



Ukrainian Journal of Natural Sciences
№ 13
Український журнал природничих наук
№ 13

ISSN: 2786-6335 print
ISSN: 2786-6343 online

УДК 614.71:504.06:551.5

DOI <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.13.2025.33>

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМ ПРОГНОЗУВАННЯ ТА РЕГУЛЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ЗА НЕСПРИЯТЛИВИХ МЕТЕОРОЛОГІЧНИХ УМОВ

К. В. Белоконь¹, І. М. Пірогова², М. С. Мальований³, Б. М. Комариста⁴

У статті розглянуто проблематику прогнозування та регулювання рівня забруднення повітря міста Запоріжжя під час несприятливих метеоумов (НМУ). Місто Запоріжжя має повний комплекс важкої металургії та перебуває в кліматичних умовах, для яких характерні НМУ розсіювання шкідливих речовин, що призводить до накопичування викидів підприємств у житлових районах. Натеper нагальною проблемою в місті є погіршення якості повітря. Рівень забруднення атмосферного повітря в період НМУ збільшується в рази і досягає пікових річних значень. У поєднанні зі спекотливим температурним режимом цей вплив завдає шкоди здоров'ю населення. Виявлено надзвичайно високий рівень впливу викидів промислових підприємств на органи дихання

¹ кандидат технічних наук, доцент,
заступник директора з наукової роботи
Інженерного навчально-наукового інституту ім. Ю.М. Потебні,
доцент кафедри металургійних технологій, екології та техногенної безпеки за сумісництвом
(Запорізький національний університет, м. Запоріжжя)
e-mail: kv.belokon@gmail.com
ORCID: 0000-0003-2000-4052

² заступник директора
Департаменту захисту довкілля Запорізької обласної державної адміністрації
(Запорізька обласна державна адміністрація, м. Запоріжжя)
e-mail: iryna.pirohova@gmail.com
ORCID: 0009-0007-3335-3063

³ доктор технічних наук, професор,
завідувач кафедри екології та збалансованого природокористування
Інституту сталого розвитку імені В'ячеслава Чорновола
(Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів)
e-mail: myroslav.mal@gmail.com
ORCID: 0000-0002-3868-1070

⁴ кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри штучного інтелекту
Навчально-наукового інституту прикладного системного аналізу
(Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ)
e-mail: angel2nika@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9542-6597

та зору, високий рівень індексів небезпеки щодо серцево-судинної та імунної систем. На середньому рівні знаходиться вплив на вроджені дефекти розвитку, центральну нервову систему, кров, паренхіматозні органи. Критичну роль у регулюванні викидів та організації контролю відіграє відсутність зворотного зв'язку з боку підприємств-забруднювачів – про конкретні вжиті заходи щодо скорочення викидів у періоди НМУ. Регулювання якості повітря в період НМУ здійснюється винятково в межах заходів, передбачених дозволами на викиди лише частини підприємств (45 підприємств), які ввійшли в перелік підприємств, що мають виконувати заходи щодо охорони атмосферного повітря за НМУ, згідно з Рішенням № 263 Запорізької міської ради. У місті відсутнє оперативне інформування та сповіщення населення про періоди високого рівня забруднення, рекомендації про попереджувальні та запобіжні дії. У роботі підтверджено необхідність приведення нормативно-правових актів КД 52.9.4.01-09 «Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України» та РД 52.04.52-85 Методичні вказівки «Регулювання викидів при несприятливих метеорологічних умовах» у відповідність до чинної дозвільної системи. Запропоновано можливі короткострокові та стратегічні управлінські рішення щодо прогнозування та регулювання забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя за НМУ.

Ключові слова: метеорологічні умови, атмосферне повітря, рівні забруднення, промислові викиди, розсіювання, концентрація, прогнозування, регулювання, дозвіл на викиди, моніторинг, промислові підприємства.

IMPROVING SYSTEMS FOR FORECASTING AND REGULATING ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN THE CITY OF ZAPORIZHZHIA UNDER UNFAVORABLE METEOROLOGICAL CONDITIONS

K. V. Bielokon, I. M. Pirohova, M. S. Malovanyi, B. M. Komarysta

The article examines the problem of forecasting and regulating air pollution levels in the city of Zaporizhzhia during unfavorable meteorological conditions (UMC). Zaporizhzhia, a city with a full range of heavy metallurgical industries, lies in climatic zones prone to UMC, which hinder the dispersion of harmful substances, leading to the accumulation of industrial emissions in residential areas. Currently, a pressing problem in the city is the deterioration of air quality. The level of atmospheric air pollution during UMC increases significantly and reaches peak annual values. In combination with the hot temperature regime, this impact harms the health of the population. An extreme impact of industrial emissions on the respiratory and visual organs has been identified, as well as a high level of hazard indices concerning the cardiovascular and immune systems. The impact on congenital developmental disorders, the central nervous system, blood, and parenchymal organs is at an average level. A critical role in regulating emissions and organizing control is played by the lack of feedback from polluting enterprises regarding specific measures taken to reduce emissions during UMC. Air quality regulation during periods of UMC is carried out exclusively within the framework of measures stipulated by emission permits for only a portion of enterprises (45 enterprises). These enterprises are included in the list required to implement atmospheric air protection measures during UMC, according to Decision No. 263 of the Zaporizhzhia City Council. In the city, there is no prompt system for informing the population about periods of high pollution levels, nor any recommendations regarding precautionary and preventive actions. The study confirms the necessity of aligning the regulatory legal acts KD 52.9.4.01-09 "Methodological Guidelines for Forecasting Meteorological Conditions for the Formation of Air Pollution Levels in Ukrainian Cities" and RD 52.04.52-85 Methodological Guidelines "Regulation of Emissions during Unfavorable Meteorological Conditions" with the existing permitting system. Possible short-term and strategic management solutions are proposed for forecasting and regulating atmospheric air pollution in the city of Zaporizhzhia during UMC.

Key words: meteorological conditions, atmospheric air, pollution levels, industrial emissions, dispersion, concentration, forecasting, regulation, emission permits, monitoring, industrial enterprises.

Вступ

В умовах великих промислових міст рівень забруднення атмосферного повітря залежить не тільки від кількості промислових і транспортних викидів, але й від їх вертикального та горизонтального розсіювання, яке в основному визначається метеорологічними умовами.

