найвищі середньорічні температури спостерігались у 2019 та 2020 роках – по +9,7 °С. Стандартне відхилення середньорічної температури для цього періоду дорівнювало 0,9 °С, що вказує на відносно стабільний температурний режим.

Найхолоднішим місяцем у середньому був січень із температурою -7 °С, найтеплішим – липень із показником +19,0 °С (рис. 5). Таким чином, середня річна амплітуда температур повітря

⁶⁰⁴ Львівська область: природні умови та ресурси: монографія / за заг. ред. д-ра геогр. наук, проф. М.М.Назарука. Львів: Видавництво Старого Лева, 2018. 592 с.

⁶⁰⁵ План дій сталого енергетичного розвитку та клімату Львівської міської територіальної громади. Угода мерів щодо клімату та енергії в Україні. С. 58-59. URL:

https://cityadm.lviv.ua/lmrdownloads/2022/07/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD_%D0%B4%D1%96%D0%B9_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83_web_02.pdf

становила 21,7 °С. Найвища міжрічна варіативність середньомісячної температури була характерна для зимових місяців, а найменша – для літніх. Максимальне стандартне відхилення спостерігалось у лютому (3,1 °С), а мінімальне – в серпні (1,2 °С).

Найнижчу середню місячну температуру зареєстровано в лютому 2012 року (-8,8 °С), а найвищу – в серпні 2015 року (+21,6 °С). Абсолютний мінімум температури повітря також припадає на лютий 2012 року і становив -28,6 °С, тоді як абсолютний максимум (+35,6 °С) зафіксовано в серпні того ж року.

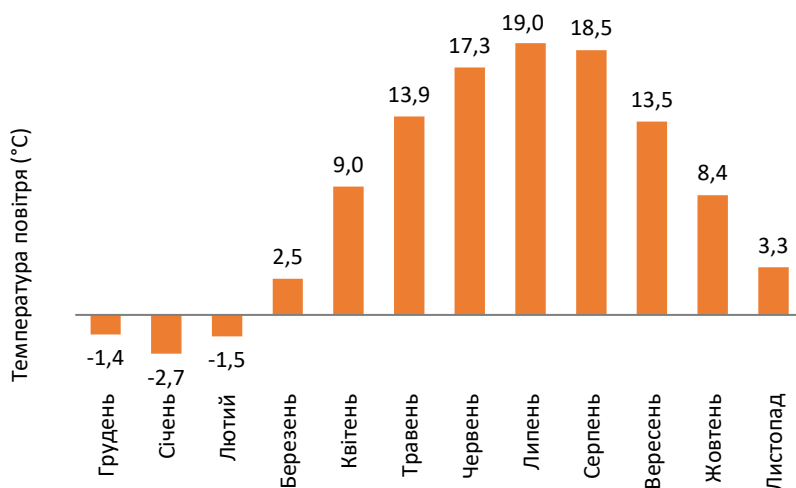


Рисунок 5. Середньомісячна температура повітря (°С) для кліматичного періоду 1991-2020 рр.

Місто Львів вирізняється найвищим серед обласних центрів України рівнем річної кількості опадів та найнижчими середніми літніми температурами. Це зумовлено порівняно низьким ступенем континентальності клімату, що є одним із найменших серед великих міст країни. Середньорічна кількість атмосферних опадів становить близько 740 мм, з мінімальними значеннями у січні та максимальними – у липні. У середньому на рік у місті фіксується приблизно 174 дні з опадами.

Для всіх сезонів характерна висока варіабельність атмосферних параметрів – різкі коливання тиску, температури та вологості. Зимовий період у Львові зазвичай м'який, при цьому стійкий сніговий покрив формується не щороку. Весна відзначається прохолодною та вологою погодою; заморозки та епізодичні снігопади можливі до початку травня. Літо в регіоні, як правило, прохолодне: середні температури коливаються в межах +20...25 °С, проте нерідко фіксуються екстремальні значення до +35 °С. У літній період характерними є грозові зливи, значні температурні перепади під впливом проходження атмосферних фронтів, а також часті випадки ураганоподібного вітру, що спричиняє повалення дерев, обриви ліній електропередач та локальні руйнування. Осінь зазвичай помірно тепла та відносно суха.

Центральна частина Львова, розташована в улоговині, має специфічний мікроклімат. Тут спостерігаються нижчі нічні мінімальні температури та вищі денні максимальні, що є наслідком ефекту «міського теплового острова», спричиненого урбанізацією. Такий ефект зумовлюється значною площею штучних поверхонь (бетон, асфальт, скло), які активно акумулюють та випромінюють теплову енергію, а також інтенсивним транспортним рухом, що є додатковим джерелом тепла. У підвищених частинах міста більш типовими є сильні вітри, зумовлені рельєфними особливостями.

Львів має помірно континентальний клімат з м'якими зимами та прохолодним літом. Середньорічна температура становить близько +8,3 °С. Протягом року спостерігається близько 206 днів з опадами, що робить Львів одним з найвологіших міст України.

Дані річного температурного спостереження м. Львова за 2023 рік наведено у таблиці 2⁶⁰⁶.

Таблиця 2

Зміна річної температури м. Львова у 2023 році

Клімат м. Львів, 2023

Показник	Січ.	Лют.	Бер.	Квіт.	Трав.	Черв.	Лип.	Серп.	Вер.	Жовт.	Лист.	Груд.
Абсолют макс °	15°C	9°C	19°C	23°C	25°C	29°C	30°C	34°C	34°C	23°C	20°C	11°C
Середня макс °C	5°C	4°C	9°C	17°C	23°C	26°C	28°C	29°C	27°C	20°C	15°C	9°C
Середня темп °C	1°C	0°C	6°C	15°C	18°C	23°C	25°C	27°C	24°C	18°C	9°C	7°C
Середня мін °C	-2°C	-7°C	-3°C	5°C	12°C	15°C	17°C	20°C	17°C	10°C	-5°C	-5°C
Абсолют мін °C	-5°C	-15°C	-7°C	-5°C	8°C	8°C	10°C	12°C	7°C	-2°C	-12°C	-12°C

Режим опадів

У період 1991–2020 років середньорічна сума атмосферних опадів у Львові становила 769 мм. Найменшу кількість опадів було зареєстровано у 1995 році – 614 мм, натомість найбільшу – у 1998 році, коли вона досягла 1009 мм. Стандартне відхилення річної суми опадів за цей період становило 107 мм, що свідчить про помірну міжрічну варіативність.

Найбільша кількість опадів у середньому припадала на період з травня по липень, з максимумом у липні – 96 мм. Найменша кількість фіксувалася в зимовий період, особливо у січні – 45 мм (рис. 6). Таким чином, річний розподіл опадів демонструє чітку кореляцію з температурним режимом: максимум опадів припадає на найтепліший місяць (липень), а мінімум – на найхолодніший (січень).

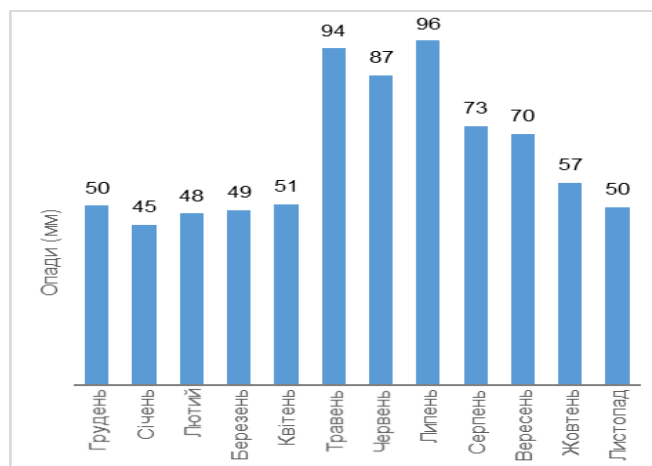


Рисунок 6. Середньомісячна кількість опадів (мм) для кліматичного періоду 1991-2020 рр.

Багаторічна варіативність середньомісячних сум опадів також мала сезонну диференціацію: вона була найвищою в липні (стандартне відхилення 47 мм) і найнижчою в січні (18 мм). Мінімальна місячна сума опадів – 1 мм – спостерігалася в листопаді 2011 року, тоді як максимальна – 217 мм – була зафіксована у травні 2010 року.

⁶⁰⁶ Клімат м. Львова. AccuWeather. 2023. URL: <https://www.accuweather.com/uk/ua/lviv/324561/july-weather/324561>.

Добові суми опадів у теплий період року іноді перевищували 40 мм, що пов'язано з дією атмосферних фронтів і циклонів, які супроводжувалися грозовими зливами^{607 608}.

3. ЧИННИКИ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ У МІСЬКИХ УМОВАХ

Відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря», атмосферне повітря є життєво важливим компонентом навколишнього природного середовища. Воно являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами закритих приміщень (житлових, виробничих та інших)⁶⁰⁹.

Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» вказує на забруднення атмосферного повітря як одну з ключових екологічних проблем сучасної України. Незважаючи на скорочення обсягів промислового виробництва, рівень забруднення повітря у великих містах і промислових регіонах залишається високим⁶¹⁰.

Основними джерелами забруднення атмосфери є продукти згоряння, що утворюються як у промислових процесах, так і в транспортному секторі. Значний внесок у формування забруднення здійснюють об'єкти енергетичної інфраструктури – котельні, теплоелектростанції, промислові печі, що експлуатуються в металургії, хімічній промисловості, будівництві, нафтопереробці тощо. Проте найбільшу частку атмосферного забруднення забезпечує автомобільний транспорт, на який припадає більшість викидів.

У Львові нараховується понад 600 промислових підприємств, які забезпечують близько 90% викидів від стаціонарних джерел у межах міста. Основними чинниками погіршення якості повітря є локальні промислові об'єкти та висока інтенсивність автомобільного руху. Зниження рівня викидів від цих двох джерел є критично важливим для покращення стану атмосферного повітря в місті.

У межах дослідження джерел забруднення прийнято розрізняти стаціонарні та пересувні джерела. Стаціонарними джерелами точкового типу вважаються ті, що розташовані на визначеній території та продукують викиди з локалізованої точки – наприклад, димові труби промислових підприємств, теплоелектростанцій, котелень, технологічних установок, аспіраційних систем, вентиляційних шахт тощо.

Основні забруднювальні речовини, які надходять в атмосферу зі стаціонарних джерел, включають діоксид сірки (SO₂), діоксид азоту (NO₂), зважені частинки (PM), золу. У менших кількостях – чадний газ (CO), феноли, сірчану кислоту (H₂SO₄) та інші сполуки, склад яких залежить від специфіки конкретного промислового об'єкта^{611 612}.

3.1. Джерела забруднення атмосферного повітря м. Львова

Одним із ключових чинників у визначенні впливу на якість атмосферного повітря є врахування кількісних показників підприємств, що здійснюють викиди забруднювальних речовин

⁶⁰⁷ План дій сталого енергетичного розвитку та клімату Львівської міської територіальної громади. Угода мерів щодо клімату та енергії в Україні. С. 58-59. URL:

https://cityadm.lviv.ua/lmrdownloads/2022/07/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%BD_%D0%B4%D1%96%D0%B9_%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D0%B5%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE_%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%82%D0%BA%D1%83_web_02.pdf

⁶⁰⁸ Клімат м. Львова. AccuWeather. 2023. URL: <https://www.accuweather.com/uk/ua/lviv/324561/july-weather/324561>.

