
ЕКОЛОГІЧНИЙ МОНІТОРИНГ

УДК 502.3:613.15:519.246

DOI <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2024.eco.4-55.2>

ОГЛЯД СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ОДЕСА ЗА ДАНИМИ МАРШРУТНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Бургаз О.А., Гарабазій Т.А., Тимошук М.О.

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова

вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса

alexburgaz84@gmail.com

Одеса одне з найбільших міст України, важливий транспортний, індустріальний, науковий, культурний і курортний центр з населенням 1013,4 тис. осіб. Всебічне дослідження екологічного стану атмосферного повітря міста Одеса є задачею вкрай актуальною. Вона не може бути вирішена без ретельного і всебічного вивчення характеру забруднення повітряного басейну шкідливими домішками.

В роботі були використані дані спостережень концентрацій забруднюючих речовин, які вимірювались пересувною муніципальною лабораторією в 24-ох затверджених точках контролю агломерації Одеса за кожен місяць 2021 року.

Спостереження пересувною лабораторією проводяться для отримання об'єктивної оцінки про забруднення атмосферного повітря. Разом з тим, результати таких вимірювань потребують всебічного критичного осмислення, оскільки виникає проблема значного обмеження довжини рядів маршрутних спостережень. Це, в свою чергу, робить неможливим розрахунок статистичних показників забруднення атмосферного повітря згідно діючих нормативних документів. З іншого боку, результати маршрутних спостережень дають змогу оцінки екологічного стану повітря в районах де відсутні стаціонарні пости спостережень.

Проведена перевірка статистичних характеристик рядів спостережень дає змогу стверджувати, про їх відповідність вимогам достовірності (надійності). Висновок про достовірність робилася на основі порівняння відношення величини статистичного показника до його помилки репрезентативності з t – критерієм. В якості t – критерію використовується критерій Стюдента.

За результатами вимірювань вмісту забруднюючих речовин у 2021 році зафіксовані перевищення ГДК_{мр} вмісту оксиду вуглецю. Перевищення фіксуються у лютому-березні та наприкінці осені – початку зими.

Перевищень концентрацій пилу та діоксиду сірки в атмосферному повітрі у 2021 році не зафіксовано.

Основним джерелом надходження забруднювачів в повітря можна вважати автотранспорт. При цьому значну роль у накопиченні або розсіюванні домішок в атмосфері відіграють метеорологічні умови. Особливо явно це проявляється у розподілі вмісту пилу у повітрі. *Ключові слова:* атмосферне повітря, забруднення, моніторинг, маршрутний пост, пил, оксид вуглецю, діоксид сірки.

Overview of the atmospheric air pollution state in the Odesa according to the route observations data. Burhaz O., Harabazhii T., Timoshchuk M.

Odesa is one of the largest cities of Ukraine, an important transport, industrial, scientific, cultural and resort center with a population of 1,013,400 people. A comprehensive study of the atmospheric air ecological state in Odesa is an extremely urgent task. It cannot be solved without a thorough and comprehensive study of the air pollution character by harmful impurities.

The paper used the observations data of pollutants concentrations, which were measured by a mobile municipal laboratory at 24 approved control points of the Odesa agglomeration for each month of 2021.

Observations by a mobile laboratory are conducted to obtain an objective assessment of atmospheric air pollution. At the same time, the results of such measurements require a comprehensive critical understanding, as there is a problem of significantly limiting the length of the series of route observations. This, in turn, makes it impossible to calculate statistical indicators of atmospheric air pollution in accordance with current regulatory documents. On the other hand, the results of route observations make it possible to assess the ecological state of the air in areas where there are no stationary observation posts.

The conducted verification of the statistical characteristics of the observations series makes it possible to assert that they meet the requirements of reliability. The conclusion about reliability was made on the basis of comparing the ratio of the statistical indicator value to its representativeness error with the t -criterion. Student's criterion is used as the t -criterion.

According to the results of measurements of the pollutants content in 2021, the exceedance of the maximum permissible limit for the content of carbon monoxide was recorded. Excesses are recorded in February-March and at the end of autumn-beginning of winter.

No excesses of dust and sulfur dioxide concentrations in atmospheric air were recorded in 2021.

