

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ М. ОДЕСИ ДІОКСИДОМ СІРКИ Й ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ

Владимирова О.Г., Бургаз О.А., Тимошук М.О.

Одеський державний екологічний університет

вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса

veg2008@ukr.net, alexburgaz84@gmail.com, marinodessa@gmail.com

Одеса – сучасний транспортно-логістичний вузол, промисловий, науковий, торговий, туристичний і культурний центр півдня України і всього Причорномор'я, а також великий центр рекреаційного господарства з населенням понад 1 млн жителів.

Нині курортний комплекс виявився в зоні потужного антропогенного впливу внаслідок незбалансованого використання природних ресурсів в останні десятиліття. Особливістю районів рекреаційного господарства є близькість розташування об'єктів енергетичного та нафтоперевалочного комплексів і транспортних магістралей. Тому проблема охорони атмосферного повітря м. Одеса є особливо важливою, і вона не може бути вирішена без всебічного вивчення характеру забруднення повітряного басейну шкідливими домішками. У дослідженні застосовані статистичні методи аналізу випадкових величин. Просторово-часовий аналіз рівня забруднення атмосферного повітря м. Одеса найбільш поширеними забруднюючими речовинами – діоксидом сірки (SO_2) й оксидом вуглецю (CO) – проводився за десятирічний період (2008–2017). Вихідні дані отримані на постах спостереження за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря у місті. Концентрації забруднюючих речовин представлено статистичними параметрами (середніми, максимальними, мінімальними порівняно із середньодобовими гранично допустимими концентраціями ($ГДК_{сд}$), коефіцієнтами асиметрії, ексцесу та модальними значеннями) на восьми ПСЗ. Просторово-часовий аналіз статистичних рядів середньомісячних концентрацій інгредієнтів дозволив виявити особливості динаміки розподілу концентрацій у межах районів розташування ПСЗ. Виявлено тенденції збільшення концентрацій SO_2 і CO в атмосферному повітрі, майже у прибережній курортній зоні міста. Аналіз даних мережі ПСЗ міста показав, що їхнє розташування не дає повною мірою об'єктивно оцінити стан атмосферного повітря. Сім із восьми ПСЗ розташовані у місцях із практично однаковим впливом факторів забруднення, і зовсім відсутні ПСЗ у великих сільських районах міста (таких як Черемушки, Таїрово, Котовського). *Ключові слова:* атмосферне повітря, забруднення, моніторинг, статистичний аналіз, просторово-часова динаміка забруднення.

Peculiarities of atmospheric air pollution of Odesa by sulfur dioxide and carbon oxide. Vladymyrova O., Burgaz O., Timoshchuk M.

Odesa is a modern transport and logistics hub, an industrial, scientific, trade, tourist and cultural center of the south of Ukraine and the whole Black Sea coast, as well as a large center of recreational economy with a population of over 1 million people.

Today, the resort complex is in a zone of powerful anthropogenic impact as a result of unbalanced natural resources use in recent decades. A recreational areas feature is the location proximity of energy and oil transshipment facilities and highways. Therefore, the air protection problem in Odesa is especially important, and it cannot be solved without a comprehensive study of air pollution kind by contaminants. Statistical methods of random variables analysis were used in the research. Spatial-temporal analysis of air pollution level in Odesa by the most common pollutants – sulfur dioxide (SO_2) and carbon monoxide (CO) – was conducted over a ten-year period (2008–2017). The output data were obtained at the air pollution monitoring posts (PMP) of the state monitoring system in the field of air protection in the city. The pollutants concentrations are represented by statistical parameters: (middle, maximum, minimum compared to the average daily maximum allowable concentrations (MAC), coefficients of asymmetry, excess and modal values at eight PMP. Spatial-temporal analysis of monthly mean ingredients concentrations statistical series revealed the peculiarities of the dynamics of the distribution of concentrations within the areas of the PMP location. The study results revealed increasing concentrations of SO_2 and CO trends in the air, almost in the coastal resort area of the city. The analysis of the data of the existing PMP city network showed that their location does not allow to fully objectively assess the state of the air. Seven of the eight PMP are located, almost in places with the same pollution factors impact, and there are no PMP in large residential areas of the city (Cheremushki, Tairovo, Kotovsky). *Key words:* atmospheric air, pollution, monitoring, statistical analysis, spatio-temporal pollution dynamics.

Актуальність дослідження. Одеса – сучасний транспортно-логістичний вузол, промисловий, науковий, торговий, туристичний і культурний центр півдня України та всього Причорномор'я, а також великий центр рекреаційного господарства з населенням понад 1 млн чоловік.