⁶⁰⁹ Закон України «Про охорону атмосферного повітря» (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1992, № 50, ст.678): Редакція від 15.11.2024. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>.

⁶¹⁰ Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2019, № 16, ст.70) URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text>

⁶¹¹ Основні забруднювачі атмосферного повітря: характеристики, вплив на організм людини. URL: <https://eco.aep.kiev.ua/novini/osnovni-zabrudnyuvachi-atmosfernogo-povitrya-harakteristiki-vpliv-na-organizm-lyudini/>

⁶¹² Статистичний збірник «Довкілля України за 2017 рік». Державна служба статистики України. 2018. URL: http://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2018/zb/11/zb_du2017.pdf

(табл. 3). Упродовж 2017-2021 років спостерігалось зменшення як загальної кількості підприємств, що здійснюють викиди в атмосферу, так і кількості чинних дозволів на здійснення таких викидів.

Таблиця 3

Джерела забруднення атмосферного повітря м. Львова ⁶¹³

		2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік
1	Загальна кількість підприємств, що здійснюють викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря, од*	158	157	174	154	149
2	Загальна кількість (одиниць) діючих дозволів на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, об'єкт якого належить до*:	163	162	179	159	154
	першої групи	5	5	5	5	5
	другої групи та третьої групи*	158	157	174	154	149
3	Кількість зареєстрованих транспортних засобів, од з них такі, що належать:	-	-	-	-	175908
	юридичним особам, од	-	-	-	-	-
	фізичним особам, од.	-	-	-	-	-
4	Протяжність автомобільних доріг, тис.км	588,9	588,9	588,9	588,9	588,9
	з них з твердим покриттям	493,1	494,7	497,5	499,3	499,3
5	Інші джерела забруднення, од					
	кількість аеропортів	1	1	1	1	1
	кількість морських/річкових портів	-	-	-	-	-
	кількість об'єктів утворення, оброблення та утилізації відходів, місць видалення відходів:	-	-	1316	1336	1370
	контейнерні майданчики	-	-	1315	1335	1369
	міська компостувальна станція	-	-	1	1	1
6	Природні джерела (за наявності)	-	-	-	-	-

Перелік основних стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря м. Львова наведений у таблиці 4, рис. 7 ⁶¹⁴.

Таблиця 4

Перелік основних стаціонарних джерел забруднення атмосферного повітря м. Львова та обсяги їх викидів, т

№ з/п	Назва	Обсяги викидів, т
1.	Львівське комунальне підприємство "Залізничнотеплоенерго"	490,049
2.	Львівське міське комунальне підприємство "Львівтеплоенерго"	404,113
3.	Львівське міське комунальне підприємство "Львівводоканал"	284,695
4.	Іноземне підприємство "Західна індустріальна компанія"	106,271
5.	Товариство з обмеженою відповідальністю "Львівська ізоляторна компанія"	99,126
6.	Приватне акціонерне товариство "Галнафтохім"	65,388

⁶¹³ Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

⁶¹⁴ Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

Продовження таблиці 4

№ з/п	Назва	Обсяги викидів, т
7.	Товариство з обмеженою відповідальністю торгово-виробнича компанія "Перша приватна броварня 'Для людей — як для себе!'"	40,723
8.	Товариство з обмеженою відповідальністю "Картонно-паперова компанія"	39,644
9.	Товариство з додатковою відповідальністю "Гал-Кат"	39,435
10.	Акціонерне товариство "Галичфарм"	34,208
11.	Акціонерне товариство "Львівська кондитерська фабрика 'Світоч'"	25,955
12.	Товариство з обмеженою відповідальністю - фірма "ЯЗЬМ"	22,531
13.	Приватне акціонерне товариство "Львівський холодокомбінат"	21,941
14.	Державне підприємство "Львівський бронетанковий завод"	21,534
15.	Приватне акціонерне товариство "Львівський локомотиворемонтний завод"	20,027
16.	Українсько-англійське спільне підприємство у формі товариства з обмеженою відповідальністю "Галка ЛТД"	19,621
17.	Локомотивне депо Львів-Захід філії "Львівська залізниця"	18,299
18.	Товариство з обмеженою відповідальністю "Факро Львів"	17,217
19.	Національний університет "Львівська політехніка"	17,139
20.	Приватне підприємство "Львівська виробничо-торгівельна меблева фірма 'Карпати'"	16,754

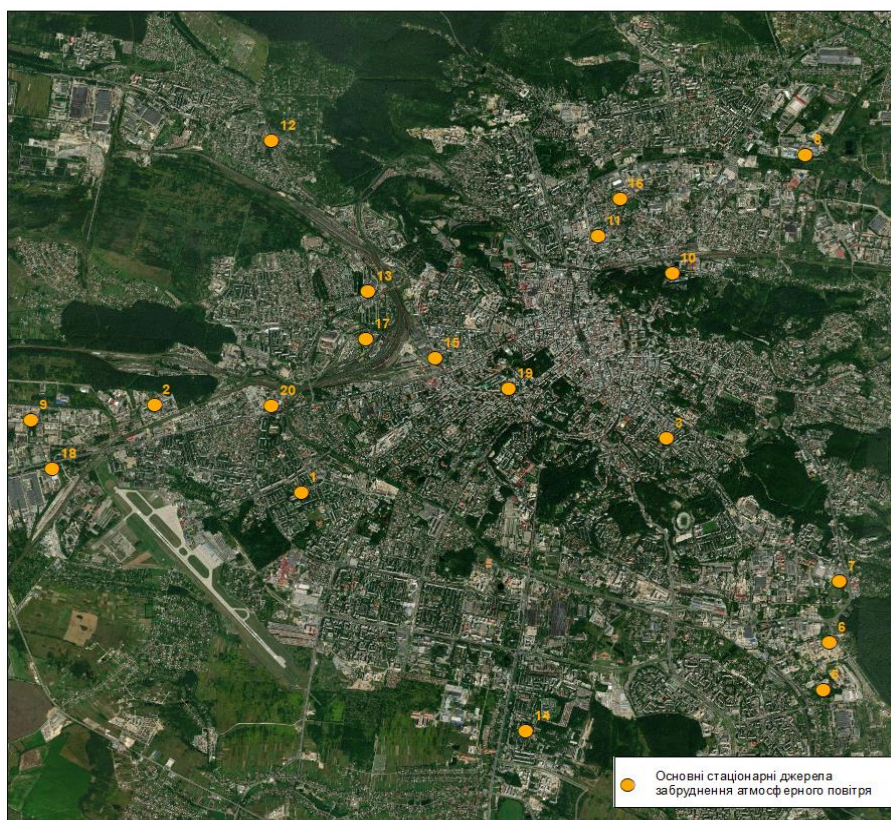


Рисунок 7. Картосхема розміщення джерел викидів: 1 – ЛКП "Залізничнотеплоенерго"; 2 – Львівське міське КП "Львівтеплоенерго"; 3 – Львівське міське КП "Львівводоканал"; 4 – Іноземне підприємство "Західна індустріальна компанія"; 5 – ТзОВ "Львівська ізоляторна компанія"; 6 – Приватне Акціонерне товариство "Галнафтохім"; 7 – ТзОВ Торгово-виробнича компанія "Перша приватна броварня "Для людей-як для себе!"; 8 – ТзОВ "Картонно-паперова компанія"; 9 – Товариство з додатковою відповідальністю "Гал-Кат"; 10 – Акціонерне товариство "Галичфарм";

11 – Акціонерне товариство "Львівська кондитерська фабрика "Світоч"; 12 – ТзОВ - фірма "Язъм"; 13 – Приватне акціонерне товариство "Львівський холодокомбінат"; 14 – ДП "Львівський бронетанковий завод"; 15 – Приватне акціонерне товариство "Львівський локомотиворемонтний завод"; 16 – Українсько-англійське спільне підприємство у формі товариства з обмеженою відповідальністю "Галка ЛТД"; 17 – Локомотивне депо Львів-захід філії "Львівська залізниця"; 18 – ТзОВ "Факро Львів"; 19 – Національний університет "Львівська Політехніка"; 20 – ПП "Львівська виробничо-торгівельна меблева фірма "Карпати" ⁶¹⁵.

Динаміка змін забруднення атмосферного повітря у місті Львові зафіксована у таблиці 5 Упродовж 2017-2021 років спостерігалось зменшення загального обсягу викидів забруднювальних речовин у 1,85 раза, що становить скорочення на 1,84022 тис. тонн.

Особливо істотне скорочення спостерігалось щодо викидів діоксиду сірки: з 0,021055 тис. тонн у 2017 році до 0,006885 тис. тонн у 2021 році. Також знизилися обсяги викидів оксидів азоту, інших сірчаних сполук, сірчаної кислоти, неметанових летких органічних сполук, формальдегіду.

Водночас зафіксовано зростання викидів низки інших речовин: діоксиду та оксиду азоту, оксиду вуглецю, металів і їхніх сполук, а також аерозольних частинок різного діаметру – $PM_{2,5}$ та PM_{10} . Збільшилися викиди бензолу, хлору та його сполук (у перерахунку на хлор), хлористого водню (HCl), фтору і його сполук (у перерахунку на фтор), а також фтороводню.

Окремо варто відзначити зростання обсягів викидів вуглекислого газу: з 473,5446 тис. тонн у 2017 році до 541,6672 тис. тонн у 2021 році, що становить приріст на 88,1226 тис. тонн.

Таблиця 5

Обсяги викидів забруднювальних речовин від стаціонарних джерел м. Львова
за період 2017-2021 рр. ⁶¹⁶

		2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік
1	Загальний обсяг викидів забруднювальних речовин, тис.т	3,995646	2,019718	2,269540	2,791632	2,155426
2	Викиди забруднювальних речовин від стаціонарних джерел (тис.т) всього, у тому числі:	3,995646	2,019718	2,269540	2,791632	2,155426
	діоксид сірки	0,021055	0,022641	0,024527	0,010492	0,006885
	діоксид азоту та оксиди азоту	0,66426	0,621352	0,618661	0,873413	0,673539
	оксид вуглецю	0,885079	0,672966	0,983917	1,01226	1,017769
	метали та їх сполуки	0,003809	0,003616	0,01218	0,007904	0,007978
	з них:					
	миш'як	-	-	-	-	-
	кадмій та його сполуки (у перерахунку на кадмій)	-	0,000166	0,000114	0,000017	0,001207
	свинець та його сполуки (у перерахунку на свинець)	0,000001	-	0,000003	0,000084	0,00008

⁶¹⁵ Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

⁶¹⁶ Ухвала Львівської міської ради № 4527 від 28.03.2024 року «Про затвердження Програми державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря агломерації міста Львова (Львівська міська територіальна громада). Інформаційний портал депутатів Львівської міської ради : веб-сайт. URL: <https://www.lvivrada.gov.ua/informacia/programy-rozvytku-mista/item/4776-programa-ekonomichnogo-rozvytku-ta-pidvyshchennya-konkurentospromozhnosti-mista-lyvova>.