Motor vehicles can be considered the main source of pollutants entering the air. At the same time, meteorological conditions play a significant role in the accumulation or dispersion of impurities in the atmosphere. This is especially evident in the distribution of dust content in the air. *Key words:* atmospheric air, pollution, monitoring, route post, dust, carbon oxide, sulfur dioxide.

Актуальність дослідження. Одеса одне з найбільших міст України, важливий транспортний, індустріальний, науковий, культурний і курортний центр з населенням 1013,4 тис. осіб [1].

Сьогодні місто знаходиться в зоні потужного антропогенного впливу. Така ситуація складається внаслідок незбалансованого використання природних ресурсів в останні десятиліття. Особливістю районів рекреаційного господарства є близькість розташування об'єктів енергетичного і нафтоперевалочного комплексів і транспортних магістралей [2].

На основі порівняння індексу забруднення атмосферного повітря у 2021 році для міст України, де проводять спостереження гідрометеорологічні організації, Одеса займає четверте місце серед найзабрудненіших міст України [3].

Таким чином, всебічне дослідження екологічного стану атмосферного повітря міста Одеса є задачею вкрай актуальною. Вона не може бути вирішена без ретельного і всебічного вивчення характеру забруднення повітряного басейну шкідливими домішками.

Мета роботи. Дослідження стану забруднення атмосферного повітря м. Одеса діоксидом сірки (SO_2), оксидом вуглецю (CO) та пилом.

Методи дослідження. В роботі були використані дані спостережень концентрацій забруднюючих речовин, які вимірювались пересувною муніципальною лабораторією в 24-ох затверджених точках контролю агломерації Одеса за кожен місяць 2021 року. Спостереження за концентраціями забруднювачів проводяться КП «Муніципальний центр екологічної безпеки» Одеської міської ради.

Спостереження пересувною лабораторією проводяться для отримання об'єктивної оцінки про забруднення атмосферного повітря, в затверджених точках контролю, розташованих на перетині транспортних магістралей міста, на кордонах санітарно-захисних зон потенційно небезпечних об'єктів м. Одеси, в прибережній зоні, а також в парках і скверах, з автоматичним відбором проб і вимірами концентрацій газоаналізаторами. В кожній точці спостережень пересувна муніципальна лабораторія, проводить від 2 до 6 відборів проб атмосферного повітря на місяць згідно до затвердженого плану. Дані представляють собою осереднені значення вимірювань концентрацій забруднювачів.

Надання надійної оцінки стану атмосферного повітря вимагає проведення значної кількості спостережень за вмістом забруднюючих речовин. Так згідно [4], для визначення середньомісячних концентрацій забруднювачів необхідно, як мінімум, 20 середньодобових чи разових концентрації, отриманих протягом місяця. Однак перед нами постає проблема обмеженості набору результатів спостереження за параметрами навколишнього середовища. В такому випадку виникає питання можливості їх використання.

Використання обмежених рядів спостережень можливо після оцінки їх достовірності. Серед мето-

дів оцінки достовірності розрізняють параметричні і непараметричні.

Як параметричні, так і непараметричні методи, які використовувались для порівняння результатів досліджень, тобто для порівняння вибірових сукупностей, полягають у застосуванні певних формул і розрахунку певних показників у відповідності із запропонованими алгоритмами. У кінцевому результаті вираховується певна числова величина, яку порівнюють з табличними пороговими значеннями. Критерієм достовірності буде результат порівняння отриманої величини і табличного значення при даному числі спостережень (або ступенів свободи) і при заданому рівні безпомилкового прогнозу.

Таким чином, у статистичній процедурі оцінки основне значення має отриманий критерій достовірності, тому сам спосіб оцінки достовірності в цілому іноді називають тим чи іншим критерієм за прізвиськом автора, який запропонував його в якості основи методу [5, 6].

Одиниці вибіркової сукупності (варіанти) повинні бути відібрані так, щоб по них з достатньою точністю можна було судити про властивості генеральної сукупності. Найчастіше в дослідженнях проводиться відбір так званих «типових» представників генеральної сукупності. Такий підхід суб'єктивний і не може служити основою отримання якісної інформації. Задана точність у характеристиці генеральної сукупності забезпечується випадковим відбором необхідної кількості варіант [7].

