

DOI: 10.31319/2519-2884.38.2021.18

УДК 66.09:504.05:62(477.64)

К.В. Бслоконь¹, канд. тех. наук, доцент, доцент

І.М. Пірогова², помічник голови Запорізької обласної державної адміністрації

¹Запорізький національний університет, м. Запоріжжя

²Запорізька обласна державна адміністрація, м. Запоріжжя

АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ЗАПОРІЖЖЯ

Одним з регіонів України, що зазнає значного техногенного впливу на атмосферне повітря, є місто Запоріжжя. У роботі представлені результати оцінки якості атмосферного повітря на основі розрахунку індексу забруднення атмосфери та комплексного індексу забруднення атмосфери міста Запоріжжя. Для оцінки використані дані багаторічних спостережень на мережі стаціонарних постів міста за 2016—2020 рр. за основними забруднювальними речовинами. Визначено перелік основних забруднювальних речовин (формальдегід, пил, оксид вуглецю, фенол, оксиди азоту, діоксид сірки) і внесок кожної з них до загального рівня забруднення атмосфери. Найбільший рівень комплексного індексу забруднення атмосфери спостерігається на постах, які розташовані в центрі міста в безпосередній близькості до основного промислового комплексу, та сягають 5,4—9,8, що відповідає високому рівню забрудненню.

Ключові слова: атмосферне повітря; викиди; забруднювальні речовини; індекс забруднення атмосфери; рівень забруднення.

One of the regions of Ukraine, which is subject to significant man-made impacts on the atmospheric air, is the city of Zaporizhzhya. The paper presents the results of assessing the quality of atmospheric air based on the calculation of the air pollution index and the integrated air pollution index of the city of Zaporizhzhya. For the assessment, the data of long-term observations at the stationary posts of the city for 2016—2020 were used for the main pollutants. A list of the main pollutants (formaldehyde, dust, carbon monoxide, phenol, nitrogen oxides, sulfur dioxide) and the contribution of each of them to the general level of atmospheric pollution has been determined. The highest level of the integrated pollution index is observed at posts located in the city center in close proximity to the main industrial complex, and reaches 5,4—9,8, which corresponds to a high level.

Keywords: atmospheric air; emissions; contaminants; air pollution index; pollution level.

Постановка проблеми

В останні роки у зв'язку з підвищенням рівня урбанізації стан навколишнього природного середовища великих міст значно погіршився. Особливо негативно дана ситуація позначається на повітряному басейні, який безпосередньо впливає на здоров'я населення цих територій. Саме тому важливим є своєчасне та достовірне прогнозування значних рівнів забруднення атмосферного повітря, яке являється невід'ємним фактором при проведенні природоохоронних заходів [1].

Запоріжжя є одним з найбільш урбанізованих, індустріальних та екологічно несприятливих міст України. Обсяги викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами за даними Головного управління статистики у Запорізькій області за 2019 рік склали 69,7 тис. тонн. Населення м. Запоріжжя проживає в умовах постійного забруднення повітря небезпечними хімічними речовинами техногенного походження. Криза техногенного навантаження на місто погіршується кліматичними особливостями регіону та існуючою забудовою. Місто Запоріжжя перебуває в кліматичних умовах, для яких характерні несприятливі умови розсіювання шкідливих викидів (температурні інверсії, штилі й тощо), що приводить до накопичування викидів підприємств у житлових районах. Основні підприємства міста Запоріжжя розташовані на промисловому майданчику, який знаходиться практично в центрі міста, забруднення атмосферного повітря над основними районами міста відбувається практично при будь-яких напрямках вітру [2].

Контроль за станом атмосферного повітря є однією з ключових ланок системи моніторингу довкілля, оскільки надає інформацію про рівень забрудненості компонента, який першочергово, не опосередковано впливає на здоров'я великої кількості людей. В той же час, ефективність та повнота державного моніторингу атмосфери далеко не завжди є достатньою для вирішення завдань екологічного управління, реагування на надзвичайні ситуації, тощо. Тому очевидно є потреба в удосконаленні організаційної структури, методів та способів здійснення спостережень за станом атмосферного повітря.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

В умовах дотримання належної якості повітря великого значення набуває адекватна система моніторингу довкілля, зокрема спостереження за станом атмосферного повітря. Відносини у сфері моніторингу довкілля регулюються статтею 22 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Постановою КМУ від 30 березня 1998 р. № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля», у сфері атмосферного повітря — Законом України «Про охорону атмосферного повітря» (ст. 32 «Моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря»), Постановою КМУ від 14 серпня 2019 р. № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

В м. Запоріжжі державний моніторинг якості повітря проводиться Запорізьким центром гідрометеорології (ЗЦГМ) на п'яти стаціонарних постах спостереження за станом забруднення навколишнього природного середовища у трьох районах міста — Дніпровському, Вознесенському, Олександрівському, з яких 4 поста розташовані на лівому березі Дніпра, з періодичністю відбору проб 5 днів на тиждень 3—4 рази на добу.