**РОЗДІЛ 2. ХІМІЧНА, РАДІАЦІЙНА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ВІЙНИ ТА
ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ**

Продовження таблиці 5

	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік
ртуть та її сполуки ((у перерахунку на ртуть)	0,000001	-	-	0,000016	0,000016
нікель та його сполуки (у перерахунку на нікель)	0,000003	-	-	0,000064	0,000064
мідь та її сполуки (у перерахунку на мідь)	0,000012	0,000011	0,006387	0,004493	0,004881
залізо та його сполуки (у перерахунку на залізо)	0,001632	0,00187	0,002102	0,001325	0,001101
хром та його сполуки (у перерахунку на триоксид хрому)	0,000064	0,000062	0,000063	0,000144	0,000165
манган та його сполуки (у перерахунку на діоксид мангану)	0,001929	0,001481	0,002909	0,001494	0,000199
алюмінію оксид	0,000005	0,000005	0,000011	0,000005	0,000012
арсен та його сполуки (у перерахунку на арсен)	0,000004	0,000011	0,000004	0,000069	0,000006
цинк та його сполуки (у перерахунку на цинк)	0,000007	0,000009	0,00001	0,000027	0,000028
селен та його сполуки (у перерахунку на селен)	-	-	-	0,000053	0,000053
речовини у вигляді суспендованих твердих частинок (мікрочастинки та волокна)	0,128091	0,11579	0,179372	0,117261	0,102619
речовини у вигляді суспендованих твердих частинок більше 2,5 мкм та менше 10мкм	0,01933	0,026955	0,032102	0,034747	0,038035
речовини у вигляді суспендованих твердих частинок менше 2,5мкм	0,024461	0,020636	0,021457	0,05088	0,048372
сажа	0,01114	0,009983	0,007288	0,009991	0,002739
сполуки азоту	2,385197	0,69286	0,671112	0,905651	0,70544
аміак	0,023776	0,040511	0,023483	0,023142	0,022775
азотна кислота	0,002417	0,000267	0,000299	0,000239	0,000233
діоксид та інші сполуки сірки	0,023208	0,024756	0,026556	0,012241	0,008568
сірководень (H ₂ S)	0,001536	0,001541	0,001488	0,001484	0,001454
сульфатна кислота (H ₂ SO ₄) [сірчана кислота]	0,000379	0,000328	0,000337	0,000063	0,000059
озон	0,000004	0,000004	0,000004	0,000004	0,000004
неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС)	0,33395	0,207835	0,171605	0,11689	0,093064
акрилонітрил	-	-	-	0,000028	-
ангідрид малеїновий	0,000002	0,00032	0,00032	0,00022	0,00032
акролеїн	0,000018	0,000021	0,000011	0,000017	0,000013
альдегід масляний	-	0,000003	0,000003	0,000003	0,000001
ацетальдегід	0,000916	0,000633	0,000391	0,000289	0,000039
ацетон	0,007653	0,002355	0,002512	0,000667	0,000914
бензол	0,000024	0,000033	0,00008	0,000055	0,000066
бутиловий ефір оцтової кислоти (бутилацетат)	0,000983	0,002049	0,002355	0,001817	0,001961
1,3-Бутадієн (дивініл)	0,000003	0,000002	0,000002	0,000003	0,000004
вінілацетат	0,000188	0,000268	0,000271	0,000184	0,00019
діетиловий ефір	-	0,000013	0,00001	0,000001	0,000001
етилбензол	0,000002	0,000211	0,00076	0,000708	0,000724
етилцелозольв	0,003049	0,003704	0,005206	0,002372	0,002067
етилацетат	0,003251	0,004187	0,00285	0,000542	0,000279

Продовження таблиці 5

	2017 рік	2018 рік	2019 рік	2020 рік	2021 рік
кислота акрилова	0,00011	0,000083	-	-	-
кислота мурашина	0,000045	0,000042	-	-	-
кислота оцтова	0,00469	0,004634	0,004228	0,001937	0,00133
ксилол	0,008243	0,008485	0,009476	0,00718	0,00614
метилізобутилкетон	0,000016	0,000018	0,000017	0,000001	0,000001
метилетилкетон	0,000056	0,000056	0,000086	0,000175	0,000175
спирт метиловий	0,000817	0,000808	0,000825	0,000017	0,001498
стирол	-	-	0,000001	0,000001	0,000001
трикрезол	-	0,003236	0,003236	-	-
толуол	0,006161	0,007064	0,006566	0,001932	0,001662
трихлоретилен	0,002155	0,002427	0,002418	0,002924	0,004291
трихлорметан (хлороформ)	0,008287	0,006676	0,003963	0,00253	0,001593
тетрахлоретилен (перхлоретилен)	-	-	0,000021	0,000139	0,000001
фенол	0,000011	0,00001	0,000015	0,000007	0,000002
формальдегід	0,001338	0,001108	0,000841	0,00085	0,000886
фурфурол	0,000824	0,000229	0,000234	0,00013	0,000109
1-Хлор-2,3-епіксипропан (епіхлоргідрин)	0,000008	0,000009	0,000018	0,000016	0,000017
циклогексанон	0,016932	0,01275	0,010851	0,00066	0,00047
метан	0,235938	0,301523	0,224441	0,618027	0,219161
стійкі органічні забруднювачі (СОЗ)	-	0,000014	0,000001	0,000114	0,000001
хлоровані парафіни з коротким ланцюгом	-	-	-	-	-
поліароматичні вуглеводні (ПАВ)	-	0,000014	0,000001	0,000001	0,000001
хлор та сполуки хлору (у перерахунку на хлор)	0,000137	0,00013	0,000153	0,000791	0,000487
водню хлорид (соляна кислота по молекулі на HCl)	0,000091	0,000116	0,000137	0,000782	0,000486
фтор та його сполуки (у перерахунку на фтор)	0,000222	0,000213	0,000188	0,000489	0,000335
фтористий водень	0,000084	0,000099	0,000078	0,000453	0,000246
ціаніди	0,000011	0,000011	0,000011	-	-
водню ціанід (синильна кислота)	0,000011	0,000011	0,000011	-	-
діоксид вуглецю	473,5446	477,7553	492,8664	500,3216	541,6672

4. ХАРАКТЕРИСТИКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВУЛИЦЬ ТА ПЕРЕХРЕСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ М. ЛЬВОВА

Атмосферне повітря є одним із ключових компонентів навколишнього природного середовища, що має життєво важливе значення для функціонування екосистем і здоров'я людини. У зв'язку з цим особливого значення набуває необхідність постійного спостереження за його якістю та своєчасного реагування на потенційні загрози. Систематичний моніторинг стану атмосферного повітря та оперативне виявлення зростання концентрації забруднюючих речовин є критично важливими для забезпечення екологічної безпеки та охорони здоров'я населення.

Атмосфера слугує не лише середовищем для постійного надходження аерозольних та газоподібних забруднювачів, але й середовищем їх транспортування, трансформації та розсіювання. Хімічні сполуки, що надходять до атмосфери в результаті антропогенних викидів, можуть зазнавати складних хімічних перетворень, унаслідок яких утворюються

нові речовини, часто з іншим рівнем токсичності або екологічного ризику, ніж первинні компоненти. Очищення атмосфери від забруднювальних речовин здійснюється через низку фізико-хімічних процесів, серед яких основними є гравітаційне осідання часток і вологе видалення (змивання опадами)⁶¹⁷.

Відповідно до Закону України «Про охорону атмосферного повітря», моніторинг у сфері охорони атмосферного повітря здійснюється з метою збору, оброблення, збереження та аналізу даних щодо викидів забруднюючих речовин, рівнів забруднення повітря, а також для оцінки та прогнозування змін його якості, визначення ступеня екологічної небезпеки та формування науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у відповідній галузі.

Такий моніторинг є невід’ємною частиною загальнодержавної системи спостереження за станом навколишнього природного середовища. Організаційні засади його проведення, включаючи впровадження обов’язкових автоматизованих систем контролю за викидами та оцінку якості атмосферного повітря, визначаються нормативно-правовими актами, затвердженими Кабінетом Міністрів України.

4.1. Моніторинг атмосферного повітря в межах м. Львова

Моніторинг якості атмосферного повітря відіграє ключову роль у визначенні рівнів забруднення, їхнього впливу на здоров’я людини, стан довкілля та глобальні кліматичні процеси. З метою отримання репрезентативних даних про концентрацію основних забруднювальних речовин у повітрі по всьому світу створено мережі моніторингу, які охоплюють міські, промислові та сільські території. Спостережні пункти розміщуються стратегічно для фіксації просторово-часової варіативності якості повітря та забезпечуються високоточним аналітичним обладнанням і методиками, що відповідають міжнародним стандартам⁶¹⁸[27].

У межах Львівської агломерації до суб’єктів, відповідальних за здійснення моніторингу атмосферного повітря, належать:

1. Львівський регіональний центр з гідрометеорології Державної служби України з надзвичайних ситуацій при Міністерстві внутрішніх справ України;
2. Комунальне підприємство “Адміністративно-технічне управління” департаменту містобудування Львівської міської ради;
3. ЛКП «Зелене місто», що підпорядковується департаменту економічного розвитку Львівської міської ради [28].

Розташування пунктів спостереження за якістю атмосферного повітря в межах агломерації представлено на картосхемі (рис. 8).

⁶¹⁷ Пост для моніторингу якості повітря на вул. Пластова, 13. ЛКП Зелене місто. 2020. URL: <https://city-adm.lviv.ua/news/science-and-health/ecology/282619-post-dlia-monitorynhu-iaкости-povitria-vstanovyly-v-raioni-vul-plastova-13>

⁶¹⁸ ЛКП Зелене місто. URL: <https://zelenemisto.info/>.



Рисунок 8. Картосхема розміщення пунктів спостереження за станом атмосферного повітря. Стаціонарні пости: 1 – м. Львів, вул. Ген. Юнаківа, 10; 2 – м. Львів, вул. Городоцька, 221; 3 – м. Львів, пл. Соборна, 11; 4 – м. Львів, вул. Зелена, 301; 5 – м. Львів, вул. Пластовій, 13. Індикативні пости на перехрестях вулиць: 6 – пр. Чорновола – вул. Городоцька – пр. Свободи біля пішохідного переходу, зі сторони буд.№2 по вул. Городоцька); 7 – вул. Шпитальна – вул. Данилишина (біля пішохідного переходу, зі сторони буд. №7 по вул. Данилишина); 8 – вул. Гавришкевича – вул. Краківська (біля пішохідного переходу, зі сторони буд.№2 вул. Гавришкевича); 9 – вул. Січових Стрільців – вул. Гнатюка (біля пішохідного переходу, зі сторони буд.№2 по вул. Січових Стрільців); 10 – вул. Дорошенка – вул. Словацького (біля пішохідного переходу, зі сторони буд.№36 по вул. Дорошенка); 11 – пл. Митна (зі сторони буд.№8 по вул. Винниченка); 12 – вул. І.Франка – вул. К. Левицького – вул. Кн. Романа (біля пішохідного переходу, зі сторони буд.№2 вул. Левицького); 13 – вул. Зелена – вул. Конопницької – вул. Петрушевича (біля пішохідного переходу, зі сторони буд.№17 вул. Зелена); 14 – вул. Сахарова – вул. Вітовського – вул. Левицького – вул. Коперника (біля пішохідного переходу, зі сторони буд.№2 по вул. Сахарова); 15 – вул. Стрийська – вул. Руставелі – вул. І.Франка – вул. Зарицьких (біля пішохідного переходу, зі сторони буд.№79 по вул. І.Франка)

4.2. Якість атмосферного повітря м. Львова

Динаміка зміни якості атмосферного повітря м. Львова за основними показниками представлена на рис. 8-10.