На початковому етапі перевірки достовірності отриманої інформації розраховуються її статистичні характеристики. До таких характеристик відносяться середнє арифметичне ряду, середньоквадратичне відхилення.

Середня величина сукупності розраховується за формулою:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (1)$$

де: x_i – члени вибірки; n – об'єм вибірки.

Середньоквадратичне відхилення (СКВ) – основний показник варіації, що характеризує варіювання значень ознаки навколо центру розподілу, визначається за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n}}. \quad (2)$$

Після визначення статистичних параметрів вихідного ряду даних здійснюється розрахунок помилок репрезентативності.

Помилка середньої величини обчислюється за формулою:

$$m_x = + \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (3)$$

Помилка стандартного відхилення обчислюється за формулою

$$m_{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{2n}}. \quad (4)$$

Достовірність статистичних показників (надійність) є відношення величини статистичного показника до його помилки репрезентативності. Висновок про достовірність того чи іншого показника робиться на основі порівняння отриманого відношення з t – критерієм: якщо відношення більше t – критерію то статистичний показник достовірний.

В якості t – критерію використовується критерій Стюдента, що визначається за таблицями виходячи з числа ступенів свободи ($n-1$) і рівня значущості (ступеня ймовірності безпомилкового прогнозу) [8, 9]. Значення t – критерію дорівнює 2,201 для вибірок з 11 членів та 2,228 для вибірок з 10 членів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню стану забрудненості атмосферного повітря міст України в наукових публікаціях присвячено багато уваги [2, 11–14]. У них застосовуються різні методологічні підходи, в тому числі системний аналіз інформації про рівні концентрацій забруднюючих речовин, що вимірюються на постах спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) мережі державного моніторингу атмосферного повітря населених пунктів України.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконано в рамках НДР «Дослідження відповідності значення ІЗА екологічному стану атмосферного повітря міста» за номером Державної реєстрації 0122U200764. Тематика дослідження є основним та багаторічним науковим напрямом діяльності кафедри екологічного права і контролю Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова.

Результати досліджень. У дослідженні, використовувались дані спостережень концентрацій (q) забруднюючих речовин, що вимірювались пересувною муніципальною лабораторією. Мережа точок спостереження наводиться на рисунку 1. У січні 2021 року спостереження не проводились. На деяких з точок (1–4 та 17–24) спостереження у червні також не проводились. Враховуючи це, об'єми вибірок (n) у 2021 році складають 10–11 членів.

У табл. 1 приведені результати оцінок достовірностей статистичних характеристик рядів спостережень за концентраціями CO , пилу та SO_2 . Перевірка достовірності проводилася за описаною вище методикою.

Результати розрахунків дають змогу стверджувати, що статистичні характеристики рядів спостережень відповідають вимогам їх достовірності (надійності). Розраховані значення надійності математичного сподівання та середнього квадратичного відхилення в усіх випадках перевищують значення t – критерію. Таким чином, ми робимо висновок, що ряди виміряних концентрацій забруднювачів можуть

з достатньою надійністю характеризувати стан атмосферного повітря в районі точок спостережень.

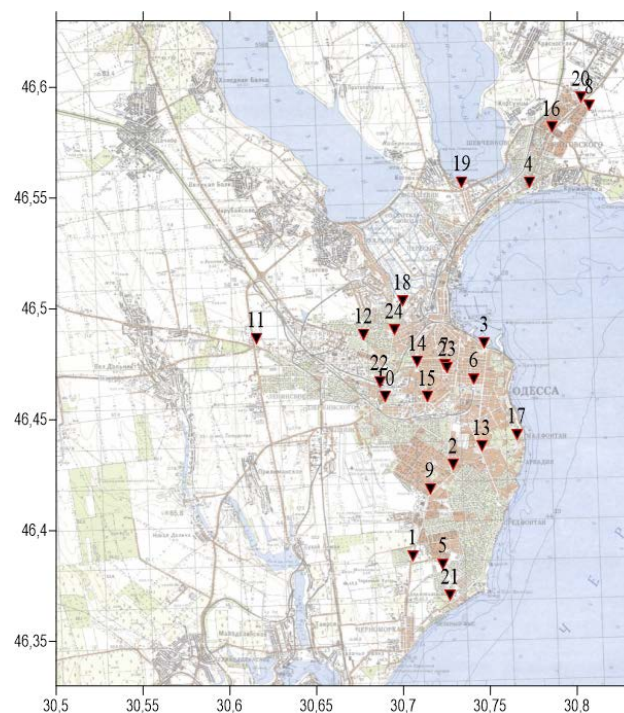


Рис. 1. Точки відбору проб атмосферного повітря пересувною муніципальною лабораторією