Кожний пост працює за програмою, що розроблена спеціально для нього (з урахуванням місця розташування, близькості до джерел викидів, інших чинників). Спостереження виконуються за повною (01, 07, 13 та 19 години) або скороченою програмою (7 та 19 години) протягом всього року, крім вихідних та святкових днів [3].

На всіх постах спостереження визначається вміст основних забруднювальних домішок — завислі речовини (пил), діоксид сірки, оксид вуглецю і діоксид азоту. На одному посту — вміст розчинних сульфатів і оксиду азоту. За вмістом специфічних речовин — сірководень, фенол, фтористий водень, хлористий водень, формальдегід, спостереження проводяться на окремих постах з урахуванням викидів промислових підприємств, розташованих поблизу стаціонарних постів, а також в районах найбільш завантажених автомагістралей міста.

Оскільки систему спостережень за забрудненням довкілля було сформовано 25—40 років тому, то й стан приладів для вимірювань складу атмосфери, за якою на сьогодні проводяться спостереження, відповідає науково-технічному рівню 70-х років минулого століття. Відтак її технічні можливості є обмеженими, а сама система потребує здійснення негайної модернізації та заміни приладів для вимірювання. Наявна мережа спостережень ні за своїм складом, ні за переліком параметрів, що вимірюються, ні за технічним оснащенням не відповідає сучасному рівню, зокрема, вимогам Директиви № 2008/50/ЄС стосовно проведення моніторингу якості атмосферного повітря та Директиви № 2004/107/ЄС щодо концентрацій миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю і поліциклічних ароматичних вуглеводнів в атмосферному повітрі [3].

Дослідження стану забруднення атмосферного повітря на постах спостереження ЗЦГМ проводяться лише в Запоріжжі, інші міста області не охоплені мережею постів спостережень.

Оцінка стану забруднення повітря здійснюється за показниками середньомісячних концентрацій у кратності перевищень встановлених середньодобових граничнодопустимих концентрацій (ГДК) по пріоритетним забруднювальним речовинам.

В середньому, щороку, у повітрі Запоріжжя гідрометеологічною службою фіксується близько 8 % перевищень ГДК_{сд} з невеликими коливаннями. З діаграми на рис. 1 видно, що вміст у повітрі діоксиду азоту, фенолу, хлористого водню зберігає значення практично на одному рівні, дещо знизився вміст за 2018—2019 рр. діоксиду сірки та оксиду азоту. По оксиду вуглецю та пилу спостерігається незначне підвищення вмісту, однак по формальдегіду у 2019 році спостерігається суттєве збільшення вмісту. Зберігається монотонна стабільність перевищення встановлених ГДК по діоксиду азоту, фенолу та формальдегіду [4—6].

Однак дещо інша картина складається при аналізі даних моніторингових досліджень Державної установи «Запорізький Обласний лабораторний центр МОЗ України». Відсоток проб з перевищеннями значно відрізняється від даних ЗЦГМ. Кількість проведених вимірювань в середньому складає близько 1300 вимірювань за рік. Однак, у 2020 році проведено більше 1600 вимірювань. Також, значно відрізняється у 2020 році і кількість вимірювань з перевищенням ГДК.

По Дніпровському та Шевченківському районах кількість зафіксованих перевищень збільшилася у 6—7 разів, найбільший відсоток зафіксований у Хортицькому районі, який раніше не був охоплений спостереженнями, та Олександрівському, в якому цей показник з 2 зареєстрованих перевищень за 9 місяців 2020 року сягнув до 34. Комунарівський район залишається найбільш безпечним з точки зору зафіксованих перевищень [2].

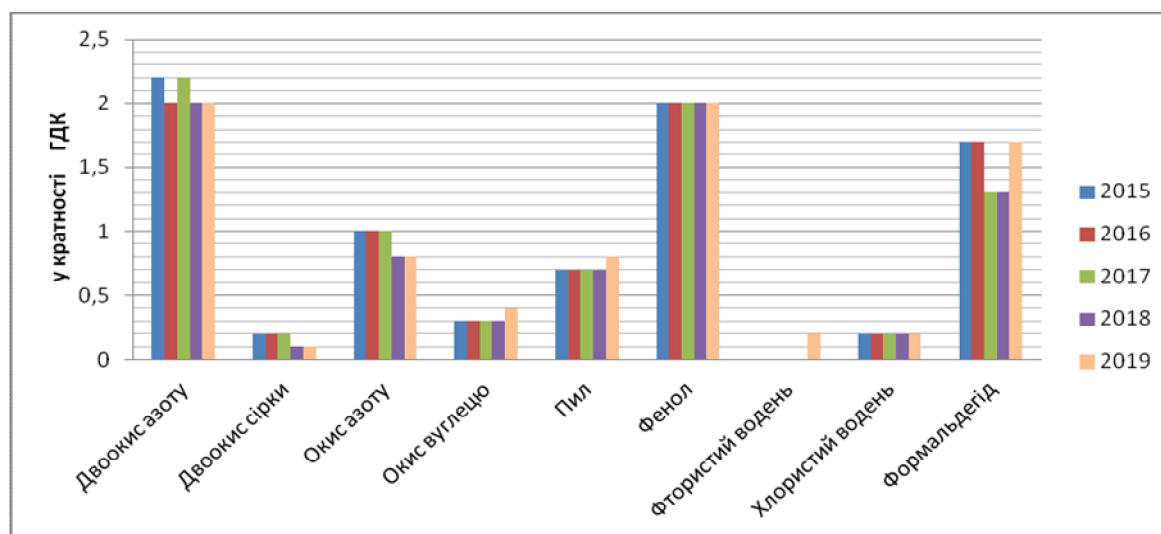


Рис. 1. Динаміка середньорічних концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя