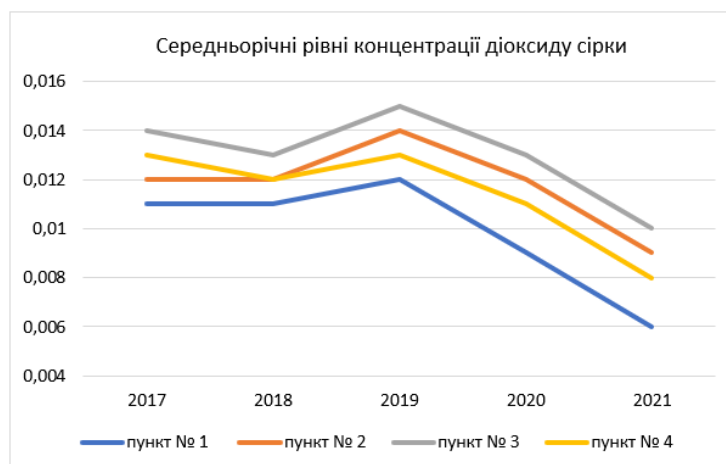


Рисунок 8. Середньорічні концентрації діоксиду сірки, мг/м³ (1 – м. Львів, вул. Ген. Юнаківа, 10; 2 – м. Львів, вул. Городоцька, 221; 3 – м. Львів, пл. Соборна, 11; 4 – м. Львів, вул. Зелена, 301)

Упродовж 2017–2021 років найвищі середньорічні концентрації діоксиду сірки (SO₂) у Львові фіксувалися в центральній частині міста, зокрема на пункті спостереження за адресою: пл. Соборна, 11, де максимальне значення становило 0,015 мг/м³. Проте цей показник залишався нижчим за встановлену гранично допустиму концентрацію (ГДК) — 0,05 мг/м³. Найнижчі концентрації SO₂ виявлено на посту за адресою вул. Ген. Юнаківа, 10.

У 2021 році спостерігалось помітне зниження рівня діоксиду сірки в атмосферному повітрі на всіх контрольованих пунктах спостереження, що може свідчити про позитивну динаміку в аспекті зменшення викидів або покращення умов розсіювання.

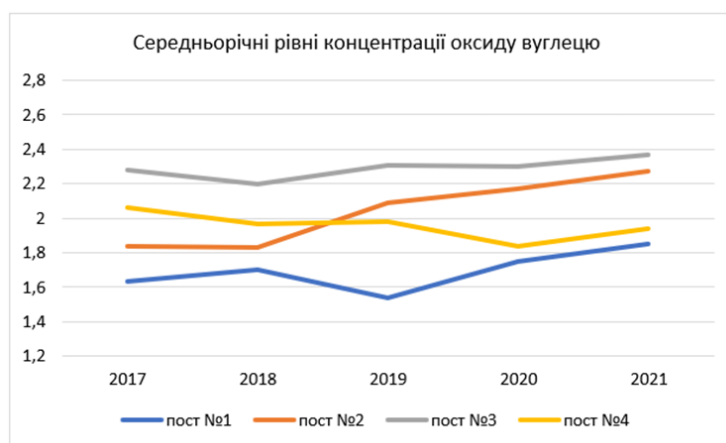


Рисунок 9. Середньорічні концентрації оксиду вуглецю, мг/м³ (1 – м. Львів, вул. Ген. Юнаківа, 10; 2 – м. Львів, вул. Городоцька, 221; 3 – м. Львів, пл. Соборна, 11; 4 – м. Львів, вул. Зелена, 301)

У період 2017–2021 років найвищі середньорічні концентрації оксиду вуглецю (CO) у місті Львові зафіксовано в центральній частині міста — на посту моніторингу за адресою пл. Соборна,

11. Максимальне значення становило 2,37 мг/м³, що, втім, не перевищувало гранично допустимої концентрації (ГДК), встановленої на рівні 3,0 мг/м³. Найнижчий рівень СО було виявлено на вул. Ген. Юнаківа, 10.

У 2021 році відзначено суттєве зростання концентрацій оксиду вуглецю на всіх контрольованих пунктах спостереження, що може свідчити про збільшення транспортного навантаження або інші антропогенні впливи.

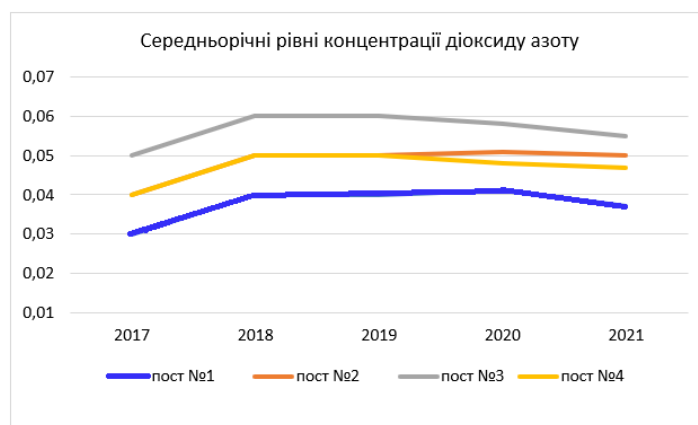


Рисунок 10. Середньорічні концентрації діоксиду азоту, мг/м³ (1 – м. Львів, вул. Ген. Юнаківа, 10; 2 – м. Львів, вул. Городоцька, 221; 3 – м. Львів, пл. Соборна, 11; 4 – м. Львів, вул. Зелена, 301)

Упродовж 2017–2021 років найвищі середньорічні концентрації діоксиду азоту (NO₂) у місті Львові фіксувалися в центральній частині, зокрема на пункті моніторингу за адресою: пл. Соборна, 11. Тут середнє значення досягало 0,06 мг/м³, що перевищує гранично допустиму концентрацію, встановлену на рівні 0,04 мг/м³. Найнижчі концентрації цього забруднювача були зареєстровані на посту спостереження на вул. Ген. Юнаківа, 10.

4.3. Динаміка зміни якості атмосферного повітря вулиць та перехресть центральної частини м. Львова

Інформація щодо концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі за 2016 та 2023 роки отримана в результаті моніторингових спостережень за якістю повітря. Проте з огляду на повномасштабну агресію російської федерації проти України та пов'язані з нею масовані атаки на енергетичну інфраструктуру країни, зокрема об'єкти електропостачання, у 2022–2024 роках спостерігалися перебої в роботі автоматизованих станцій моніторингу. Це унеможливило їхню безперервну роботу, що могло призвести до спотворення або втрати частини даних. У зв'язку з цим результати моніторингу за зазначений період слід розглядати з урахуванням можливої статистичної похибки та зниження достовірності.

Для здійснення порівняльної оцінки рівня забруднення атмосферного повітря використовується система нормування за гранично допустимими концентраціями (ГДК). ГДК визначає максимальні допустимі рівні вмісту хімічних речовин і сполук у навколишньому середовищі, які не створюють загрози для здоров'я людей, флори, фауни та довкілля загалом. Ці нормативи мають законодавчий статус і ґрунтуються на результатах токсикологічних та екологічних досліджень, що встановлюють безпечні концентрації з урахуванням чутливості живих організмів до впливу окремих хімічних речовин ⁶¹⁹

⁶¹⁹ ЛКП Зелене місто. URL: <https://zelenemisto.info/>.

В Україні система гранично допустимих концентрацій (ГДК) виконує ключову функцію в процесах моніторингу та регулювання рівнів забруднення атмосферного повітря, водних об'єктів та ґрунтів. Визначення чітких нормативних меж дозволяє здійснювати контроль за станом довкілля та забезпечувати своєчасне впровадження необхідних заходів для його поліпшення. Важливою умовою ефективності цієї системи є її регулярне оновлення на основі новітніх наукових досліджень і змін у структурі промислової діяльності, що забезпечує адаптивність та актуальність екологічного регулювання.

Моніторинг основних атмосферних забруднювачів, зокрема оксиду вуглецю (CO), оксидів азоту (NO, NO₂) та діоксиду сірки (SO₂), здійснювався на стаціонарних пунктах спостереження, що входять до регіональної системи контролю якості атмосферного повітря.⁶²⁰

Згадані перехрестя можна побачити позначеними на рис. 11, що дасть краще уявлення про місцезнаходження об'єктів, на яких проводився аналіз стану якості повітряного простору центральної частини м. Львова.

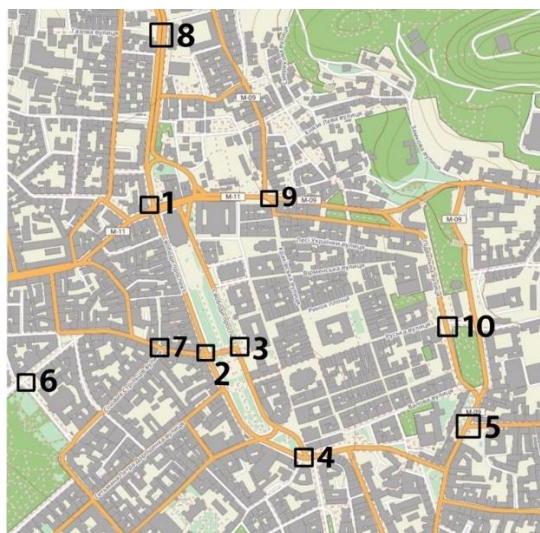


Рисунок 11. Центральна частина м. Львова з перехрестями, на яких відбувався моніторинг концентрації забруднюючих речовин в повітрі. Місцезнаходження перехресть: 1 - перехрестя пр. Чорновола та вул. Городоцької; 2 – перехрестя пр. Свободи та вул. Дорошенка; 3 – перехрестя пр. Свободи та вул. Беринди; 4 – пр. Свободи – пл. Міцкевича; 5 – вул. Личаківська – вул. Винниченка – пл. Митна; 6 – вул. Листопадового Чину – вул. Університетська; 7 – вул. Січових Стрільців – вул. Гнатюка; 8 – пр. Чорновола – вул. Під. Дубом; 9 – пл. Осмомисла – вул. Гавришкевича – вул. Краківська; 10 - вул. Підвальна – вул. Руська ⁶²¹

4.3.1. Оксид вуглецю (CO)

Оксид вуглецю є безбарвним і без запаху токсичним газом, що утворюється внаслідок неповного згоряння вуглецевих видів палива, таких як бензин, природний газ, вугілля або деревина. Основними джерелами викидів CO є автомобільний транспорт, технологічні процеси в промисловості та системи опалення житлового фонду.