Оскільки, згідно [4], кількість проведених вимірів не дозволяє визначити середньомісячні концентрації, осереднені значення вмісту забруднюючих речовин більш коректно порівнювати з ГДК максимально – разовими (ГДК_{мр}). Для пилу ГДК_{мр} становить 0,5 мг/м³, оксиду вуглецю – 5 мг/м³, діоксиду сірки – 0,5 мг/м³ [15].

Стан забруднення атмосфери міста оксидом вуглецю. Оксид вуглецю відноситься до переліку найпоширеніших забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню [16]. За даними [17], в атмосферному повітрі міста спостерігається загальне зменшення концентрації CO , а його надходження пов'язане, в першу чергу, з автотранспортом.

На рис. 2 представлені часові зміни концентрації оксиду вуглецю в точках моніторингу. Як видно з рисунку, CO характеризується досить значними концентраціями від 3 до 6,5 мг/м³. Найбільші концентрації спостерігалися в районі точки 6 – Залізничний вокзал у серпні (6 мг/м³) та листопаді-грудні (6,2 та 6,5 мг/м³).

Перевищення ГДК_{мр} фіксуються також в районі площі Толбухіна в грудні (точка 2), в районі точки 13 (5 ст. Великого Фонтану) у березні та листопаді, а також автовокзалу (точка 14) в лютому та з серпня по грудень.

Слід зазначити, що райони перевищення концентрацій CO нормативних значень – це досить навантажені транспортом ділянки автошляхів міста.

Таблиця 1

Результати розрахунків статистичних характеристик рядів даних вмісту забруднюючих речовин в точках спостережень (Одеса, 2021 р.)

Номер точки	n	СО				Пил				SO ₂			
		m_x	m_σ	достов. середнього	достов. СКВ	m_x	m_σ	достов. середнього	достов. СКВ	m_x	m_σ	достов. середнього	достов. СКВ
1	10	0,11	0,075	38,51	4,47	0,011	0,0078	5,99	4,47	0,002	0,0010	29,49	4,47
2	10	0,19	0,137	23,41	4,47	0,003	0,0024	10,05	4,47	0,002	0,0017	17,84	4,47
3	10	0,11	0,077	35,86	4,47	0,004	0,0028	8,72	4,47	0,004	0,0031	10,86	4,47
4	10	0,05	0,039	56,52	4,47	0,002	0,0016	9,44	4,47	0,002	0,0010	23,84	4,47
5	11	0,21	0,146	20,41	4,69	0,001	0,0006	32,92	4,69	0,001	0,0005	55,22	4,69
6	11	0,20	0,141	26,33	4,69	0,005	0,0038	5,86	4,69	0,002	0,0014	22,74	4,69
7	11	0,12	0,084	30,48	4,69	0,006	0,0039	8,56	4,69	0,001	0,0009	33,41	4,69
8	11	0,20	0,143	16,71	4,69	0,004	0,0030	9,1	4,69	0,001	0,0010	30,39	4,69
9	11	0,19	0,134	19,87	4,69	0,005	0,0035	7	4,69	0,001	0,0008	35,08	4,69
10	11	0,06	0,041	68,70	4,69	0,007	0,0049	7,3	4,69	0,003	0,0023	16,63	4,69
11	11	0,16	0,117	25,42	4,69	0,008	0,0059	6,372	4,69	0,002	0,0011	31,93	4,69
12	11	0,11	0,076	40,11	4,69	0,009	0,0066	5,12	4,69	0,002	0,0014	23,26	4,69
13	11	0,14	0,098	35,07	4,69	0,008	0,0059	6,2	4,69	0,002	0,0014	25,70	4,69
14	11	0,17	0,124	29,67	4,69	0,009	0,0062	6,13	4,69	0,002	0,0010	33,32	4,69
15	11	0,13	0,090	31,45	4,69	0,008	0,0058	6,07	4,69	0,003	0,0020	18,29	4,69
16	11	0,11	0,079	37,77	4,69	0,007	0,0051	6,23	4,69	0,006	0,0042	9,03	4,69
17	10	0,17	0,123	18,24	4,47	0,005	0,0035	6,79	4,47	0,004	0,0025	11,60	4,47
18	10	0,11	0,081	34,66	4,47	0,006	0,0043	6,9	4,47	0,002	0,0013	26,98	4,47
19	10	0,08	0,056	38,38	4,47	0,004	0,0028	6,99	4,47	0,002	0,0017	15,46	4,47
20	10	0,13	0,092	31,54	4,47	0,011	0,0075	4,56	4,47	0,006	0,0043	9,60	4,47
21	10	0,07	0,052	52,64	4,47	0,006	0,0044	5,97	4,47	0,002	0,0016	18,92	4,47
22	10	0,13	0,094	33,00	4,47	0,010	0,0071	5,05	4,47	0,001	0,0010	32,83	4,47
23	10	0,16	0,110	25,06	4,47	0,008	0,0055	5,49	4,47	0,002	0,0012	28,01	4,47
24	10	0,10	0,073	38,03	4,47	0,007	0,0050	6,75	4,47	0,002	0,0011	28,06	4,47