Протягом року перевищення гігієнічних нормативів в атмосферному повітрі обумовлювали наступні показники: пил (26,8 % від загальної кількості відхилень), фенол (35,2 %), сірководень (23,9 %), сірковуглець (10,7 %), діоксид азоту (2,9 %), аміак (разово), перевищення яких реєструвались в межах від 1,1 до 2,9 ГДК [2].

Найбільше забруднення атмосфери в 2019 році зафіксовано у Вознесенівському (41,9 % від загальної кількості перевищень), Заводському (39,5 %), Шевченківському (8,8 %), Дніпровському (7,8 %) районах. В Олександрівському районі зазначена кількість становила 2 %. У Хортицькому та Комунарському районах перевищення не реєструвались.

З 2020 року в Запорізькій області функціонує мобільна лабораторія моніторингу довкілля. Рішеннями Запорізької обласної ради від 08.06.2017 року №85 та міської ради від 25.05.2016 року №46 ухвалені Програми відновлення функціонування у м. Запоріжжі пересувної лабораторії моніторингу довкілля Державної установи «Запорізький Обласний лабораторний центр МОЗ України».

Сучасне обладнання та аналітично-вимірювальні прилади, якими оснащена мобільна лабораторія, автоматизований відбір проб дозволяють проводити значно більшу кількість спостережень, що дає більш повну картину щодо забруднення повітря у місті, особливо у районах, де відсутні спостереження гідрометеорології.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є аналіз та оцінка стану атмосферного повітря м. Запоріжжя за період 2016—2020 рр. на основі індексу забруднення атмосфери. У відповідності до поставленої мети, дослідження було спрямовано на вирішення наступних завдань: проаналізувати стан забруд-

нення міста Запоріжжя та чинники, які впливають на нього; провести розрахунки комплексного індексу забруднення атмосфери; оцінити рівень забруднення повітря у м. Запоріжжя.

Методика дослідження

Характерною особливістю аналізу якості повітря в нашій країні, яка успадкувала засади колишнього СРСР, є те, що такий аналіз проводиться для найбільш небезпечних речовин та враховує обсяг їх викидів для окремої територіальної одиниці. Відсутність стандартизованого переліку вимірюваних речовин ускладнює порівняння та є суттєвим недоліком такого способу. В той же час, облік саме специфічних забруднювачів є об'єктивнішим при оцінці якості повітря і впливу його на організм людини [7—9].

В нашій країні основним критерієм рівня забруднення атмосферного повітря залишаються встановлені ГДК, які затверджені Міністерством охорони здоров'я. Для оцінки рівня забруднення повітря використовуються одиничні осереднені дані показників забруднення до відповідного ГДК за періодом осереднення.

Нормовані на ГДК одиничні осереднені і разові показники забруднення атмосфери є одиничними індексами забруднення атмосфери (ІЗА). Для аналізу рівня забруднення атмосферного повітря населених місць окремими домішками використовується ІЗА (I), що розраховується за формулою:

$$I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right)^{C_i}, \quad (1)$$

де q — середня концентрація забруднювальної речовини в атмосферному повітрі, мг/м³; C_i — константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки речовини, і є приведенням ступеню шкідливості i -ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки [9].

Такий спосіб визначення індексу забруднення повітря ґрунтується на припущенні, що на рівні ГДК всі забруднювачі, які не перевищують гранично допустиму концентрацію, мають однаковий вплив на організм людини, а при подальшому зростанні концентрацій ступінь їх шкідливого впливу зростає з різною швидкістю, яка залежить від класу небезпеки речовини. Вважається, що якість повітря за вмістом окремого забруднювача відповідає вимогам санітарно-гігієнічної безпеки при $IЗА \leq 1$.

З метою порівняння рівня забруднення атмосфери в різних містах застосовується комплексний ІЗА (КІЗА). Цей показник є безрозмірною функцією характеристик ступеню забруднення атмосферного повітря декількома речовинами, їх сумішшю. Комплексний ІЗА розраховується за формулою, яка враховує l речовин, які присутні у атмосфері [9]:

$$I_l = \sum_{i=1}^l I_i = \sum_{i=1}^l \left[\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right]^{C_i}. \quad (2)$$

Для кожного населеного пункту визначено перелік п'яти пріоритетних домішок, за якими розраховується сфери ІЗА.