⁶²⁰ Пост для моніторингу якості повітря на вул. Пластова, 13. ЛКП Зелене місто. 2020. URL: <https://city-adm.lviv.ua/news/science-and-health/ecology/282619-post-dlia-monitorynhu-iakosti-povitria-vstanovyly-v-raioni-vul-plastova-13>

⁶²¹ Пост для моніторингу якості повітря на вул. Пластова, 13. ЛКП Зелене місто. 2020. URL: <https://city-adm.lviv.ua/news/science-and-health/ecology/282619-post-dlia-monitorynhu-iakosti-povitria-vstanovyly-v-raioni-vul-plastova-13>

СО належить до категорії респіраторних отрут, оскільки при потраплянні в організм блокує здатність гемоглобіну зв'язувати кисень, що може спричиняти гіпоксію. При високих концентраціях отруєння чадним газом проявляється головним болем, запамороченням, нудотою, а в тяжких випадках — може призвести до летальних наслідків. Джерелом СО також можуть бути побутові прилади (грилі), тютюнопаління, а також приміщення для зберігання деревних пелет, що потенційно створюють умови для гострого або хронічного отруєння⁶²².

Оксид вуглецю класифікується як небезпечна забруднювальна речовина повітря, а його викиди регулюються національним законодавством та міжнародними нормативами. Гранично допустима концентрація (ГДК) СО в атмосферному повітрі становить 5 мг/м³.

У межах дослідження якості повітря в центральній частині Львова, концентрації СО фіксуються на транспортних перехрестях. Вимірювання проводилися щоквартально у 2020-2023 роках, а отримані результати подані у таблиці 6.

Таблиця 6

Результати вимірювання вмісту СО у атмосферному повітрі центральної частини м. Львова

№	Місцезнаходження об'єкта	Назва забруднюючої речовини	М.р.ГДК К мг/м ³	2020 рік				2023 рік			
				I кварт ал	II кварт ал	III кварт ал	IV кварт ал	I кварт ал	II кварт ал	III кварт ал	IV кварт ал
1	Пр. Чорновола-вул. Городоцька	вуглецю оксид	5.0	6.75	4.08	5.27	5.75	5.49	6.02	5.15	5.31
2	Пр. Свободи-вул. Дорошенка	Вуглецю оксид	5.0	4.98	3.45	4.98	5.4	-	-	-	-
3	Пр. Свободи - вул. П. Беринди	Вуглецю оксид	5.0	6.24	2.11	4.73	8.0	-	-	-	-
4	Пр. Свободи - пл. Міцкевича	Вуглецю оксид	5.0	10.10	2.83	5.09	4.6	-	-	-	-
5	Вул. Личаківська - вул. Винниченка - пл. Митна	Вуглецю оксид	5.0	8.25	3.65	5.12	8.16	-	-	-	-
6	Вул. Листопадового Чину - вул. Університетський	Вуглецю оксид	5.0	7.38	2.71	6.32	7.7	-	-	-	-
7	Вул. Січових Стрільців - вул.Гнатюка	Вуглецю оксид	5.0	6.65	4.50	5.86	4.89	6.33	5.33	4.67	5.70
8	Пр. Чорновола - вул. Під Дубом	Вуглецю оксид	5.0	7.75	4.69	6.46	6.83	6.33	5.33	4.67	5.70
9	Пл. Осомисла - вул. Гавришкевича-вул. Краківська	Вуглецю оксид	5.0	7.96	5.28	6.83	5.81	4.12	4.65	4.21	4.52
10	Вул. Підвальна - вул. Руська	Вуглецю оксид	5.0	5.05	3.81	4.81	4.52	-	-	-	-

⁶²² Bosch S. Unerwartete Kohlenmonoxid-Gefahren. Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2016. P. 114-117.

У цілому, на багатьох транспортних перехрестях центральної частини Львова рівні концентрації оксиду вуглецю протягом досліджуваного періоду (2016-2023 рр.) регулярно перевищували ГДК, встановлену на рівні $5,0 \text{ мг/м}^3$. Винятки становлять другий квартал 2020 року та частково третій квартал 2023 року, коли зафіксовано значення нижчі за норматив. Така тенденція свідчить про наявність суттєвої проблеми забруднення повітря СО саме в зоні транспортного навантаження.

З огляду на те, що СО утворюється внаслідок неповного згоряння пального в автомобільних двигунах та системах опалення на вугіллі, а також має виражений негативний вплив на якість атмосферного повітря та здоров'я населення, актуальним є впровадження невідкладних заходів для скорочення його викидів. Йдеться, зокрема, про обмеження транспортного трафіку, модернізацію опалювальних систем і посилення контролю за дотриманням екологічних стандартів.

Дані, надані Управлінням екології та природних ресурсів, включають результати моніторингу концентрацій СО у повітрі. На рис. 12 представлено графічну інтерпретацію просторово-часового розподілу викидів оксиду вуглецю на ключових транспортних перехрестях Львова за період 2016-2023 років. ГДК для оксиду вуглецю встановлено на рівні 5 мг/м^3 .

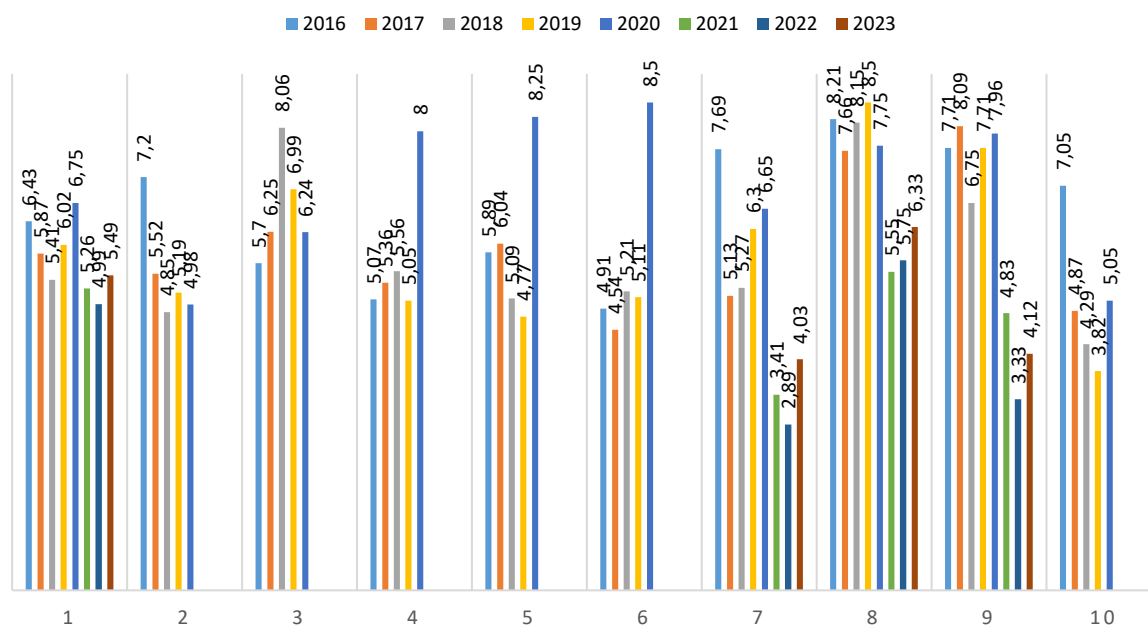


Рисунок 12. Динаміка викиду оксиду вуглецю у центральній частині м. Львова, 2016-2023 роки, мг/м^3 : 1- перехрестя пр. Чорновола та вул. Городоцької; 2 – перехрестя пр. Свободи та вул. Дорошенка; 3 – перехрестя пр. Свободи та вул. Беринди; 4 – пр. Свободи – пл. Міцкевича; 5 – вул. Личаківська – вул. Винниченка – пл. Митна; 6 – вул. Листопадового Чину – вул. Університетська; 7 – вул. Січових Стрільців – вул. Гнатюка; 8 – пр. Чорновола – вул. Під. Дубом; 9 – пл. Осмомисла – вул. Гавришкевича – вул. Краківська; 10 - вул. Підвальна – вул. Руська.

Аналіз графічних даних свідчить, що концентрації СО на ряді транспортних перехресть у центральній частині Львова неодноразово перевищували встановлену ГДК, подекуди досягаючи критичних значень – до 10 мг/м^3 . Один із таких пікових показників був зафіксований у 2020 році на перехресті проспекту Свободи та площі Міцкевича, де рівень СО суттєво перевищив нормативний ліміт.

Водночас, починаючи з 2020 року, відзначається позитивна динаміка щодо зменшення кількості випадків перевищення ГДК. Це може свідчити про поступове покращення якості атмосферного повітря у центральних районах міста. Така тенденція є обнадійливою в контексті зусиль, спрямованих на зниження впливу автотранспорту на довкілля.

Попри позитивну динаміку останніх років, систематичні перевищення гранично допустимих концентрацій СО продовжують свідчити про серйозність проблеми, пов'язаної з цим типом забруднення. Для збереження та посилення наявних поліпшень необхідне продовження безперервного моніторингу, а також впровадження ефективних заходів з контролю та зменшення викидів. До таких заходів належать: розвиток сталої мобільності, підвищення рівня екологічної обізнаності громадськості, посилення регуляторного нагляду за джерелами викидів.

Хронічний вплив підвищених концентрацій СО становить значну загрозу для здоров'я людини, зокрема може спричинити порушення функціонування дихальної системи та серцево-судинні захворювання.

Органи державної влади, місцевого самоврядування та інші зацікавлені сторони мають визначити зниження викидів СО як пріоритетну задачу. До ключових напрямів слід віднести підтримку відновлюваних джерел енергії, модернізацію промислових процесів, впровадження екологічно чистого транспорту. Регулярний контроль за дотриманням екологічних нормативів та забезпечення прозорості екологічного моніторингу мають вирішальне значення для ефективного реагування на цю екологічну загрозу.

4.3.2. Оксид азоту (NO)

Оксид азоту (NO) є простою газоподібною молекулою, що складається з одного атома азоту та одного атома кисню, з'єднаних подвійним зв'язком і має неспарений електрон. Унаслідок цього NO класифікується як вільний радикал, що надає йому високої хімічної реактивності. При кімнатній температурі це безбарвний газ із характерним різкуватим солодкуватим запахом.

На біологічному рівні оксид азоту виконує низку важливих фізіологічних функцій в організмі людини. Він синтезується окремими типами клітин і виступає як судинорозширювальний агент, сприяючи розслабленню гладкої мускулатури судин, що, у свою чергу, регулює артеріальний тиск і покращує системний кровотік.

З екологічної точки зору, оксид азоту належить до основних атмосферних забруднювачів. Його утворення переважно відбувається внаслідок процесів згоряння — зокрема, в двигунах внутрішнього згоряння, на електростанціях і на промислових підприємствах. NO відіграє ключову роль у формуванні вторинних забруднювачів — таких як фотохімічний смог, приземний озон і кислотні дощі, що справляють шкідливий вплив на здоров'я людини, стан повітряного середовища, рослинність та екосистеми загалом ⁶²³.

NO разом з іншими оксидами азоту (NO_x) класифікується як атмосферний забруднювач, що підлягає нормативному регулюванню через його негативний вплив на довкілля та здоров'я населення. Згідно з чинними нормативами, ГДК оксиду азоту встановлена на рівні 0,4 мг/м³.

У межах екологічного моніторингу, проведеного на перехрестях центральної частини міста Львова, було здійснено аналіз рівнів викидів оксиду азоту за 2020 та 2023 роки. Вимірювання дали змогу оцінити просторово-часову динаміку цього показника у транспортно навантажених зонах. Відповідні дані, а також перелік перехресть, на яких проводилися спостереження, представлені в таблиці 7.