Місто Запоріжжя має повний комплекс важкої металургії, розташований на одному територіальному майданчику в центрі міста, до того ж перебуває в кліматичній ситуації, для якої характерні несприятливі метеорологічні умови (далі – НМУ) розсіювання шкідливих викидів (температурні інверсії,

штилі тощо), що призводить до накопичування викидів підприємств у житлових районах. На сайті Українського гідрометорологічного інституту ДСНС України та НАН України (УкрГМІ) (Український гідрометорологічний інститут, 2025) є інформація, що метеорологічний потенціал забруднення атмосфери (МПЗА) у м. Запоріжжі вкрай несприятливий. У місті категорично не можна розмішувати жодного додаткового джерела забруднення – повітряний басейн просто не справляється з таким навантаженням (Савенець та ін., 2019).

Науково-прикладні дослідження, проведені за останнє десятиріччя, підтверджують необхідність невідкладних дій для запобігання катастрофічних наслідків для здоров'я мешканців промислових міст (Toronchenko et al., 2018), спричинених настанням періоду НМУ (Savenets et al., 2022).

Рівень забруднення атмосферного повітря в місті Запоріжжі, який протягом року стабільно перевищує навіть гранично допустимий вміст забруднювальних речовин, у період НМУ збільшується в рази і досягає пікових річних значень. У поєднанні зі спекотливим температурним режимом цей вплив не лише завдає шкоди здоров'ю, але й для деякої частини містян становить пряму загрозу життю (Белоконь та ін., 2023).

Натепер нагальною проблемою у м. Запоріжжі є погіршення якості повітря, що може мати серйозні наслідки для здоров'я населення та стійкості навколишнього середовища. Найбільшими забруднювачами атмосферного повітря у м. Запоріжжі залишаються підприємства чорної та кольорової металургії, теплоенергетики, хімії, машинобудування, харчової промисловості, на які припадає приблизно 90% викидів усіх забруднювальних речовин (Белоконь і Тулушев, 2020). Це такі підприємства, як: ПАТ «Запоріжсталь», ПрАТ «Дніпроспецсталь» (ДСС), АТ «Запорізький завод феросплавів» (ЗФЗ), ПрАТ «Український графіт», ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат», ПрАТ «Запоріжжкокс», ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат» (ЗТМК), ПрАТ «Запоріжжвогнетрив», ПрАТ «Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів», АТ «Мотор Січ», ТОВ «Запорізький ливарно-механічний завод» (ЗЛМЗ) та інші. Розподіл балансу викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря м. Запоріжжя наведено на рис. 1.

Моніторинг за станом атмосферного повітря проводиться Державною установою «Запорізький обласний центр контролю та

профілактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України» (ДУ «Запорізький ОЦКПХ МОЗ України») та Запорізьким обласним центром з гідрометеорології (ЗЦГМ).

Згідно з даними, наданими Запорізьким обласним центром з гідрометеорології та ДУ «Запорізький ОЦКПХ МОЗ України», систематично фіксується вміст забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, що в рази перевищують значення гранично-допустимих концентрацій. Впродовж 2024 року лабораторіями ДУ «Запорізький ОЦКПХ МОЗ України» відібрано 2956 проб атмосферного повітря, з них у 476 виявлені перевищення максимально разових концентрацій забруднювальних речовин, відсоток відхилення від нормативних показників – 16,1%. Найбільші перевищення гранично-допустимих концентрацій забруднювальних речовин визначалось у Заводському (70% від загальної кількості проб по району), Шевченківському (55,25%), Вознесенівському (28,8%), Дніпровському (21,7%), Олександрівському (25,9%), Комунарському (12,8%) районах м. Запоріжжя. Основний внесок від нормативних показників умісту забруднювальних речовин в атмосферне повітря становили: сірковуглець (35,7%), сірководень (22,3%), фенол (19%), формальдегід (10,3%) (Запорізька міська рада, 2025).

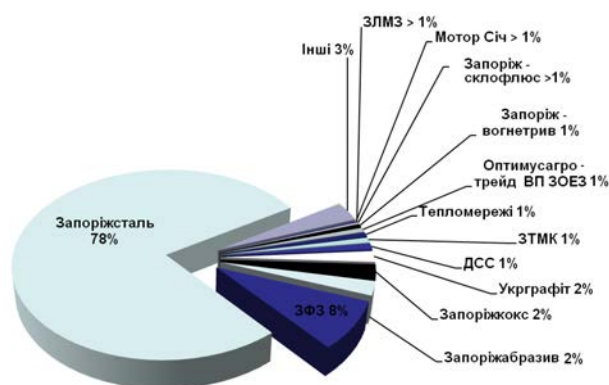


Рис. 1. Розподіл балансу викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря м. Запоріжжя

Над Запоріжжям часто спостерігається жовто-сиза димка смогу, що формується викидами промислових підприємств, сконцентрованих на відносно невеликій території. Цьому також сприяє рельєф місцевості, який являє собою хвилясту рівнину з ярусно-балочною мережею, яка погіршує провітрювання території та умови розсіювання пилогазових викидів.

Основні підприємства міста Запоріжжя розташовані на промисловому майданчику, який знаходиться в північно-східній частині міста. Таким чином, забруднення атмосферного повітря над основними районами міста відбувається за напрямків вітру від північно-західного через північ – до східного. За південного напрямку вітру забруднюється Заводський район, в якому, крім промислових підприємств, також багато житлових будинків та інфраструктурних споруд. Південно-західний та західний вітер сприяє виносу забрудненого повітря за місто. Вітер, швидкість якого 0–4 м/с, забруднює місто незалежно від напрямку.

Отже, в умовах великого промислового мегаполісу розв'язання питань щодо вивчення закономірностей формування навантажень атмосферних забруднень на людину та визначення впливу на здоров'я населення набуває великого значення під час обґрунтування профілактичних заходів (Савенець, 2023, Chugai et al., 2025).

Населення м. Запоріжжя протягом тривалого часу проживає в умовах, несприятливих для його здоров'я (Belokon et al., 2024). Рівень забруднення характеризувався як недопустимий, а ступінь забруднення – як небезпечний. Тобто стан здоров'я населення м. Запоріжжя формувався під довготривалим впливом суттєвого забруднення атмосферного повітря. У м. Запоріжжі немає району, де населення дихало б атмосферним повітрям, якість якого відповідає допустимому рівню.