Звертає на себе увагу різке зниження вмісту СО у жовтні в районах розташування точок 5, 7, 8, 9, 17, 18, 23 та 24. Чим обумовлене таке зниження, наразі потребує подальшого дослідження, оскільки точки розташовуються в різних районах міста з різними умовами накопичення та розсіювання домішок.

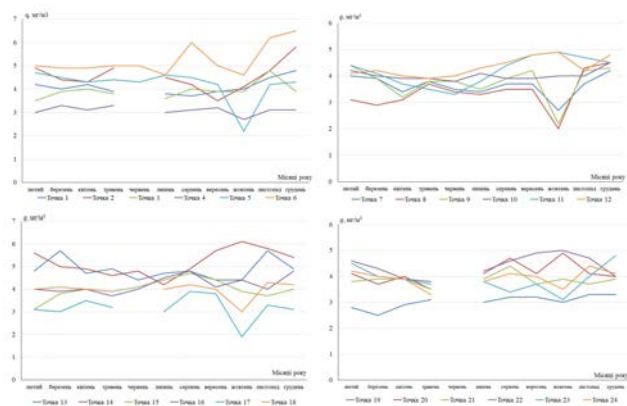


Рис. 2. Концентрації СО в точках спостережень (Одеса, 2021)

Стан забруднення атмосфери міста пилом. На рисунку 2 представлені часові зміни вмісту пилу в атмосферному повітрі міста Одеса.

Розглядаючи рисунок, можна дійти висновку, що на запиленість атмосфери міста суттєво впливають метеорологічні умови. Як бачимо, найбільші концентрації пилу спостерігаються в теплий сухий період року – з середини весни до кінця осені.

В цілому по місту спостерігаються значення вмісту пилу від 0,011 до 0,111 мг/м³, тобто від 0,02 ГДК_{мр} до 0,22 ГДК_{мр}.

Досить незвичайними є зміни концентрацій пилу в районі точки 8 та точки 9. Незважаючи на те, що це діаметрально протилежні райони міста, зміни вмісту пилу тут відбуваються майже синхронно. Причому величини концентрацій пилу також співставні.

Стан забруднення атмосфери міста діоксидом сірки. Часові особливості змін концентрації SO₂ можна бачити на рис. 4.

Аналізуючи рисунок, слід відмітити, що вміст SO₂ на усіх точках спостережень в усі сезони року не перевищує ГДК_{мр} і коливаються в межах від 0,04 ГДК_{мр} (точка 17, жовтень) до 0,17 ГДК_{мр} (точка 3 в серпні, точка 16 у грудні, точка 20 у вересні).