В якості інтегральної оцінки рівня забруднення повітря за допомогою КІЗА використовують значення одиничних ІЗА тих п'яти речовин (I_5), для яких ці значення найбільші:

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i. \quad (3)$$

За величиною I_5 встановлюється чотири рівні забруднення: $I_5 < 5$ — низький рівень; $5 \leq I_5 < 7$ — підвищений рівень; $7 \leq I_5 < 14$ — високий рівень; $I_5 \geq 14$ — дуже високий рівень.

Виклад основного матеріалу

На основі даних щодо середньодобових концентрацій окремо по постах Запорізького центру гідрометеорології в Запоріжжі за 2016—2020 роки було проаналізовано середньомісячні концентрації в кратності ГДК 8 забруднювальних речовин: завислі речовини (пил), діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту, формальдегід, фенол, фтористий водень, хлористий водень, на п'яти стаціонарних постах спостереження (табл. 1).

Таблиця 1. Розташування постів спостереження за забрудненням в м. Запоріжжі

№ поста	Місце розташування, район	Перелік речовин, за якими проводяться спостереження	
		основних	специфічних
№9	Вул. Рекордна, 2 Дніпровський	Пил загальний (завислі речовини), діоксид азоту, оксид вуглецю, діоксид сірки	Сірководень, фтористий водень, розчинні сульфати, важкі метали
№10	Бул. Шевченка, 25, Вознесенівський		Сірководень, фенол
№11	Вул. Миру, 1, Вознесенівський		Оксид азоту, сірководень, фенол, формальдегід, важкі метали, бенз(а)пірен
№12	Вул. Шкільна, 24 а, Олександрівський		Фенол, хлористий водень, важкі метали, бенз(а)пірен
№13	Пров. Черкаський, 13, Дніпровський		Хлористий водень, бенз(а)пірен

Програмою спостережень передбачено різні строки та час відбору проб (табл. 2). При цьому відбір проб специфічних речовин відбувається чотири рази на добу, загальнопоширених речовин — переважно двічі на добу. Результати спостережень свідчать, що найбільші концентрації спостерігаються по речовинам: пил загальний, діоксид та оксид азоту, фенол та формальдегід.

Таблиця 2. Програма спостережень на стаціонарних постах м. Запоріжжя

№ поста	Місце розташування	Параметри, що контролюються	Од. виміру	Періодичність спостережень
№9	Вул. Рекордна, 2	пил, оксид вуглецю, розчинні сульфати, важкі метали	мг/м ³	2 рази на добу
		діоксид сірки, діоксид азоту, сірководень, фтористий водень, формальдегід		4 рази на добу
№10	Бульвар Шевченка, 25	пил, оксид вуглецю	мг/м ³	2 рази на добу
		діоксид сірки, діоксид азоту, фенол		3 рази на добу
		сірководень		4 рази на добу
№11	Вул. Миру, 1	пил, оксид вуглецю, важкі метали, бенз(а)пірен	мг/м ³	2 рази на добу
		діоксид сірки, діоксид азоту, оксиди азоту, сірководень		3 рази на добу
		Фенол, формальдегід		4 рази на добу
№12	Вул. Шкільна, 24 а	пил, оксид вуглецю, діоксид сірки, діоксид азоту, важкі метали, бенз(а)пірен	мг/м ³	2 рази на добу
		Фенол		3 рази на добу
		Хлористий водень		4 рази на добу
№13	Пров. Черкаський, 13	пил, оксид вуглецю, діоксид сірки, діоксид азоту, бенз(а)пірен	мг/м ³	2 рази на добу
		Хлористий водень		4 рази на добу

Середні концентрації можуть різко відрізнятися від максимальних (рис. 2). Наприклад, у 2019 році середні концентрації по пилу не перевищували встановлені ГДК і складають 0,7 ГДК, але в той же час максимальні фіксуються на рівні 1,5 ГДК, по діоксиду азоту середні концентрації складають 1,8 ГДК, а максимальні значення — 3 ГДК. По формальдегіду — сере-

дньодобові значення — 1,64 ГДК, а максимальні із зафіксованих — 3,6 ГДК.

Для аналізу розподілу цього показника були проведені розрахунки ІЗА по середньодобовим концентраціям речовин по кожному посту спостережень в Запоріжжі за період дослідження 2016—2020 рр. Розрахунок ІЗА по постах проводився за всіма концентраціями спостережуваних речовин, крім сірководню у зв'язку з відсутністю для нього ГДК_{сд} (рис. 3).