У роботі (Белоконь та ін., 2023) виконано оцінювання ризику для здоров'я населення від викидів забруднювальних речовин промислових підприємств за хронічного впливу в трьох районах міста Запоріжжя: Заводському, Вознесенівському та Шевченківському. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HQ > 1$) та знаходяться: для формальдегіду та сірководню – на високому рівні; пилу, ангідриду сірчистого, діоксиду азоту, фенолу – на середньому рівні; оксиду вуглецю – на низькому рівні, сірковуглецю – на мінімальному рівні. Ризик для здоров'я експонованого населення є недопустимим майже по всій території міста Запоріжжя.

Результати розрахунків індексів небезпеки (рис. 2) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) для більшості пріоритетних забруднювальних речовин. Виявлено надзвичайно високий вплив на органи дихання ($HI > 24$) та зору ($HI > 9,2$),

високий рівень індексів небезпеки для серцево-судинної системи ($HI > 5,9$), додаткову смертність ($HI > 5,6$), імунну систему ($HI > 7,7$). На середньому рівні знаходиться вплив на вроджені дефекти розвитку ($HI > 4,7$), центральну нервову систему ($HI > 2,2$), кров ($HI > 2,3$), паренхіматозні органи ($HI > 1,3$).

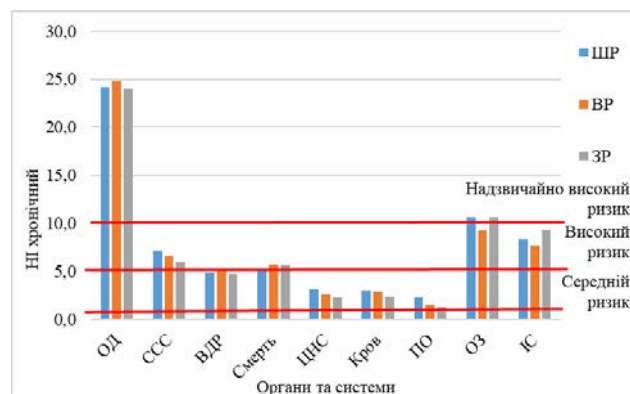


Рис. 2. Хронічні індекси небезпеки в досліджуваних районах міста Запоріжжя

Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки під час оцінення хронічних інгалаційних впливів викидів забруднювальних речовин від промислових підприємств знаходяться на надзвичайно високому рівні (масові скарги населення, виникнення хронічних захворювань): у Заводському районі: $HI = 26,190$; у Вознесенівському районі: $HI = 27,279$; в Шевченківському районі: $HI = 27,362$, Дніпровському районі: $HI = 20,824$.

Основними метеорологічними величинами, які в найбільшому ступені впливають на забруднення атмосферного повітря у м. Запоріжжя, є: напрям та швидкість вітру, температура повітря, синоптична ситуація та попереднє забруднення атмосферного повітря.

Для Запоріжжя характерні несприятливі умови розсіювання шкідливих викидів (температурні інверсії, штилі тощо), що призводить до накопичування викидів підприємств районах міста (Пірогова і Рильський, 2020). Автори робіт (Belokon et al., 2024, Matukhno et al., 2019) показали, що найбільші концентрації забруднювальних речовин спостерігаються в літній період року, особливо в серпні й на початку вересня, що пов'язане зі збільшенням частоти штилів.

Так, Запорізьким обласним центром з гідрометеорології зафіксовано у 2022 році – 23 перевищення максимально-разових ГДК забруднювальних речовин, у 2023 році – 40 перевищень, а протягом 8 місяців 2024 року – 62 перевищення відповідно.

ДУ «Запорізький ОЦКПХ МОЗ України» зафіксовано у 2022 році – 132 перевищення максимально-разових ГДК забруднювальних речовин, у 2023 році – 180 перевищень, протягом 8 місяців 2024 року – 73 перевищень відповідно (Запорізька обласна державна адміністрація, 2025).

При цьому кількість попереджень про НМУ, отриманих від Запорізького обласного центру з гідрометеорології, становить: у 2022 році – 132, у 2023 році – 203, протягом 8 місяців 2024 року – 45.

Слід наголосити, що в більшості випадків перевищення максимальних разових ГДК забруднювальних речовин в атмосферному повітрі зафіксовано в дні, коли попередження про НМУ не надавались.

За результатами опрацювання звернень громадян встановлено, що більшість звернень припадає на дні, коли в місті Запоріжжя фіксується переважно північний, північно-західний та північно-східний напрямки вітру, понижений тиск і підвищена вологість атмосферного повітря. Зазначені погодні умови не підпадають під критерії НМУ, однак ускладнюють розсіювання викидів забруднювальних речовин в атмосферному повітрі, що у свою чергу негативно впливає на здоров'я мешканців міста.

Таким чином, незважаючи на відсутність НМУ, в місті регулярно спостерігається смог та неприємний запах. Нині підприємства міста працюють відповідно до наявних дозвільних документів, оскільки попередження про НМУ відсутні, відсутні й підстави здійснювати заходи щодо скорочення викидів, які передбачені умовами розділу дозволу «Перелік заходів щодо скорочення викидів. Заходи щодо скорочення викидів за несприятливих метеорологічних умов». Але при цьому в ці дні спостерігаються перевищення ГДК забруднювальних речовин у повітрі.

Головною метою роботи є дослідження ефективності заходів з управління індустріальним містом Запоріжжя в періоди несприятливих метеорологічних умов, аналіз узгодженості дій установ, що здійснюють моніторинг якості повітря у м. Запоріжжі, а також удосконалення систем прогнозування та регулювання високого рівня забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя за несприятливих метеорологічних умов.

Матеріал та методи

Порядок та обов'язки організацій, що беруть участь у роботах з прогнозування

забруднення атмосфери, регулювання викидів за НМУ і контролю ефективності цих робіт, передбачені такими нормативними документами: Методичні вказівки «Регулювання викидів при несприятливих метеорологічних умовах» (РД 52.04.52-85), затверджені Держкомгідрометом 01.12.1986 (РД 52.04.52-85, 1986); Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України (КД 52.9.4.01-09), затверджені наказом Українського гідрометеорологічного центру від 13.08.2013 № 147, зі змінами (КД 52.9.4.01-09, 2013).