⁶²³ Bosch S. Unerwartete Kohlenmonoxid-Gefahren. Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2016. P. 114-117.

Таблиця 7

Результати вимірювань вмісту NO в атмосферному повітрі центральної частини м. Львова

№	Місцезнаходження об'єкта	Назва забруднюючої речовини	М.р. ГДК мг/м ³	2020 рік					2023 рік		
				I кварта л	II кварта л	III кварта л	I кварта л	I кварта л	II кварта л	III кварта л	IV кварта л
1	Пр. Чорновола-вул. Городоцька	Азоту оксид	0.4	0.233	0.149	0.181	0.183	0.247	0.263	0.191	0.221
2	Пр. Свободи-вул. Дорошенка	Азоту оксид	0.4	0.155	0.143	0.170	0.189	-	-	-	-
3	Пр. Свободи - вул. П. Беринди	Азоту оксид	0.4	0.181	0.088	0.161	0.369	-	-	-	-
4	Пр. Свободи - пл. Міцкевича	Азоту оксид	0.4	0.288	0.121	0.178	0.163	-	-	-	-
5	Вул. Личаківська - вул. Винниченка - пл. Митна	Азоту оксид	0.4	0.281	0.140	0.178	0.201	-	-	-	-
6	Вул. Листопадового Чину - вул. Університетськ а	Азоту оксид	0.4	0.257	0.120	0.219	0.256	-	-	-	-
7	Вул. Січових Стрільців - вул.Гнатюка	Азоту оксид	0.4	0.212	0.169	0.201	0.173	0.144	0.156	0.137	0.154
8	Пр. Чорновола - вул. Під Дубом Пл. Осмомисла	Азоту оксид	0.4	0.251	0.165	0.246	0.251	0.287	0.252	0.201	0.261
9	- вул. Гавришкевича-вул. Краківська	Азоту оксид	0.4	0.256	0.188	0.238	0.211	0.145	0.189	0.149	0.177
10	Вул. Підвальна - вул. Руська	Азоту оксид	0.4	0.170	0.148	0.164	0.166	-	-	-	-

Узагальнений аналіз даних свідчить, що концентрації NO на всіх досліджених транспортних перехрестях центральної частини Львова протягом досліджуваного періоду залишалися нижчими за встановлену ГДК (0,4 мг/м³). Водночас результати деяких кварталів 2023 року демонструють підвищені рівні порівняно з аналогічними кварталами 2020 року, що може свідчити про тенденцію до поступового зростання рівня забруднення.

Інформація, надана Управлінням екології та природних ресурсів, базується на результатах моніторингових спостережень за вмістом NO у повітрі. Візуалізацію просторово-часового розподілу концентрацій оксиду азоту на транспортних вузлах центральної частини Львова у період з 2016 по 2023 роки представлено на рисунку 13.

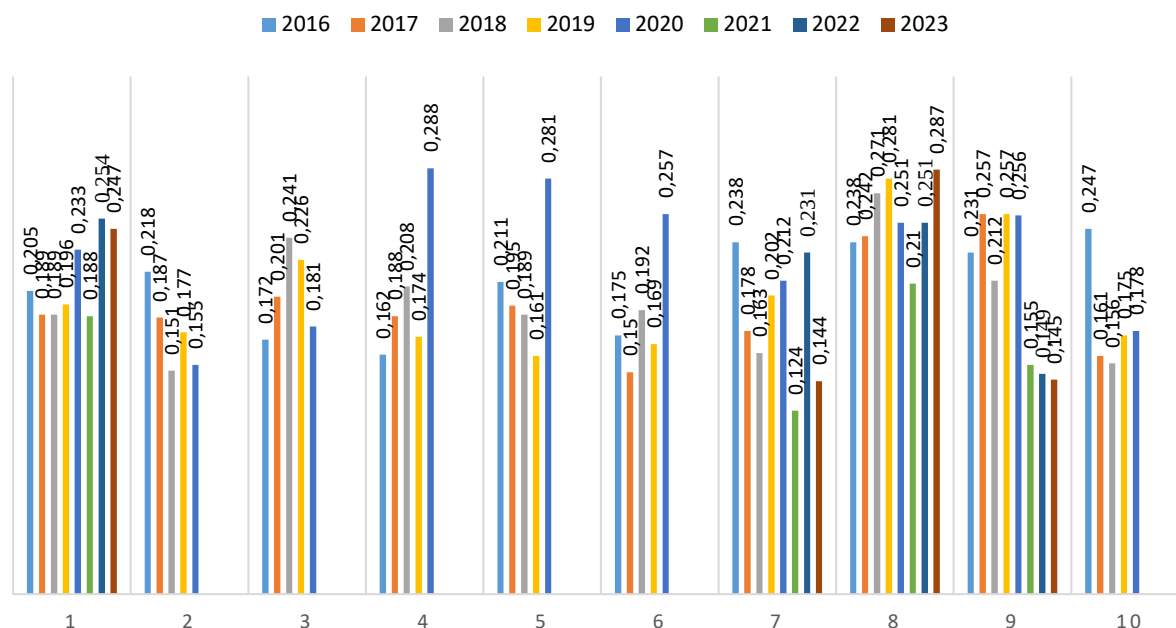


Рисунок 13. Динаміка викиду оксиду азоту у центральній частині м. Львова, 2016-2023 роки, мг/м^3 : 1- перехрестя пр. Чорновола та вул. Городоцької; 2 – перехрестя пр. Свободи та вул. Дорошенка; 3 – перехрестя пр. Свободи та вул. Беринди; 4 – пр. Свободи – пл. Міцкевича; 5 – вул. Личаківська – вул. Винниченка – пл. Митна; 6 – вул. Листопадового Чину – вул. Університетська; 7 – вул. Січових Стрільців – вул. Гнатюка; 8 – пр. Чорновола – вул. Під. Дубом; 9 – пл. Осмомисла – вул. Гавришкевича – вул. Краківська; 10 - вул. Підвальна – вул. Руська.

З аналізу даних (рис. 13) випливає, що хоча концентрації NO протягом періоду моніторингу не перевищували ГДК, простежується тенденція до зростання його рівнів. Це викликає занепокоєння, оскільки може свідчити про збільшення впливу джерел емісій – зокрема зростання інтенсивності транспортного потоку у центральній частині міста, підвищення промислової активності або збільшення чисельності населення Львова.

Незважаючи на загальний прогрес у технологіях очищення вихлопних газів, особливо в легкових гібридних і електричних авто, загальний рівень викидів NO в атмосферу залишається високим. Це, ймовірно, пов'язано з технічним станом громадського транспорту. Проведений аналіз складу автопарку свідчить, що значна частина маршрутних автобусів і міських автобусів працює на застарілих дизельних двигунах внутрішнього згоряння, які не відповідають сучасним екологічним стандартам. Візуальні спостереження під час руху таких транспортних засобів підтверджують інтенсивне забруднення – викиди видно неозброєним оком.

Таким чином, старий громадський автопарк є одним із ключових джерел забруднення атмосферного повітря у місті. Відсутність системної модернізації транспорту та використання морально застарілих технологій призводить до підвищеного екологічного навантаження на міське середовище та створює ризики для здоров'я населення.

Для подолання цієї проблеми необхідно розробити й реалізувати комплексну програму оновлення громадського транспорту. Насамперед ідеться про поступовий перехід на екологічно чисті технології. Це дозволить суттєво скоротити обсяги викидів NO та інших забруднювачів.

Слід зауважити, що у 2023 році внаслідок повномасштабної війни та спричинених нею перебоїв в енергопостачанні було зафіксовано відсутність даних на ряді транспортних вузлів

Львова. Це значно ускладнило проведення комплексного просторово-часового аналізу концентрацій NO та обмежило достовірність висновків щодо динаміки забруднення.

Одним із чинників, що посилюють забруднення повітря, є зростання кількості дизельних транспортних засобів. Їхня експлуатація спричиняє викиди оксидів азоту та зважених частинок, наслідки яких мають суперечливий характер для здоров'я населення. Попри те, що результати моніторингу якості повітря у Львові здебільшого не перевищують встановлених гранично допустимих концентрацій, зберігається ризик негативного впливу довготривалого накопичення забруднювачів у міському середовищі.

Ця ситуація загострюється з огляду на структурні особливості країн, що розвиваються, таких як Україна. Зокрема, типові для урбанізованих регіонів тенденції – приріст населення, збільшення загального обсягу автотранспорту, популяризація великогабаритних дизельних автомобілів – ускладнюють підтримання стабільної якості повітря. Аналогічні процеси спостерігалися в низці країн Європи у 1980–1990-х роках, коли активна моторизація міських просторів призвела до значного зростання рівнів атмосферного забруднення⁶²⁴.

У зв'язку з цим надзвичайно важливим залишається продовження систематичного моніторингу концентрацій оксиду азоту (NO) та впровадження ефективних заходів зі скорочення його викидів. Це є необхідною умовою для утримання рівнів забруднення в межах допустимих норм, адже тривалий вплив навіть помірно підвищених концентрацій може мати серйозні негативні наслідки як для здоров'я населення, так і для екологічного стану довкілля.

Оксид азоту є хімічною сполукою, що поєднує у собі як біологічну функціональність, так і потенційну токсичність. Він відіграє важливу роль у ряді фізіологічних процесів, включаючи судинну регуляцію, однак при надмірному надходженні в атмосферу виступає шкідливим агентом, що сприяє розвитку патологій та деградації екосистем.

Тому розуміння механізмів дії оксиду азоту, джерел його походження, а також як позитивних, так і негативних ефектів є критично важливим для розробки збалансованих стратегій, що дозволяють ефективно використовувати його корисні властивості, мінімізуючи при цьому загрозу для довкілля та здоров'я людей⁶²⁵.

4.3.3. Діоксид азоту (NO₂)

Діоксид азоту (NO₂) належить до групи високореактивних сполук, відомих як оксиди азоту (NO_x). До цієї групи також входять, зокрема, NO та інші похідні, включно з азотною кислотою. У практиці екологічного моніторингу саме NO₂ часто використовується як індикатор загального рівня забруднення оксидами азоту.

З хімічної точки зору, діоксид азоту є сильним окисником, який активно взаємодіє з неметалами. У присутності води він вступає в реакцію з утворенням азотної кислоти, тоді як у лужному середовищі формує нітрати та нітрити. Завдяки високій щільності NO₂ є важчим за повітря, тому при охолодженні може осідати в нижні шари атмосфери, навіть якщо був викинутий на значній висоті (наприклад, з димових труб промислових підприємств).

Основним джерелом надходження діоксиду азоту в атмосферу є процеси спалювання палива. Найбільший внесок забезпечують автомобільний і вантажний транспорт, автобуси, а також викиди від електростанцій і промислових об'єктів.

⁶²⁴ Petersen R. M. Stickoxid-Probleme: Kollateralschäden der Klimapolitik? *GAIA-Ecological Perspectives for Science and Society*. 2017. 26(3). 225.

⁶²⁵ Bosch S. Unerwartete Kohlenmonoxid-Gefahren. Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2016. P. 114-117.