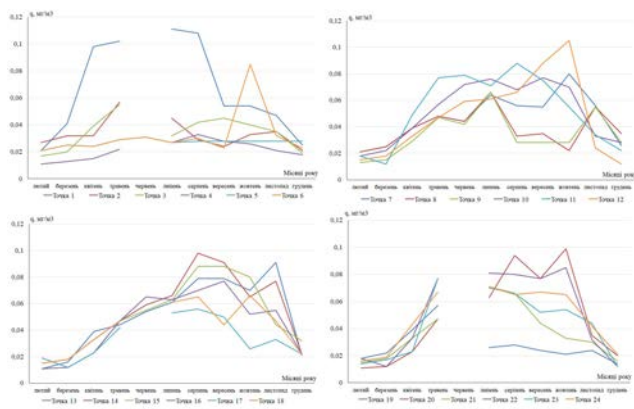


Рис. 3. Концентрації пилу в точках спостережень (Одеса, 2021)

З точки зору забруднення атмосферного повітря міста Одеса діоксидом сірки, ситуація досить складна. Слід враховувати, що спостереження відбувались в різних районах міста, в різні проміжки часу, а отже з різними умовами накопичення/розсіювання домішок. Такі особливості суттєво ускладнюють аналіз екологічного стану повітря.

Так ми можемо бачити синхронні зміни концентрації SO_2 в районі точок 16 та 17 незважаючи на те, що точка 16 розташовується в районі крупного перехрестя навантажених автодоріг, а точка 17 у прибережній частині міста (Французький бульвар, 85), де відсутні промислові підприємства і крупні автошляхи.

З огляду на рисунок 4, доцільно зазначити, що з лютого по травень зміни концентрації SO_2 атмосфері міста в усіх точках спостережень відбуваються подібно. Починаючи з червня розбіжність концентрацій діоксиду сірки в різних районах міста стають досить значущими.

Висновки. Спостереження пересувною лабораторією проводяться для отримання об'єктивної оцінки про забруднення атмосферного повітря. Разом з тим, результати таких вимірювань потребують всебічного критичного осмислення, оскільки виникає проблема значного обмеження довжини рядів маршрутних спостережень. Це, в свою чергу, унеможливає розрахунок статистичних показників забруднення атмосферного повітря згідно діючих нормативних документів. З іншого боку, результати маршрутних спостережень дають змогу оцінки еко-

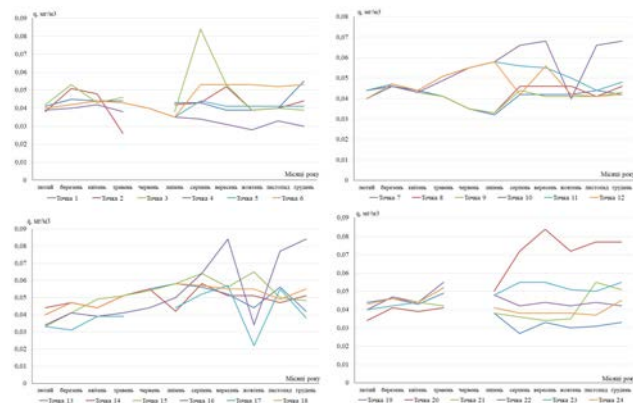


Рис. 4. Концентрації SO_2 в точках спостережень (Одеса, 2021)

логічного стану повітря в районах де відсутні стаціонарні пости спостережень.

В роботі, нами було використані дані маршрутних спостережень за станом забруднення атмосферного повітря міста Одеса у 2021 році. Вимірювання концентрацій забруднюючих речовин в 2021 році проводилися на 24 точках. Проведена перевірка статистичних характеристик рядів спостережень дає змогу стверджувати, про їх відповідність вимогам достовірності (надійності).

За результатами вимірювань вмісту забруднюючих речовин у 2021 році зафіксовані перевищення ГДК_{мр} вмісту оксиду вуглецю. Перевищення фіксуються у лютому-березні та наприкінці осені-початку зими.

Перевищення концентрацій пилу та діоксиду сірки в атмосферному повітрі у 2021 році не зафіксовано.

Основним джерелом надходження забруднювачів в повітря можна вважати автотранспорт. При цьому значну роль у накопиченні або розсіюванні домішок в атмосфері відіграють метеорологічні умови. Особливо явно це проявляється у розподілі вмісту пилу у повітрі.