У місті Запоріжжі РД 52.04.52-85 поширюється на підрозділи:

- ЗЦГМ – складають і передають зацікавленим сторонам попередження про підвищення рівня забруднення повітря у зв'язку з очікуваними НМУ;

- ДУ «Запорізький ОЦКПХ МОЗ України» – здійснюють дослідження стану атмосферного повітря міста під факелом викидів підприємств у житловій забудові з урахуванням попереджень про підвищення рівня забруднення повітря у зв'язку з очікуваними НМУ;

- Державної екологічної інспекції Південного округу (Запорізька та Херсонська області) – здійснюють контроль за виконанням підприємствами та організаціями заходів щодо охорони атмосферного повітря за НМУ (у разі планових перевірок).

Прогнозування забруднення атмосферного повітря у м. Запоріжжі здійснюється відповідно до Методичних вказівок щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України (КД 52.9.4.01-09), «Методики короткострокового прогнозу забруднення атмосферного повітря в місті Запоріжжя», розробленої Українським гідрометеорологічним інститутом спеціально для м. Запоріжжя та затвердженої наказом Українського гідрометеорологічного центру від 18 січня 2021 року № НС-1/99, що введено в дію з 01 лютого 2021 року.

Згідно з вимогами ст. 11 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» (Закон України, 1992), Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (Міндовкілля) видає дозволи на викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами об'єктів першої групи, а обласні державні адміністрації (у м. Запоріжжя – Департамент захисту довкілля Запорізької обласної державної

адміністрації (ЗОДА)) – об'єктів другої та третьої групи, під час видачі яких здійснюється оцінювання впливу викидів забруднювальних речовин на стан забруднення атмосферного повітря за даними результатів розрахунків розсіювання забруднювальних речовин в атмосферному повітрі та даними, що одержані під час проведення інструментальних методів досліджень акредитованими лабораторіями в установленому законодавством порядку; на межі санітарно-захисної зони (СЗЗ); у сільбищній зоні; у зоні відпочинку, в тому числі ефективність запланованих у дозволі заходів щодо скорочення викидів за НМУ.

Відповідно до РД 52.04.52-85, розмір скорочення концентрації домішок у повітрі для підприємств установлюють та надалі уточнюють місцеві підрозділи Держкомгідромета (наразі ці функції виконують Міндовкілля та Департамент захисту довкілля облдержадміністрації). При цьому враховуються рівень фактичного забруднення повітря в місті, технологічні можливості виробництва, пилогазовловлювального обладнання, особливості метеорологічного режиму тощо.

Відповідно до РД 52.04.52-85, взаємодія зацікавлених сторін під час несприятливих метеорологічних умов здійснюється за заздалегідь розробленою схемою, затвердженою виконавчим комітетом міської ради.

Проблемою натеper є питання організації контролю за підприємствами з виконання заходів щодо скорочення викидів у період НМУ, сама методика підготовки попереджень про НМУ. Також критичну роль у регулюванні викидів та організації контролю відіграє відсутність зворотного зв'язку з боку підприємств-забруднювачів – про конкретні вжиті заходи в періоди НМУ.

Результати

Для розв'язання проблеми зниження рівня забруднення атмосфери під час НМУ у місті Запоріжжя діє система регуляції викидів шкідливих речовин, яка містить низку заходів, розроблених на найбільших підприємствах-забруднювачах. Перелік підприємств, на яких розроблені заходи з регуляції викидів шкідливих речовин під час НМУ, визначено рішенням Запорізької міської ради від 06.08.2021 р. № 263 «Про схему дій при несприятливих метеорологічних умовах» (Рішення № 263) (Про схему, 2021). Вказані заходи є невід'ємною частиною дозволу на викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами і узгоджуються у встановле-

ному законодавством порядку. Зазначеним рішенням визначено схему взаємодії зацікавлених сторін під час НМУ, а також перелік 45 підприємств та організацій міста, які мають виконувати заходи щодо охорони атмосферного повітря за НМУ.

У період НМУ для розсіювання викидів та необхідності регулювання викидів ЗЦГМ складаються повідомлення про підвищення рівня забруднення повітря. Повідомлення передаються ЗЦГМ безпосередньо до виконавчих органів Запорізької міської ради. Управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення Запорізької міської ради передає отримані попередження про НМУ диспетчерським службам промислових підприємств, які передають їх далі в цехи і підрозділи для виконання запланованих заходів з поетапного зниження обсягів викидів згідно з умовами дозволів на викиди.

Повідомлення складаються з урахуванням можливого настання трьох рівнів забруднення атмосфери, яким відповідають три режими роботи підприємств у періоди НМУ. Основою для складання повідомлень є очікувані метеорологічні умови високого забруднення повітря (МУВЗ), яким відповідають певні рівні забруднення повітря. До компонентів оголошення МУВЗ відносяться: підведена інверсія вище за джерело, штильовий шар вище за джерело, тумани, напрям вітру, що визначає перенесення домішок з боку підприємств на житлові квартали, їх винесення на райони зі складним рельєфом або щільною забудовою, а також максимальне накладення викидів. Інформація про повідомлення високого рівня забруднення міститься на сайті Запорізької міської влади (Дослідження атмосферного повітря).

Для прогнозування забруднення атмосфери в місті Запоріжжя використовується статистичний метод, в основі якого лежать фактичні дані систематичних спостережень за забрудненням атмосферного повітря на стаціонарних постах протягом ряду (не менше трьох) років.

Метеорологічні умови забруднення повітря (МУЗ) дозволяють оцінити готовність атмосфери до процесу накопичування або розсіювання шкідливих домішок. Розрахунки МУЗ проводяться щоденно (365 прогнозів на рік).

Основою для складання попереджень для споживачів є МУВЗ, за яких можуть виникати відносно високі рівні забруднення повітря, що перевищують ГДК.

У разі відсутності інформації про фактичні концентрації домішок (у вихідні та святкові дні) підставою для складання штормових попереджень I ступеня є очікувані МУВЗ. Так забезпечується щоденний випуск попереджень про високе забруднення повітря за наявності відповідних умов.

Такі попередження є підставою для здійснення заходів щодо тимчасового скорочення шкідливих викидів в атмосферу на підприємствах, які мають джерела забруднення повітря, а також контролю ефективності таких заходів.

Поточну схему реагування в період МУВЗ м. Запоріжжя наведено на рис. 3.