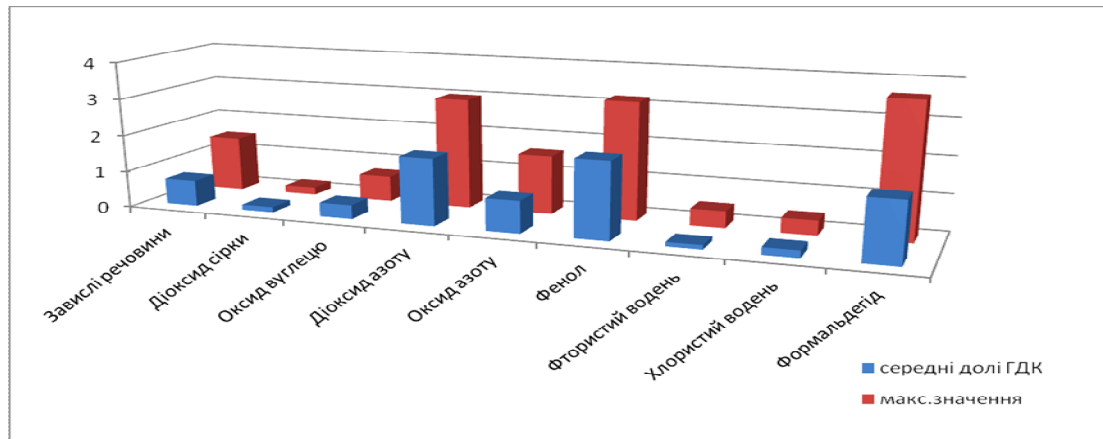


Рис. 2. Середні та найбільші концентрації забруднювальних речовин у кратності ГДК (2019 р.)

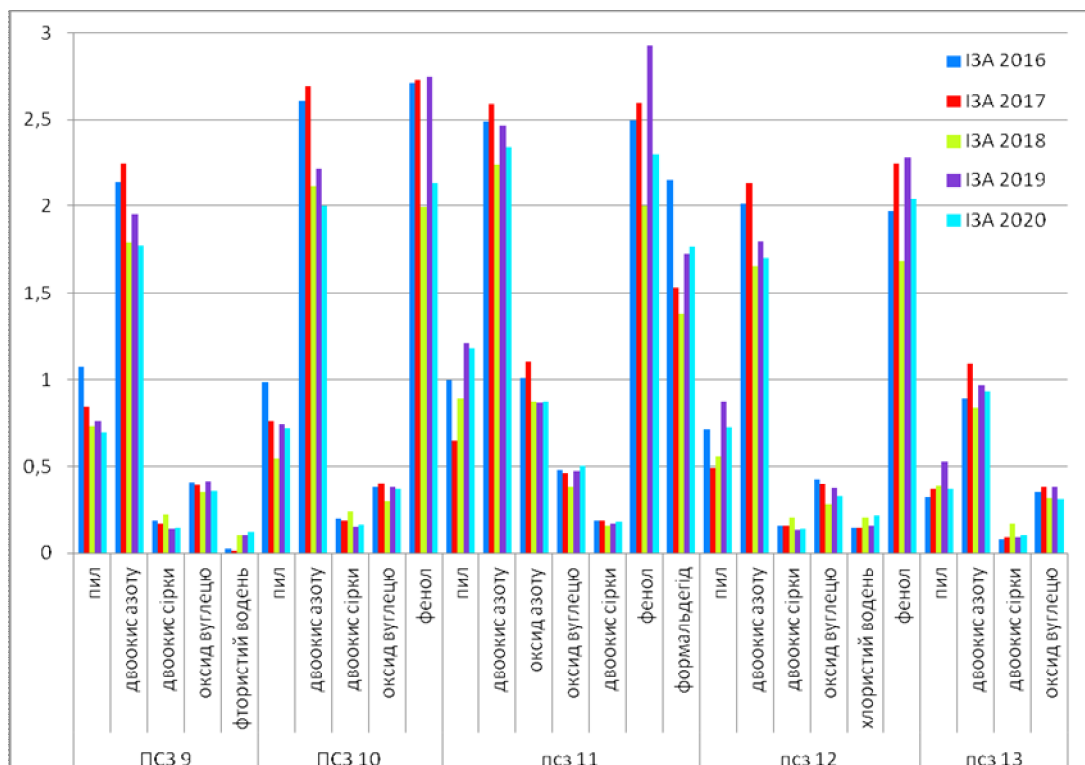


Рис. 3. ІЗА на по постах спостереження за період 2016—2020 рр

Найбільші значення ІЗА спостерігаються у 2017 та 2019 році, найменші — у 2020 р. Тобто, за останній рік спостерігається тенденція до незначного зменшення рівня забруднення атмосферного повітря забруднювальними речовинами. Найбільші значення ІЗА, що перевищують 1, відзначаються для таких речовин, як пил, діоксид азоту, оксид азоту, фенол та формальдегід.

Рівні КІЗА відрізняються в залежності від району міста та локації поста, його віддаленості від джерел забруднення. Наприклад, пост № 13, що знаходиться на правому березі міста, показує найнижчі рівні забруднення, які не перевищують 2 одиниць, а пости, які розташовані в центрі міста в безпосередній близькості до основного промислового комплексу, сягають величин у 7 або більше одиниць. На найближчому до промислового комплексу посту спостережень № 11 комплексний індекс забруднення атмосфери є найвищим та сягає 9,8, що відповідає високому рівню. Результати розрахованих КІЗА наведені у табл. 3 [3].