NO₂ чинить шкідливий вплив на біоту та довкілля. Зокрема, для рослин характерним є пожовтіння листя й хвої, спричинене окисненням хлорофілу, руйнуванням клітинних мембран і розвитком некрозів. Це супроводжується втратою забарвлення, в'яненням квіток, припиненням росту, зниженням життєздатності та репродуктивної здатності рослин^{626 627}.

NO₂ є газом із вираженими токсичними властивостями, який чинить подразнювальну дію на слизові оболонки дихальних шляхів та органи зору. Як один із ключових прекурсорів озону та дрібнодисперсних твердих частинок (PM_{2,5}), NO₂ посідає важливе місце у сфері сучасної екологічної медицини. Встановлено, що тривалий вплив підвищених концентрацій цього забруднювача може призводити до серйозних хронічних порушень здоров'я.

В атмосфері діоксид азоту вступає в окиснювальні реакції з утворенням нітритів і нітратів, які взаємодіють із водяною парою та в результаті випадають у вигляді кислотних дощів. Такі атмосферні опади пошкоджують кутикулу листя, послаблюють захисні механізми рослин, роблячи їх більш вразливими до фітопатогенів і шкідників. Паралельно з цим підвищується кислотність ґрунту, що негативно впливає на мікробіологічну активність, зокрема на життєдіяльність азотфіксувальних бактерій і мікоризних грибів. Це, у свою чергу, сприяє вивільненню й міграції токсичних важких металів, таких як алюміній, свинець та ртуть.

Крім того, NO₂ відіграє важливу роль у фотохімічних процесах, що призводять до утворення тропосферного озону – вторинного забруднювача, який завдає шкоди рослинам. Ураження проявляються у вигляді некрозів, хлорозів, пригнічення росту, зниження генеративної активності, передчасного опадання листя й, у крайніх випадках, загибелі рослин.

Для оцінки рівнів NO₂ в атмосфері встановлено граничне значення 0,2 мг/м³. Моніторинг дозволив провести аналіз викидів NO₂, порівнюючи дані за 2020 та 2023 роки. Дані про викиди, а також назви перехресть, на яких проводився моніторинг, зареєстровані на кожному перехресті протягом двох досліджуваних років, 2020 та 2023 років представлені в таблиці 8.

Таблиця 8

Результати вимірювань вмісту NO₂ в атмосферному повітрі центральної частини м. Львова

№	Місцезнаходження об'єкта	Назва забруднюючої речовини	М.р. ГДК мг/м ³	2020 рік				2023 рік			
				I кварта л	II кварта л	III кварта л	IV кварта л	I кварта л	II кварта л	III кварта л	IV кварта л
1	Пр. Чорновола- вул. Городоцька	Азоту діоксид	0.2	0.250	0.163	0.198	0.210	0.233	0.281	0.204	0.209
2	Пр. Свободи- вул. Дорошенка	Азоту діоксид	0.2	0.169	0.150	0.189	0.202	-	-	-	-
3	Пр. Свободи - вул. П. Беринди	Азоту діоксид	0.2	0.197	0.102	0.175	0.305	-	-	-	-
4	Пр. Свободи - пл. Міцкевича	Азоту діоксид	0.2	0.303	0.135	0.192	0.178	-	-	-	-
5	Вул. Личаківська - вул. Винниченка - пл. Митна	Азоту діоксид	0.2	0.305	0.156	0.199	0.268	-	-	-	-

⁶²⁶ Grzegorek K. Wie gefährlich ist Stickstoffdioxid?. *Pneumo News*. 2017. 9(5). 56.

⁶²⁷ Невидима шкода: вплив діоксиду азоту на навколишнє середовище та здоров'я людини. URL: <https://ezupilska-gromada.gov.ua/news/1706699533/>.

РОЗДІЛ 2. ХІМІЧНА, РАДІАЦІЙНА ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА В УМОВАХ ВІЙНИ ТА ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ

№	Місцезнаходження об'єкта	Назва забруднюючої речовини	М.р. ГДК мг/м ³	2020 рік				2023 рік			
				I кварта л	II кварта л	III кварта л	IV кварта л	I кварта л	II кварта л	III кварта л	IV кварта л
6	Вул. Листопадового Чину - вул. Університетська	Азоту діоксид	0.2	0.271	0.132	0.237	0.270	-	-	-	-
7	Вул. Січових Стрільців - вул. Гнатюка	Азоту діоксид	0.2	0.233	0.182	0.218	0.197	0.125	0.137	0.118	0.131
8	Пр. Чорновола - вул. Під Дубом Пл. Осмомисла	Азоту діоксид	0.2	0.271	0.189	0.305	0.206	0.259	0.234	0.196	0.232
9	- вул. Гавришкевича-вул. Краківська	Азоту діоксид	0.2	0.269	0.207	0.257	0.226	0.129	0.167	0.133	0.160
10	Вул. Підвальна - вул. Руська	Азоту діоксид	0.2	0.187	0.162	0.183	0.185	-	-	-	-

Узагальнені дані, представлені в таблиці 8, свідчать про те, що на низці транспортних перехресть у центральній частині Львова концентрації діоксиду азоту (NO₂) часто перевищували встановлену гранично допустиму концентрацію, яка становить 0,2 мг/м³. Особливо критичним виявився період другого кварталу 2023 року, коли спостерігалися найбільш тривожні рівні забруднення.

Згідно з інформацією, наданою станціями моніторингу, найвищі концентрації NO₂ зафіксовано на таких перехрестях, як проспект Чорновола – вул. Городоцька, проспект Свободи – вул. Беринди, та проспект Чорновола – вул. Під Дубом. На цих ділянках перевищення ГДК носить майже системний характер, що свідчить про сталу екологічну проблему.

Водночас, на деяких інших перехрестях, навпаки, зафіксовано тенденцію до зниження рівнів забруднення. Зокрема, йдеться про ділянки вул. Січових Стрільців – вул. Гнатюка та пл. Осмомисла – вул. Гавришкевича, де концентрації NO₂ демонструють спад у порівнянні з попередніми роками.

Виявлення й усунення основних джерел викидів – таких як інтенсивний транспортний рух, локальні промислові об'єкти, а також урахування впливу несприятливих метеорологічних умов – є ключовим завданням для покращення якості повітря в місті та забезпечення належного рівня захисту здоров'я мешканців.

Графічну інтерпретацію просторово-часової динаміки концентрацій NO₂ на транспортних вузлах центральної частини Львова за період з 2016 по 2023 рік подано на рисунку 14.

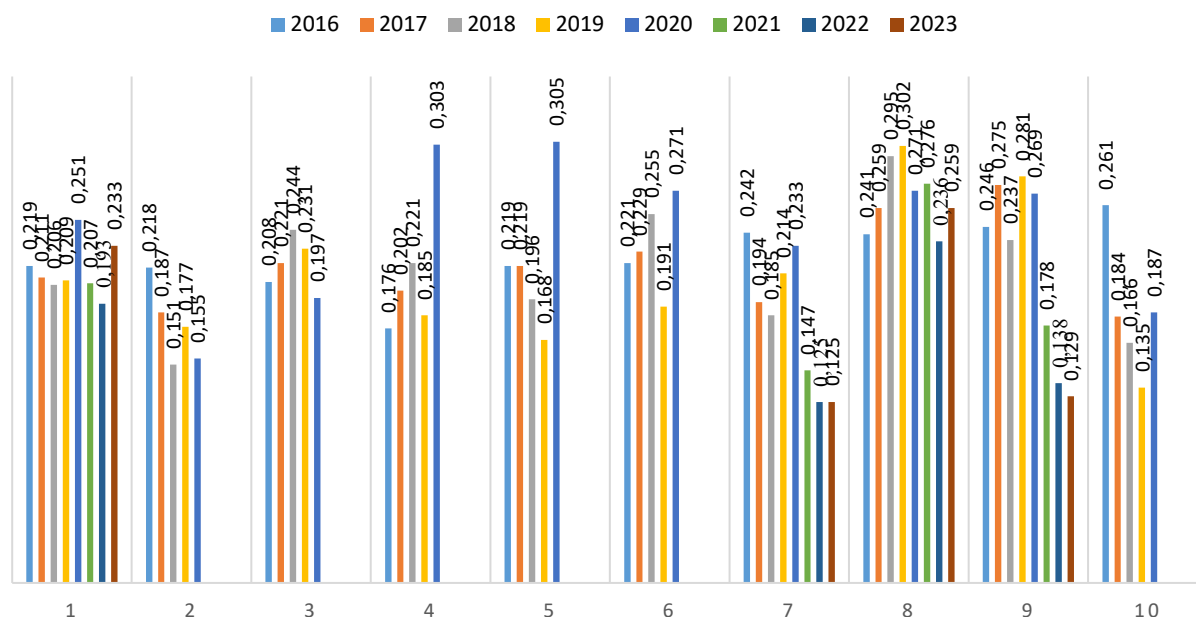


Рисунок 14. Динаміка викиду діоксиду азоту у центральній частині м. Львова, 2016-2023 роки, мг/м³: 1 – перехрестя пр. Чорновола та вул. Городоцької; 2 – перехрестя пр. Свободи та вул. Дорошенка; 3 – перехрестя пр. Свободи та вул. Беринди; 4 – пр. Свободи – пл. Міцкевича; 5 – вул. Личаківська – вул. Винниченка – пл. Митна; 6 – вул. Листопадового Чину – вул. Університетська; 7 – вул. Січових Стрільців – вул. Гнатюка; 8 – пр. Чорновола – вул. Під. Дубом; 9 – пл. Осмомисла – вул. Гавришкевича – вул. Краківська; 10 - вул. Підвальна – вул. Руська

Результати аналізу графічних даних свідчать, що на більшості транспортних перехресть центральної частини Львова рівні NO₂ перевищували ГДК. Згідно з даними моніторингових станцій, на окремих ділянках такі перевищення мали систематичний характер, що викликає обґрунтоване занепокоєння щодо стану атмосферного повітря в цих зонах.

Разом з тим, на деяких перехрестях спостерігається позитивна динаміка – зниження концентрацій NO₂ у повітрі. Зокрема, це стосується перетину вул. Січових Стрільців і вул. Гнатюка, а також пл. Осмомисла та вул. Гавришкевича, де зафіксовано зменшення рівня забруднення порівняно з попередніми періодами.

Такий неоднорідний просторовий розподіл свідчить про необхідність застосування локалізованих заходів екологічного управління для ліквідації так званих «гарячих точок» – зон із хронічним перевищенням нормативів. Визначення першопричин підвищеного забруднення – таких як інтенсивність дорожнього руху, локальні джерела промислових викидів або несприятливі метеоумови – є критично важливим для формування ефективних стратегій з покращення якості повітря.

4.3.4. Сірчистий ангідрид (SO₂)

Сірчистий ангідрид (діоксид сірки, SO₂) є важким газом із високою щільністю, який при контакті з атмосферним повітрям утворює характерні видимі пари. За температури -10,1°C він переходить у рідкий стан, утворюючи безбарвну рідину, густішу за воду. SO₂ добре розчиняється у воді з утворенням сірчистої кислоти (H₂SO₃), а також має високу розчинність у багатьох органічних розчинниках – зокрема в спиртах, ефірах і бензолі.