Рис. 3. Поточна схема реагування в період МУВЗ м. Запоріжжя

Схему прогнозування та регулювання викидів за НМУ в м. Запоріжжя наведено на рис. 4. Попередження про високе (аномальне) забруднення повітря передається: Управлінню з питань попередження НС та цивільного захисту населення Запорізької міської ради, Управлінню з питань екологічної безпеки Запорізької міської ради, ДУ «Запорізький ОЦКПХ МОЗ України», Запорізькому міському відділу ДУ «Запорізький ОЦКПХ МОЗ України», Департаменту захисту довкілля ЗОДА, Державній екологічній інспекції Південного округу.

Короткочасне зниження викидів під час НМУ є ефективним і порівняно недорогим заходом для покращення стану повітряного басейну. Для промислових підприємств прогнозування несприятливих метеорологічних умов складається за методом окремого джерела, який враховує індивідуальний вплив цього підприємства. Для міста Запоріжжя загалом визначається сукупність НМУ з урахуванням сумарного накладання викидів.

Заходів зі зниження забруднення під час НМУ в дозволах на викиди, які надходять

до ЗОДА, недостатньо, відсутня методологічна основа для їх розроблення.

У разі отримання повідомлення про настання НМУ підприємства впроваджують заходи зі зниження викидів конкретних забруднювальних речовин, що передбачені дозволами на викиди. Однак перелік заходів не погоджується з органами місцевого самоврядування, які згідно із законодавством України несуть відповідальність за стан навколишнього середовища на підпорядкованій території. Регулювання якості повітря в період НМУ здійснюється винятково в межах заходів, передбачених дозволами на викиди лише частини підприємств – 45 підприємств, які ввійшли в перелік підприємств, що мають виконувати заходи щодо охорони атмосферного повітря за НМУ, згідно з Рішенням № 263 (Пірогова і Рильський, 2020).

Окремий регламент здійснення моніторингу повітря та відстеження ефективності заходів під час НМУ відсутній. Також відсутнє оперативне інформування та сповіщення населення про періоди високого рівня забруднення, рекомендації про попереджувальні та запобіжні дії в такі періоди, що могло б суттєво знизити ризики для здоров'я людей у місті.

Обговорення

Для розв'язання цієї проблеми запропоновано можливі короткострокові управлінські рішення:

1. Внести зміни в рішення виконавчого комітету «Про схему дій при несприятливих метеорологічних умовах» від 06.08.2021 р. № 263 (Про схему, 2021) у частині зворотного зв'язку щодо вжиття та ефективності заходів – установити вимоги щодо обов'язковості виробничого контролю на межі СЗЗ підприємства, визначити формат звітування підприємств (перелік вжитих заходів, результати виробничого контролю на межі СЗЗ у періоди НМУ).

2. Рекомендувати надавати на звернення Департаменту захисту довкілля ЗОДА рекомендації та пропозиції до планованих заходів зниження викидів за НМУ, періодичності та порядку проведення виробничого контролю забруднювальних речовин у зоні впливу підприємства під час НМУ в рамках процедури отримання дозволу на викиди для включення їх в умови дозволу.

3. Здійснити заходи з організації своєчасного оповіщення населення шляхом розміщення відповідної інформації про настання НМУ на офіційних вебресурсах Запорізької

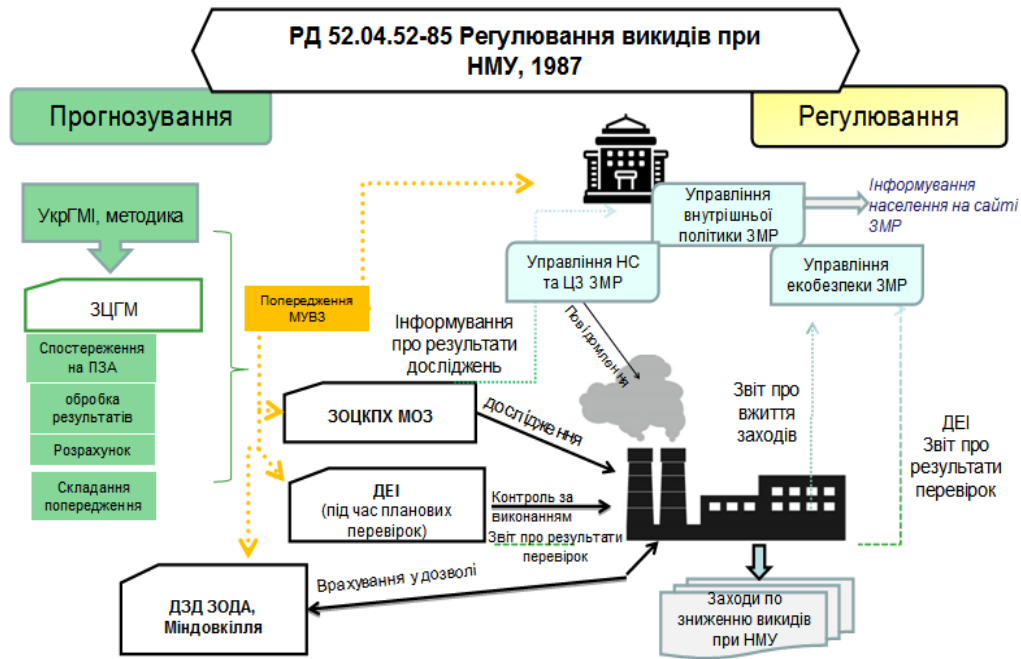


Рис. 4. Схема прогнозування та регулювання викидів за НМУ в м. Запоріжжя

міської ради, комунальних телеканалів та соціальних мережах. Розробити рекомендації для населення про необхідні заходи безпеки в разі настання НМУ, зокрема для уразливих категорій жителів міста (дітей, людей похилого віку та громадян із хронічними захворюваннями);

4. Зобов'язати підприємства міста (шляхом внесення відповідних змін до Рішення № 263) здійснювати виробничий контроль за обсягом і складом забруднювальних речовин на межі СЗЗ у періоди НМУ та вести їх постійний облік.

5. Підприємствам міста Запоріжжя провести аудит у частині дотримання обов'язкових умов упорядкування та озеленення СЗЗ відповідно до «Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів», затверджених наказом МОЗ України від 19.06.96 р. № 173 (Про затвердження, 1996).

Також пропонуємо можливі стратегічні управлінські рішення:

1. Опрацювати набір управлінських та адміністративних рішень щодо обмежень певних видів діяльності на території громади, розроблення відповідних регламентів здійснення моніторингу під час НМУ, порядку реагування, координації та комплексу дій міських служб. Залучити до розроблення управлінських рішень кваліфікованих фахівців з гідрометеорології та

антикризового (міського) управління, фахових та наукових установ для аналізу справдженості прогнозів.