Таблиця 3. Результати розрахунку КІЗА на ПСЗ

№ з/п	Пост спостереження рік	№9, вул. Рекордна, 2	№10, бульвар Шевченка, 25	№11, вул. Миру, 1	№12, вул. Шкільна, 24 а	№13, пров. Черкаський
1.	2016	3,8	6,9	8,8	5,3	1,6
2.	2017	3,7	6,8	8,0	5,4	1,93
3.	2018	3,2	6,1	7,9	4,6	1,7
4.	2019	3,4	6,24	9,8	5,6	1,96
5.	2020	3,1	5,4	9,2	5,2	1,7

Динаміка змін КІЗА окремо по постах спостережень за останні п'ять років представлена на рис. 4.

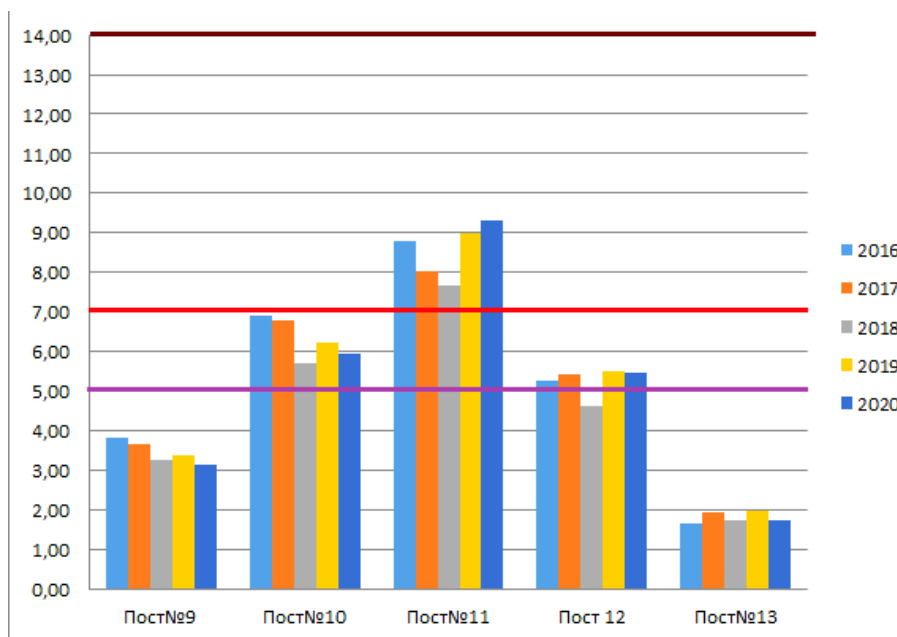


Рис. 4. КІЗА (середні значення) по постах спостереження за період 2016–2020 рр

Аналіз розрахунків показав, що в м. Запоріжжі максимальні значення ІЗА відзначаються для таких забруднювальних речовин, як пил, формальдегід, діоксид азоту, оксид азоту та фенол. ІЗА інших забруднювальних речовин не перевищують одиницю, це означає, що за їх вмістом якість повітря в Запоріжжі відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. При цьому в умовно «екологічно чистих» районах міста — Олександрівському (пост № 9) та Дніпровському (пост № 13) рівень КІЗА складає відповідно в середньому близько 4 та 2 відповідно. Слід зауважити, що пости в цих районах максимально віддалені від основного промислового майданчика, рівень забруднення не перевищує встановлену норму для рівня «безпечний».

Отже, розрахунки КІЗА на постах показали їх неоднорідність, перелік вимірюваних речовин не є уніфікованим для всіх постів. Найбільший рівень КІЗА спостерігається на постах, що розміщені у зоні впливу основного промислового майданчика. В інших районах міста, де

наявний промисловий потенціал, спостереження не ведуться і оцінити рівень якості повітря за даними гідрометслужби неможливо.

Також методикою розрахунків КІЗА не передбачено групи сумачій, яких наразі налічується 51. Найбільш типовими сумачіями для міста Запоріжжя є групи сумачії: № 39 — сірчистий ангідрид і діоксид азоту; № 40 — сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, фенол і пил конверторного виробництва; № 41 — сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, діоксид азоту і фенол; № 42 — сірчистий ангідрид і фенол; № 43 — сірчистий ангідрид і фтористий водень. Сумачії відображають характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосфері токсикантів. При цьому сума концентрацій декількох речовин, що присутні у атмосфері та здатні діяти спільно, не повинна перевищувати одиниці.

Загалом викиди шкідливих речовин здійснюють підприємства практично всіх галузей індустрії: чорної і кольорової металургії, авіаційної промисловості, машинобудування, легкої, харчової промисловості, виробництва будівельних матеріалів, поліграфії, великими хімічними виробництвами, а також автотранспортом. Для покращення ситуації необхідно терміново вжити заходи, які, з одного боку, були б спрямовані на зменшення викидів забруднювальних речовин з боку підприємств та автотранспорту, а з іншого — на збільшення кількості багаторічних зелених насаджень, що сприяють очищенню атмосферного повітря. Не менш важливим являється вирішення задач щодо покращення якості атмосферного повітря через вдосконалення системи моніторингу (оптимізація мережі спостережень, збільшення переліку домішок, які визначаються). Комплексне впровадження даних заходів забезпечить максимальний ефект у підвищенні якості повітряного басейну міста Запоріжжя [10].