Перспективи використання результатів дослідження. На нашу думку, використання результатів маршрутних спостережень для діагностування екологічного стану атмосферного повітря населених місць має значні перспективи. Для міста Одеса це є актуальним з огляду на необхідність реформування діючої системи стаціонарних постів спостереження за забрудненням атмосферного повітря. Маршрутні пости спостережень наразі охоплюють райони міста в яких стаціонарні пости відсутні.

Література

1. Паспорт Одеської області. 2021 рік. URL: https://oda.od.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/pasport_odeskoyi_oblasti_za_2021_rik.pdf
2. Владимірова О.Г, Бургаз О.А., Тимошук М.О. Особливості забруднення атмосферного повітря м. Одеси діоксидом сірки й оксидом вуглецю. *Екологічні науки*. Вип. 1 (34). 2021. С. 44–50. URL: <https://doi.org/10.32846/2306-9716/2021.eco.7-34.8>.
3. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2021 році. URL: <https://mepr.gov.ua/wp-content/uploads/2023/01/Natsdopovid-2021-n.pdf>
4. РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. Москва: Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР. 1991. 556 с.

5. Єременко В.С., Куц Ю.В., Мокійчук В.М., Самойліченко О.В. Статистичний аналіз даних вимірювань: навч. посіб. К. НАУ. 2013. 320 с.
6. Бургаз О.А., Верлан В.А., Тітяпкин А.С. Оцінка надходження забруднюючих речовин у Чорне море зі стоком головних річок. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Географічні науки*. Вип. 8. 2018 р. С. 164–168.
7. Жлуктенко В.І., Наконечний С.І., Савіна С.С. Теорія ймовірностей і математична статистика: навч.-метод. посіб. У 2 ч. Ч. II. Математична статистика К. КНЕУ. 2001. 336 с.
8. Бургаз О.А., Верлан В.А., Тітяпкин А.С. Оцінка надходження забруднюючих речовин в Чорне море зі стоком річки Дунай. *Молодий вчений*. Херсон, 2017. № 9. С. 38–42.
9. Горват А.А., Молнар О.О., Мінькович В.В. Методи обробки експериментальних даних з використанням MS Excel: Навчальний посібник. Ужгород. Видавництво УжНУ «Говерла». 2019. 182 с.
10. Лосва І.Д., Владимирова О.Г., Верлан В.А. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря великого міста: методи аналізу, прогнозу, регулювання: монографія. Одеса: Екологія, 2010. 224 с.
11. Бургаз О.А., Недострелова Л.В., Самойленко В.О. Забруднення атмосферного повітря міста Одеса формальдегідом. Огляд сучасного стану. *Матеріали Четвертої Всеукраїнської наукової конференції «Євроінтеграція екологічної політики України»*. 25 жовтня 2022 р. м. Одеса, Україна, С. 231–235. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/10944>.
12. Салій І.В., Риженко Н.О., Засельський В.Й., Пополов Д.В. Дослідження та шляхи поліпшення екомоніторингу в місті Кривий Ріг. *Екологічні науки*. 2020. № 5(32). С. 16–23.
13. Чугай А.В., Чернякова О.І., Гречанко Е.Р. Забруднення повітряного басейну міст Полтавської області. *Вісник КрНУ імені Михайла Остроградського*. 2020. Вип. 5-6/(124-125). С. 51–56.
14. Лосва І.Д., Снісаренко В.В. Часові зміни концентрації діоксиду азоту в атмосферному повітрі м. Одеса. *Науковий вісник Херсонського державного університету. Серія Географічні науки*. 2017. Вип. 7. С. 173–178.
15. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць: Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14 січня 2020 р. № 52. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>.
16. Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню: Постанова Кабінету Міністрів України від 29 листопада 2001 р. N 1598. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001-%D0%BF#Text>.
17. Просторово-часова оцінка і діагноз стану забруднення атмосферного повітря м. Одеса. Звіт про НДР. № держреєстрації 0117U002426. Одеса. ОДЕКУ. 2020 р. 115 с. URL: <http://eprints.library.odku.edu.ua/id/eprint/9551>.