2. Звернутися до УкрГМІ стосовно розроблення регламенту функціонування системи моніторингу в період НМУ (програми моніторингу повітря за НМУ) з визначенням точок та локацій досліджень, маркерних речовин, координації суб'єктів моніторингу, зокрема із залученням мобільної лабораторії моніторингу довкілля (МЛМД) у періоди НМУ.

3. Розробити заходи щодо скорочення та недопущення всіх викидів, не лише від великого промислового устаткування, але і від невеликих джерел транспортного, комунального та побутового походження, роботи малих котелень, особливо твердопаливних, спалення сміття, інших процесів горіння, у період НМУ, а також шляхом скорочення виробництва та ремонтних робіт на період НМУ.

4. Проводити аналіз виконання заходів зі зниження викидів із порівнянням рівня забруднення в період НМУ.

Запровадження додаткових заходів контролю має призвести до зменшення техногенного навантаження, але не в тій мірі, щоб забезпечити реальну безпеку для населення міста під час НМУ. Про достатню дієвість додаткових заходів під час НМУ можна говорити лише тоді, коли екологічна ситуація в місті Запоріжжі поза цим періодом знаходиться в допустимих межах, що наразі немож-

ливо досягти з огляду на моральне та технічне зношення металургійного комплексу. Задля безпеки громадського здоров'я під час НМУ потрібно втілення науково обґрунтованого комплексного підходу до управління містом, а не лише короточасні зміни до ведення діяльності окремих підприємств.

Розв'язання питання ускладнюється тим, що заходи по I та II режиму не стосуються основного технологічного обладнання, яке і є основним вкладником у баланс забруднення. При цьому призупинка основного виробництва не має розглядатися під час планування заходів НМУ.

Для прогнозування ризиків та впливів від виникнення небезпечних ситуацій під час НМУ необхідно використання математичного моделювання та загалом сучасних підходів до прогнозування на засадах сталого розвитку (Ломазов та ін., 2024, Запорожець, 2017). Необхідно запроваджувати виважений антикризовий менеджмент, докорінно змінювати підходи до управління містом (рис. 5), яке перманентно знаходиться у кризовому стані, а не тільки в період НМУ (Ломазов і Павличенко, 2023).

Висновки

1. Розглянуто проблематику прогнозування та регулювання рівня забруднення повітря міста Запоріжжя під час несприятливих метеоумов. Підтверджено необхідність розроблення заходів щодо запобігання наслідкам для здоров'я населення міста Запоріжжя, спричинених настанням періоду НМУ.

2. Оперативне інформування населення про періоди високого рівня забруднення, розроблення рекомендацій для населення про попереджувальні та запобіжні дії в такі періоди дозволить суттєво знизити ризики для здоров'я населення в місті Запоріжжі. Необхідно залучати наукові та медичні установи до розроблення рекомендацій для чутливих до забруднення груп населення щодо зменшення ризику впливу рівнів забруднювальних речовин на їх здоров'я та життєдіяльність.

3. Перелік підприємств, яким надходять повідомлення про високі рівні забруднення та які мають виконувати заходи щодо охорони атмосферного повітря за НМУ, потребує суттєвого перегляду та доповнення.

4. Запропоновано:

- вдосконалення наявних систем прогнозування та регулювання забруднення атмосферного повітря викидами в період НМУ, доповнення системи заходами зниження викидів під час НМУ;

- приведення нормативно-правових актів КД 52.9.4.01-09 «Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України» (КД 52.9.4.01-09, 2013) та РД 52.04.52-85 Методичні вказівки «Регулювання викидів при несприятливих метеорологічних умовах» у відповідність до чинної дозвільної системи (РД 52.04.52-85, 1986);

- вдосконалення системи звітування та контролю виконання заходів за НМУ, оцінювання ефективності заходів щодо скорочення викидів за НМУ.