Хоча сам діоксид сірки не є горючим, за певних умов його пари можуть утворювати вибухонебезпечні суміші з повітрям. На промисловому рівні SO₂ широко використовується для синтезу сірчаної кислоти (H₂SO₄), сульфатів та інших сполук сірки. Він також застосовується у виробництві паперу, текстилю, як дезінфікуючий засіб у різних технологічних процесах.

Крім промислових цілей, діоксид сірки використовується як харчовий консервант, зокрема у виноробстві, а також для обробки фруктів та овочів, з метою запобігання їх псуванню. Завдяки своїм фізико-хімічним властивостям, рідкий SO₂ використовується як холодоагент і технічний розчинник⁶²⁸.

SO₂ є небезпечним атмосферним забруднювачем, відомим своєю здатністю подразнювати слизові оболонки органів дихання, очей та інші біологічні тканини. Відповідно до чинних нормативів, ГДК SO₂ в атмосферному повітрі встановлена на рівні 0,5 мг/м³.

У таблиці 9 подано результати щоквартальних вимірювань рівнів діоксиду сірки на визначених транспортних перехрестях центральної частини міста Львова. Спостереження охоплюють період з 2020 по 2023 рік.

Таблиця 9

Результати вимірювань вмісту SO₂ в атмосферному повітрі центральної частини м. Львова.

№	Місцезнаходження об'єкта	Назва забруднюючої речовини	М.р. ГДК мг/м ³	2020 рік				2023 рік			
				I кварта л	II кварта л	III кварта л	IV кварта л	I кварта л	II кварта л	III кварта л	IV кварта л
1	Пр. Чорновола - вул. Городоцька	Ангідрид сірчистий	0.5	0.144	0.074	0.083	0.091	0.104	0.121	0.089	0.114
2	Пр. Свободи - вул. Дорошенка	Ангідрид сірчистий	0.5	0.101	0.069	0.079	0.089	-	-	-	-
3	Пр. Свободи - вул. П. Беринди	Ангідрид сірчистий	0.5	0.115	0.042	0.085	0.169	-	-	-	-
4	Пр. Свободи - пл. Міцкевича	Ангідрид сірчистий	0.5	0.176	0.057	0.090	0.092	-	-	-	-
5	Вул. Личаківська - вул. Винниченка - пл. Митна	Ангідрид сірчистий	0.5	0.156	0.070	0.091	0.175	-	-	-	-
6	Вул. Листопадового Чину - вул. Університетська	Ангідрид сірчистий	0.5	0.129	0.061	0.106	0.131	-	-	-	-
7	Вул. Січових Стрільців - вул. Гнатюка	Ангідрид сірчистий	0.5	0.126	0.093	0.099	0.103	0.066	0.071	0.062	0.079
8	Пр. Чорновола - вул. Під Дубом	Ангідрид сірчистий	0.5	0.136	0.102	0.127	0.132	0.102	0.107	0.102	0.111
9	Пл. Осмомисла - вул. Гавришкевича - вул. Краківська	Ангідрид сірчистий	0.5	0.141	0.098	0.122	0.160	0.065	0.058	0.051	0.091
10	Вул. Підвальна - вул. Руська	Ангідрид сірчистий	0.5	0.088	0.078	0.089	0.018	-	-	-	-

⁶²⁸ Чим небезпечний сірчистий ангідрид. Уніан.юа. 2015. URL: <https://www.unian.ua/health/regnews/1118309-chim-nebezpechniy-sirchistiy-angidrid-riven-yakogo-v-kievi-znachno-perevischue-normu.html>.

Згідно з результатами щоквартального моніторингу атмосферного повітря за 2020 та 2023 роки, концентрації SO₂ на основних транспортних перехрестях у центральній частині Львова залишалися в межах допустимих значень, не перевищуючи встановлену ГДК 0,5 мг/м³.

Найвищий зафіксований рівень SO₂ протягом аналізованого періоду становив 0,175 мг/м³ на перетині вул. Личаківської, вул. Винниченка та площі Митної у IV кварталі 2020 року. Водночас, найнижча концентрація була зареєстрована на перехресті вул. Листопадового Чину та вул. Університетської у II кварталі того ж року та становила 0,061 мг/м³.

Попри стабільність показників, що не перевищують норматив, підтримання належного рівня якості повітря потребує постійного моніторингу та впровадження профілактичних заходів. Контроль за джерелами викидів та регулярна оцінка екологічних умов дозволяють запобігати можливому накопиченню забруднювальних речовин і забезпечити збереження сприятливого стану атмосферного повітря в центральних районах Львова.

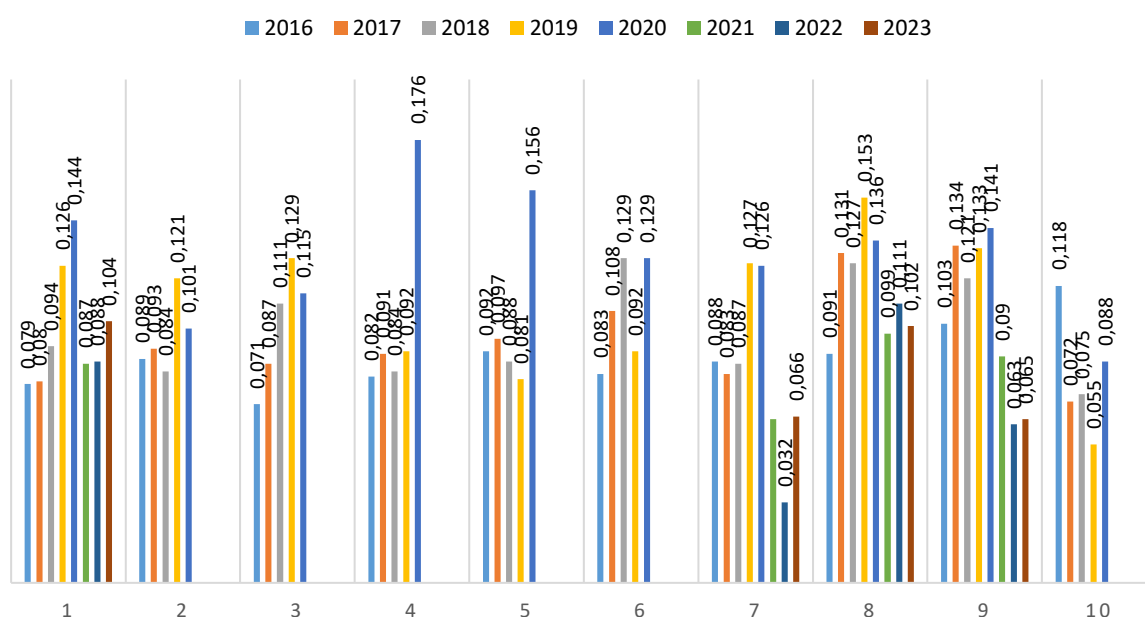


Рисунок 15. Динаміка викиду ангідриду сірчистого у центральній частині м. Львова, 2016-2023 роки, мг/м³: 1- перехрестя пр. Чорновола та вул. Городоцької; 2 – перехрестя пр. Свободи та вул. Дорошенка; 3 – перехрестя пр. Свободи та вул. Беринди; 4 – пр. Свободи – пл. Міцкевича; 5 – вул. Личаківська – вул. Винниченка – пл. Митна; 6 – вул. Листопадового Чину – вул. Університетська; 7 – вул. Січових Стрільців – вул. Гнатюка; 8 – пр. Чорновола – вул. Під. Дубом; 9 – пл. Осмомисла – вул. Гавришкевича – вул. Краківська; 10 - вул. Підвальна – вул. Руська

Попри те, що рівні SO₂ у центральній частині Львова протягом усього періоду моніторингу залишалися в межах встановлених нормативів, забезпечення стабільної якості атмосферного повітря потребує подальшого посиленого нагляду. Вкрай важливо продовжувати регулярний моніторинг і впроваджувати додаткові заходи для підтримання високих стандартів чистоти повітря.

До таких заходів слід віднести: оптимізацію вже існуючих програм екологічного моніторингу, впровадження інноваційних технологій зниження викидів забруднювальних речовин, а також активну взаємодію органів влади з підприємствами і громадськістю для формування єдиної екологічної політики. Підтримання якісного стану повітря є критично важливим для захисту здоров'я населення та досягнення цілей сталого розвитку міського середовища.

Безперервний контроль за рівнем забруднення та своєчасне реагування на потенційні екологічні виклики дозволять Львову формувати здоровіше, безпечніше та екологічно стійке середовище – як для мешканців, так і для гостей міста. Досягнення цієї мети потребує скоординованих зусиль усіх зацікавлених сторін: органів місцевого самоврядування, промислового сектору та громадянськості.

5. ШЛЯХИ ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Проблема викидів від мобільних джерел не обмежується лише якістю пального. Одним із пріоритетів екологічної політики має стати зменшення транспортного навантаження, особливо в центральній частині Львова. Комплексне вирішення цього питання потребує багаторівневого підходу, що охоплює інфраструктурні, технологічні, регуляторні й освітні інструменти.

До ефективних заходів можна віднести:

- Модернізація громадського транспорту – стимулювання використання автобусів, трамваїв, тролейбусів і приміських поїздів дозволяє зменшити кількість приватних авто, що, у свою чергу, сприяє зниженню викидів шкідливих речовин.

- Розвиток активних видів пересування – інвестування в інфраструктуру для пішоходів і велосипедистів, а також запровадження політик на користь сталого пересування сприяє зниженню автозалежності.

- Оптимізація трафіку та просторове планування – запровадження платних зон, смуг для транспорту з високою пасажиронавантаженістю, реконфігурація дорожньої мережі та ефективне міське планування здатні зменшити час простою автотранспорту й загальну інтенсивність викидів.

- Стимулювання електротранспорту та гібридів – створення інфраструктури для зарядки та державна підтримка екологічно чистих авто є стратегічно важливими для скорочення викидів у міському середовищі.

- Контроль за технічним станом транспорту – запровадження сучасних стандартів викидів і обов'язкових перевірок дозволить ефективно виявляти й виводити з експлуатації транспорт із наднормативним рівнем забруднення.

- Екопросвіта та формування відповідальної поведінки – підвищення обізнаності населення щодо впливу автотранспорту на довкілля сприяє переходу до більш сталих моделей пересування.

Реалізація цих заходів має спиратися на тісну взаємодію між органами влади, промисловістю, науковцями та громадянськістю. Важливо, щоб впровадження екологічно дружніх транспортних рішень супроводжувалося також вдосконаленням систем контролю – зокрема, застосуванням технологій очищення вихлопних газів (сажових фільтрів, SCR-систем), які дозволяють значно зменшити викиди ще на стадії їх формування.

Крім того, раціональне міське планування, спрямоване на зниження заторів і зменшення часу холостого ходу транспорту, також відіграє важливу роль у зниженні викидів. Усе це має сприяти створенню здоровішого, безпечнішого й екологічно стійкого міського середовища як для жителів, так і для гостей Львова.

6. ВИСНОВКИ

Львів – один із провідних культурних, історичних та економічних центрів західної України — водночас зіштовхується з серйозними викликами, пов'язаними зі станом атмосферного повітря, особливо в центральних районах міста. Низка досліджень, зокрема аналіз концентрацій основних забруднювальних речовин – CO, NO, NO₂, а також SO₂ – свідчать про наявність низки критичних екологічних проблем.