Висновки

1. Визначено, що стан системи моніторингу повітря м. Запоріжжя потребує технічної та якісної реформації, рівень забруднення повітря у досліджуваний період відзначається високим, має нерівномірний розподіл по районах. Максимальні показники забруднення спостерігались по формальдегіду, оксидам азоту, фенолу та пилу загального.

2. Криза техногенного навантаження на місто Запоріжжя погіршується кліматичними особливостями регіону та існуючим зонуванням. В районах міста, які планувалися винятково під житлову забудову, також розташовані різноманітні підприємства металургії та хімічної промисловості. Система моніторингу якості повітря у місті є недосконалою, встановлені у 70-х роках минулого століття пости спостереження ручного відбору проб технічно застарілі, відбір проб, який здійснюється на переважній кількості постів у денний час не дозволяє оцінити якість повітря. Пости розташовані лінійно, з 7 адміністративних районів мережею охоплено лише три. Стан забруднення міста залишається високим, зберігає монотонну тенденцію рівня забруднення з невеликими коливаннями, які залежать від економічних чинників. Викиди забруднювальних речовин оцінюються за даними форми статистичної звітності 2тп повітря, однак велика частина підприємств, які не належать до переліку підзвітних, залишається поза увагою чинних оцінок рівня забруднення.

3. Розрахунки КІЗА на постах показали їх неоднорідність, перелік вимірюваних речовин не є уніфікованим для всіх постів. Найбільший внесок у формування КІЗА здійснює формальдегід. Істотними також є концентрації оксидів азоту, фенолу та пилу загального. Екологічний моніторинг в м. Запоріжжі, який здійснює ЗЦГМ, не включає вимірювання небезпечних токсикантів, наявність яких є характерною для великих міст. Найбільший рівень КІЗА спостерігається на постах, які розміщені у зоні впливу основного промислового майданчика. В інших районах міста, де наявний промисловий потенціал, спостереження не ведуться, оцінити рівень якості повітря за даними гідрометслужби неможливо.

Список використаної літератури

1. Кауля В.С. Прогнозування динаміки забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Актуальні питання біології, екології та хімії*. 2015. Том 9, № 1. С. 56–63.

2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2019 році. Запорізька обласна державна адміністрація, м. Запоріжжя, Запорізька обласна державна адміністрація, 2020. С. 26–38.
3. Пірогова І.М., Белоконь К.В., Єрмоєнко В.О., Олійник О.В. Визначення рівня забруднення атмосфери м. Запоріжжя на основі індексу забруднення атмосфери. Міжнародна науково-практична конференція «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону». Запоріжжя : ІННІ ЗНУ, 2020. С. 392–395.
4. Белоконь К.В., Манідіна Є.А., Куранова Я.О. Дослідження впливу викидів металургійних підприємств на забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Металургія*. 2018. Вип. 1 (39). С. 136–140.
5. Белоконь К.В. Дослідження впливу викидів промислових підприємств на забруднення атмосферного повітря в Заводському районі м. Запоріжжя. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2018. Вип. 2 (33). С. 91–96.
6. Белоконь К. В., Михайлуца О. М., Зануда Т. О., Тарабан Є. В. Прогнозування розсіювання в атмосферному повітрі викидів промислових підприємств, що містять оксид вуглецю і вуглеводні. *Збірник наукових праць Дніпровського державного технічного університету (технічні науки)*. 2019. № 2 (35). С. 104–109.
7. Колесник В.Є., Павличенко А.В., Калініна К.Р. Екологічна класифікація якості атмосферного повітря за комплексними індексами його забруднення. *Геотехнічна механіка*. 2017. Вип. 137. С. 156–169.
8. Доценко Л.В., Демиденко А. С. Порівняльний аналіз методів визначення рівня забруднення атмосферного повітря. *Екологічна безпека*. 2014. Вип. 2. С. 71–74.
9. Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1986. 116 с.
10. 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. Т. 6. № 4. С. 671–680.

ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION IN ZAPORIZHZHYA

Belokon K., Pirogova I.

Abstract

One of the regions of Ukraine, which is subject to significant man-made impacts on the atmospheric air, is the city of Zaporizhzhya. The paper presents the results of assessing the quality of atmospheric air based on the calculation of the air pollution index and the integrated air pollution index of the city of Zaporizhzhya. For the assessment, the data of long-term observations at the stationary posts of the city for 2016—2020 were used for the main pollutants. A list of the main pollutants (formaldehyde, dust, carbon monoxide, phenol, nitrogen oxides, sulfur dioxide) and the contribution of each of them to the general level of atmospheric pollution has been determined.

The calculations of air pollution indices were carried out for the average daily concentrations of substances for each observation post in Zaporizhzhya for the study period 2016—2020. The calculation of the air pollution indices for the posts was carried out for all concentrations of the investigated substances, except for hydrogen sulfide due to the lack of data for it. The highest values of the indices are observed in 2017 and 2019, the lowest — in 2020. Over the past year, there has been a tendency towards a slight decrease in the level of air pollution by pollutants. The highest values of indices exceeding 1 are noted for substances such as dust, nitrogen dioxide, nitrogen oxide, phenol and formaldehyde.