Рис. 5. Сучасні підходи до управління якістю повітря

Список використаної літератури

- Белоконь К.В., Тулушев Є.О. Аналіз впливу технологій промислових підприємств та автотранспорту на стан екологічної безпеки атмосферного повітря (на прикладі м. Запоріжжя) : монографія. Запоріжжя : Гельветика, 2020. 230 с.
- Белоконь К.В., Мальований М.С., Тарабан Є.В. Оцінка ризику для здоров'я населення від техногенного навантаження на атмосферне повітря м. Запоріжжя. *Екологічні науки*. 2023. № 5(50). С. 30–36. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.5>.
- Дослідження атмосферного повітря. Запорізька міська рада. [Електронний ресурс] URL: <https://zp.gov.ua/pub-info/123192-doslidzennia-atmosfernogo-povitria> (дата звернення: 25.08.2024).
- Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.1992 р. № 2707-XII. [Електронний ресурс] URL: https://protocol.ua/ua/pro_ohoronu_atmosfernogo_povitrya/ (дата звернення: 25.08.2024).
- Запорізька міська рада. Програма охорони довкілля щодо поетапного зниження викидів забруднюючих речовин суб'єктами господарювання м. Запоріжжя». [Електронний ресурс] URL: surl.lu/eopsrc. (дата звернення: 05.05.2025).
- Запорізька обласна державна адміністрація. Стан довкілля в Запорізькій області. [Електронний ресурс] URL: <https://www.zoda.gov.ua/article/2645/stan-dovkillya-v-zaporizkiy-oblasti.html> (дата звернення: 07.04.2025).
- Запорожець А.О. Аналіз засобів моніторингу забруднення повітря навколишнього середовища. *Science-Based Technologies*. 2017. № 35(3). С. 242–252. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.35.11844>.
- КД 52.9.4.01-09 Методичні вказівки щодо прогнозування метеорологічних умов формування рівнів забруднення повітря в містах України : Наказ від 13.08.2013 р. № 147. Київ : Український гідрометеорологічний центр, 2013. [Електронний ресурс] URL: <https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/1-10788-kd52.9.4.01-09.pdf> (дата звернення: 25.08.2024).
- Ломазов П.К., Павличенко А.В. Впровадження міжнародного досвіду в системи екологічного моніторингу атмосферного повітря в Україні. *Матеріали XIII Міжнародної науково-технічної конференції аспірантів та молодих вчених «Наукова весна»*. Дніпро, 2023. С. 114–116.
- Ломазов П.К., Павличенко А.В., Бучавий Ю.В. Методи прогнозування забруднення атмосферного повітря на основі машинного навчання. *Collection of research papers of the National Mining University*. 2024. № 79. С. 278–291. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/79.278>.
- Пірогова І.М., Рильський О.Ф. Проблема регулювання якості повітря м. Запоріжжя при несприятливих метеоумовах. *Молодий вчений*. 2020. Т. 7. № 83. С. 128–132. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-7-83-28>.
- Про затвердження Державних санітарних правил планування та забудови населених пунктів : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 19.06.1996 р. № 173. [Електронний ресурс] URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (дата звернення: 25.08.2024).
- Про схему дій при несприятливих метеорологічних умовах : Рішення виконавчого комітету Запорізької міської ради від 06.08.2021 р. № 263. [Електронний ресурс] URL: https://zp.gov.ua/upload/content/o_1fcn8js306b71uke1th2ers113s25.pdf (дата звернення: 25.08.2024).
- РД 52.04.52-85 Регулювання викидів при несприятливих метеорологічних умовах. Методичні вказівки. Затверджено Державним комітетом СРСР по гідрометеорології та контролю природного середовища 01.12.1986 р. [Електронний ресурс] URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/regulyuvannya_vikidiv_pri_nespri-3-27346.pdf (дата звернення: 25.08.2024).
- Савенець М.В., Дворецька І.В., Надточій А.М. Сучасний стан забруднення атмосферного повітря в Україні за даними супутника Sentinel-5P. *Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія : Геологія. Географія. Екологія*. 2019. Вип. 51. С. 221–233. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-16>.
- Савенець М.В. Інтегрований погляд на сучасний стан забруднення атмосферного повітря в Україні : За матеріалами наукового повідомлення на засіданні Президії НАН України 12 липня 2023 року. *Вісник Національної академії наук України*. 2023. № 9. С. 80–86. <https://doi.org/10.15407/visn2023.09.080>.
- Український гідрометеорологічний інститут ДСНС України та НАН України. Лабораторія моніторингу атмосферного повітря. [Електронний ресурс] URL: <https://uhmi.dsns.gov.ua/pro-institut/naukovi-pidrozdili-1/viddil-monitoringu-atmosferi-4-1/laboratoriia-monitoringu-atmosfernogo-povitria> (дата звернення: 02.05.2025).

Belokon K., Malovanyy M., Taraban Y., Hordiienko D., Sytyi V. Assessment of technogenic pollutants impact of the urban environment of Zaporizhzhia city on human health of the Shevchenkivskyi district. *Науковий вісник Вінницької академії безперервної освіти. Серія «Екологія. Публічне управління та адміністрування»*. 2024. № 2. С. 10–18. <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2024-2.02>

Chugai A., Nedostrellov M., Lutek W. Assessment of technogenic load on the air basin of the western Ukraine regions. *Environmental problems*. 2025. Vol. 10. № 2. P. 104–109. <https://doi.org/10.23939/ep2025.02.104>

Matukhno E., Belokon K., Shatokha V., Baranova T. Ecological aspects of sustainable development of metallurgical complex in Ukraine. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*. 2019. Vol. 6. № 4. P. 671–680.

Savenets M., Dvoretzka I., Nadtochii L., Zhemera N. Comparison of TROPOMI NO₂, CO, HCHO, and SO₂ data against ground-level measurements in close proximity to large anthropogenic emission sources in the example of Ukraine. *Meteorological Applications*. 2022. Vol. 29. № 6. Article number e2108. <https://doi.org/10.1002/met.2108>.

Toronchenko O.M., Bredun V.I., Smoliar N.O. Effect of atmospheric technogenic emissions on health indicators of child population. *Wiadomosci lekarskie*. 2018. Vol. 71. № 2. P. 345–352.

References

Bielokon, K.V., & Tulushev, Ye.O. (2020). *Analiz vplyvu tekhnolohii promyslovykh pidpriemstv ta avtotransportu na stan ekolohichnoi bezpeky atmosfernogo povitria (na prykladi m. Zaporizhzhia)* [Analysis of the impact of industrial and transport technologies on air ecological safety (a case study of Zaporizhzhia)]. Vydavnychi Dim “Helvetyka” [in Ukrainian].

Bielokon, K.V., Malovanyi, M.S., & Taraban, Ye.V. (2023). Otsinka ryzyku dlia zdorovia naselennia vid tekhnohennoho navantazhennia na atmosferne povitria m. Zaporizhzhia [Assessment of health risks for the population from anthropogenic pressure on the air in Zaporizhzhia]. *Ekolohichni nauky [Environmental sciences]*, 5(50), 30–36. <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2023.eco.5-50.5> [in Ukrainian].

Zakon Ukrainy “Pro okhoronu atmosfernogo povitria [Law of Ukraine “On the Protection of Atmospheric Air”]. (No. 2707-XII). [Electronic resource]. URL: https://protocol.ua/ua/pro_ohoronu_atmosfernogo_povitrya/ (access date 25.08.2024) [in Ukrainian].

Zaporizka miska rada. (2024). *Doslidzhennia atmosfernogo povitria* [Air pollution research]. [Electronic resource]. URL: <https://zp.gov.ua/pub-info/123192-doslidzhennia-atmosfernogo-povitria> (access date 25.08.24) [in Ukrainian].

Zaporizka miska rada. (2015). *Prohrama okhorony dovkillia shchodo poetapnoho znyzhennia vykidiv zabrudniuiuchykh rehovyn subiektamy hospodariuvannia m. Zaporizhzhia* [Environmental protection program for the gradual reduction of pollutant emissions by business entities of Zaporizhzhia]. [Electronic resource]. URL: surl.lu/eopsrc (access date 05.05.2025) [in Ukrainian].

Zaporizka oblasna derzhavna administratsiia. (n.d.). *Stan dovkillia v Zaporizkii oblasti* [Environmental status in the Zaporizhzhia Oblast]. [Electronic resource]. URL: <https://www.zoda.gov.ua/article/2645/stan-dovkillya-v-zaporizkiy-oblasti>. (access date 07.04.2025) [in Ukrainian].

Zaporozhets, A.O. (2017). Analiz zasobiv monitorynhu zabrudnennia povitria navkolyshnoho seredovyshcha [Analysis of means for monitoring environmental air pollution]. *Science-Based Technologies*, 35(3), 242–252. <https://doi.org/10.18372/2310-5461.35.11844> [in Ukrainian].

Ukrainian Hydrometeorological Center. (2013). *Metodychni vkazivky shchodo prohozuvannia meteorolohichnykh umov formuvannia rivniv zabrudnennia povitria v mistakh Ukrainy* [Methodical instructions on forecasting meteorological conditions for the formation of air pollution levels in the cities of Ukraine] (Order No. 147, KD 52.9.4.01-09). [Electronic resource]. URL: <https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/1-10788-kd52.9.4.01-09.pdf> (access date 25.08.2024) [in Ukrainian].

Lomazov, P.K., & Pavlychenko, A.V. (2023). Vprovadzhennia mizhnarodnoho dosvidu v systemy ekolohichnoho monitorynhu atmosfernogo povitria v Ukraini [Implementation of international experience in the systems of ecological monitoring of atmospheric air in Ukraine]. In *Materialy KhIII Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii aspirantiv ta molodykh vchenykh «Naukova vesna»*, 114–116 [in Ukrainian].

Lomazov, P.K., Pavlychenko, A.V., & Buchavyi, Yu.V. (2024). Metody prohozuvannia zabrudnennia atmosfernogo povitria na osnovi mashynnoho navchannia [Methods for predicting atmospheric air pollution based on machine learning]. *Collection of research papers of the National Mining University*, 79, 278–291. <https://doi.org/10.33271/crpnmu/79.278> [in Ukrainian].

Pirohova, I.M., & Rylskyi, O.F. (2020). Problema rehuliuвання yakosti povitria m. Zaporizhzhia pry nespriatlyvykh meteoumovakh [The problem of regulating air quality in Zaporizhzhia under unfavorable meteorological conditions]. *Molodyi vchenyi [A young scientist]*, 7(83), 128–132. <https://doi.org/10.32839/2304-5809/2020-7-83-28> [in Ukrainian].

Ukraine Ministry of Health. (1996). *Pro zatverdzhennia Derzhavnykh sanitarnykh pravyl planuvannia ta zabudovy naselenykh punktiv* [On the approval of the State Sanitary Rules for the planning and development of populated areas] (Order No. 173). [Electronic resource]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0379-96#Text> (access date 25.08.2024) [in Ukrainian].

Zaporizhzhia City Council, Executive Committee. (2021). *Pro skhemu dii pry nespriatlyvykh meteorologichnykh umovakh* [On the scheme of actions under adverse meteorological conditions] (Decision No. 263). [Electronic resource]. URL: https://zp.gov.ua/upload/content/o_1fcn8js306b71uke1th2ers113s25.pdf (access date 25.08.2024) [in Ukrainian].

State Committee of the USSR for Hydrometeorology and Environmental Control. (1986). *Rehuliuвання vykidiv pry nespriatlyvykh meteorologichnykh umovakh: Metodychni vkazivky* [Regulation of emissions under adverse meteorological conditions: Methodological guidelines] (RD 52.04.52-85) [Electronic resource]. URL: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/regulyuvannya_vykidiv_pri_nespri-3-27346.pdf (access date 25.08.2024) [in Ukrainian].

Savenets, M.V., Dvoretzka, I.V., & Nadtochii, L.M. (2019). Suchasnyi stan zabrudnennia atmosferного povitria v Ukraini za danymy suputnyka Sentinel-5P [The current state of atmospheric air pollution in Ukraine according to Sentinel-5P satellite data]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V. N. Karazina. Serii: Heolohiia. Heohrafiia. Ekolohiia* [Bulletin of the V. N. Karazin Kharkiv National University. Series: Geology. Geography. Ecology], 51, 221–233. <https://doi.org/10.26565/2410-7360-2019-51-16> [in Ukrainian].

Savenets, M.V. (2023). Intehrovanyi pohliad na suchasnyi stan zabrudnennia atmosferного povitria v Ukraini [An integrated view on the current state of atmospheric air pollution in Ukraine]. *Visnyk Natsionalnoi akademii nauk Ukrainy* [Bulletin of the National Academy of Sciences of Ukraine], 9, 80–86. <https://doi.org/10.15407/visn2023.09.080> [in Ukrainian].

Ukrainskyi hidrometeorologichnyi instytut DSNS Ukrainy ta NAN Ukrainy. (n.d.). *Laboratoriia monitorynhu atmosferного povitria* [Laboratory for atmospheric air monitoring]. [Electronic resource] URL: <https://uhmi.dsns.gov.ua/pro-institut/naukovi-pidrozdili-1/viddil-monitoringu-atmosferi-4-1/laboratoriia-monitoringu-atmosferного-povitria> (access date 02.05.2025)

Belokon, K., Malovanyy, M., Taraban, Y., Hordiienko, D., & Sytyi, V. (2024). Assessment of technogenic pollutants impact of the urban environment of Zaporizhzhia city on human health of the Shevchenkivskiy district. *Scientific Bulletin of the Vinnytsia Academy of Continuing Education. Series "Ecology. Public Management and Administration"*, № 2, 10–18. <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2024-2.02> [in English].

Chugai, A., Nedostrelov, M., & Lutek, W. (2025). Assessment of technogenic load on the air basin of the western Ukraine regions. *Environmental problems*, 10 (2), 104–109. <https://doi.org/10.23939/ep2025.02.104> [in English].

Matukhno, E., Belokon, K., Shatokha, V., & Baranova, T. (2019). Ecological aspects of sustainable development of metallurgical complex in Ukraine. *Procedia Environmental Science, Engineering and Management*, 6 (4), 671–680 [in English].

Savenets, M., Dvoretzka, I., Nadtochii, L., & Zhemera, N. (2022). Comparison of TROPOMI NO₂, CO, HCHO, and SO₂ data against ground-level measurements in close proximity to large anthropogenic emission sources in the example of Ukraine. *Meteorological Applications*, 29 (6), e2108. <https://doi.org/10.1002/met.2108> [in English].

Toronchenko, O.M., Bredun, V.I., & Smoliar, N.O. (2018). Effect of atmospheric technogenic emissions on health indicators of child population. *Wiadomosci lekarskie*, 71 (2), 345–352 [in English].

Отримано: 25.07.2025
Прийнято: 20.08.2025
Опубліковано: 17.10.2025