Calculations of the integrated index of atmospheric pollution at posts showed their heterogeneity, the list of measured substances is not unified for all posts. Formaldehyde, nitrogen oxides, phenol and dust make the largest contribution to the formation of the integrated air pollution index. Environ-

mental monitoring in the city of Zaporizhzhya does not include measurements of hazardous toxicants, the presence of which is typical for large cities.

The highest level of the integrated air pollution index is observed at the posts located in the zone of influence of the main industrial site, and reaches values of 5,4—9,8, which corresponds to a high level. In other areas of the city, where there is industrial potential, observations are not carried out; it is impossible to assess the level of air quality according to the data of the hydrometeorological service.

References

- [1] Kaulya, V.S. (2015). Prohnozuvannya dynamiky zabrudnennya atmosferneho povitrya m. Zaporizhzhya. [Forecasting the dynamics of air pollution in the city of Zaporizhzhya]. *Aktualni pytan-nya biolohiyi, ekolohiyi ta khimiyi – Topical issues of biology, ecology and chemistry*, Tom 1, P. 56–63 [in Ukraine].
- [2] Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha u Zaporizkiy oblasti u 2019 rotsi. Zaporizka oblasna derzhavna administratsiya, m. Zaporizhzhya, Zaporizka oblasna derzhavna administratsiya, 2020. P. 26–38.
- [3] Pirogova, I.M., Belokon, K.V., Eremenko, V.A., & Oleinik, O.V. (2020). Vyznachennya rivnya zabrudnennya atmosfery m. Zaporizhzhya na osnovi indeksu zabrudnennya atmosfery [Determination of the level of atmospheric pollution in Zaporizhzhya based on the air pollution index]. Mizhnarodna naukovo-praktychna konferentsiya «Bioekonomika yak klyuchovyy faktor rozvytku vyrobnytstva ta ekolohizatsiyi promyslovoho rehionu»: *The International Scientific and Practical Conference «Bioeconomics as a key factor in the development of production and the greening of the industrial region»*. (pp. 392–395). Zaporizhzhya: Engineering Research Institute ZNU [in Ukraine].
- [4] Belokon, K.V., Manidina, E.A., & Kuranova, Ya.A. (2018). Doslidzhennya vplyvu vykydiv metalurhiynykh pidpryyemstv na zabrudnennya atmosferneho povitrya m. Zaporizhzhya. [Study of the influence of emissions from metallurgical enterprises on air pollution in the city of Zaporizhzhya]. *Metalurhiya – Metallurgy*, 1 (39), P. 136–140 [in Ukraine].
- [5] Belokon, K.V. (2018). Doslidzhennya vplyvu vykydiv promyslovykh pidpryyemstv na zabrudnennya atmosferneho povitrya v Zavodskom rayoni m. Zaporizhzhya. [Study of the influence of industrial emissions on air pollution in the Zavodskoy district of Zaporizhzhya]. *Zbirnyk naukovykh prats Dniprovskoho derzhavnogo tekhnichnoho universytetu (tekhnichni nauky) – Collection of scientific papers of the Dnieper State Technical University (technical sciences)*, 2 (33), P. 91–96 [in Ukraine].
- [6] Belokon, K.V., Mikhaylutsa, A.N., Zanuda, T.A., & Taraban, E.V. (2019). Prohnozuvannya roz-siyuvannya v atmosfernomu povitri vykydiv promyslovykh pidpryyemstv, shcho mistyat oksyd vuhletsyu i vuhlevodni. [Prediction of dispersion in the atmospheric air of emissions from industrial enterprises containing carbon monoxide and hydrocarbons]. *Zbirnyk naukovykh prats Dniprovskoho derzhavnogo tekhnichnoho universytetu (tekhnichni nauky) – Collection of scientific papers of the Dnieper State Technical University (technical sciences)*, 2 (35), 104–109 [in Ukraine].
- [7] Kolesnik, V.E., Pavlichenko, A.V., & Kalinina, K.R. (2017). Ekolohichna klasyfikatsiya yakosti atmosferneho povitrya za kompleksnymy indeksamy yoho zabrudnennya. [Environmental classification of atmospheric air quality by complex indices of its pollution]. *Heotekhnichna mekhanika – Geotechnical mechanics*, 137. P. 156–169 [in Ukraine].
- [8] Dotsenko, L.V., & Demidenko, A.S. (2014). Porivnyalnyy analiz metodiv vyznachennya rivnya zabrudnennya atmosferneho povitrya. [Comparative analysis of methods for determining the level of air pollution]. *Ekolohichna bezpeka – Environmental Safety*, 2, P. 71–74 [in Ukrainian].
- [9] Bezuglaya, E.Yu. (1986). *Monitoring sostoyaniya zagryazneniya atmosfery v gorodakh*. [Monitoring of the state of air pollution in cities]. Leningrad: Gidrometeoizdat [in Russian].
- [10] 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*, T. 4, P. 671–680 [in English].