Нині курортний комплекс виявився в зоні потужного антропогенного впливу внаслідок незбалансованого використання природних ресурсів в останні десятиліття. Особливістю районів рекреаційного господарства є близькість розташування об'єктів енергетичного і нафтоперевалочного комплексів і транспортних магістралей.

У рейтингу забрудненості міст України за даними Центральної геофізичної обсерваторії України у першому півріччі 2019 р. м. Одеса посіла третє місце після Маріуполя й Ужгорода.

Тому проблема охорони атмосферного повітря м. Одеса є особливо важливою. Вона не може бути вирішена без ретельного і всебічного вивчення характеру забруднення повітряного басейну шкідливими домішками. Діоксид сірки (SO_2) й оксид вуглецю (CO) належать до числа найпоширеніших речовин, що забруднюють атмосферне повітря [1], дослідження їхнього вмісту і зміни концентрацій є актуальною задачею.

Мета роботи – дослідження стану забруднення атмосферного повітря м. Одеса діоксидом сірки й оксидом вуглецю.

У дослідженні використані статистичні методи обробки й аналізу інформації: перевірена однорідність членів статистичної сукупності; розраховані основні статистичні характеристики, виявлені приховані періодичності у часових рядах концентрацій забруднюючих речовин і проведено їх згладжування [2; 3].

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Дослідження виконано в рамках НДР «Просторово-часова оцінка і діагноз стану забруднення атмосферного повітря м. Одеса» за номером Державної реєстрації 0117U002426. Тематика дослідження є основним і багаторічним науковим напрямом діяльності кафедри екологічного права та контролю Одеського державного екологічного університету.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню стану забрудненості атмосферного повітря міст України присвячено низку робіт [3–7]. У них застосовуються різні методологічні підходи, в т. ч. системний аналіз інформації про рівні концентрацій забруднюючих речовин, що вимірюються на постах спостереження за забрудненням атмосферного повітря (далі – ПСЗ) мережі державного моніторингу атмосферного повітря населених пунктів України. Опрацювання інформації зазвичай ґрунтується на фізико-статичному аналізі.

Виклад основного матеріалу. Рівень забруднення атмосфери, як відомо, визначається, з одного боку, характером потенційних джерел забруднення, з іншого – метеорологічними умовами, що впливають на перенос і розсіювання домішки в атмосфері [3]. Потенційними джерелами забруднення атмосфери в м. Одесі є промислові підприємства і транспорт.

Загальна кількість підприємств за даними [8] у 2018 р. становила понад 3 000 суб'єктів господарювання, які у процесі своєї діяльності впливають на

стан атмосферного повітря міста. Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря (54% від загальних викидів стаціонарними джерелами по області) припадають на підприємства, котрі виробляють і розподіляють газ, електроенергію та воду. Обсяг викидів від стаціонарних джерел у 2018 р. діоксиду сірки становив 0,256 тис. т, оксиду вуглецю – 1,906 тис. т [8].

Динаміка викидів в атмосферне повітря діоксиду сірки й оксиду вуглецю стаціонарними джерелами наведена на рис. 1.

Як бачимо, кількість викидів SO_2 мала тенденцію до зменшення, а кількість викидів CO , навпаки, мала тенденцію зростання і порівняно з обсягами в 2015 р. збільшилася у два рази у 2018 р.

Надходження забруднюючих речовин від автотранспорту в Одесі домінують над викидами від стаціонарних джерел і становить 81% від загальної кількості викидів, що надходять в атмосферне повітря. На жаль, із 2017 р. інформація про обсяги викидів від пересувних джерел у Регіональних доповідях про стан навколишнього природного середовища в Одеській області та звітів Головного управління статистики в Одеській області відсутня.

Вихідними даними для аналізу забруднення атмосферного повітря послужили середньомісячні значення концентрації домішок, розраховані за даними спостережень державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря у м. Одеса. Моніторинг здійснюється лабораторією спостережень за забрудненням атмосферного повітря Гідрометеорологічного центру Чорного й Азовського морів (ГМЦ ЧАМ). Мережа стаціонарних пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря (ПСЗ) налічує сьогодні 8 ПСЗ за номерами 8, 10, 15, 16, 17, 18, 19 і 20, із них ПСЗ № 8 розташований на території ГМЦ ЧАМ у прибережній частині міста (Французький бульвар, 89), де відсутні промислові підприємства і крупні автошляхи, решта постів розташована в найбільш забруднених

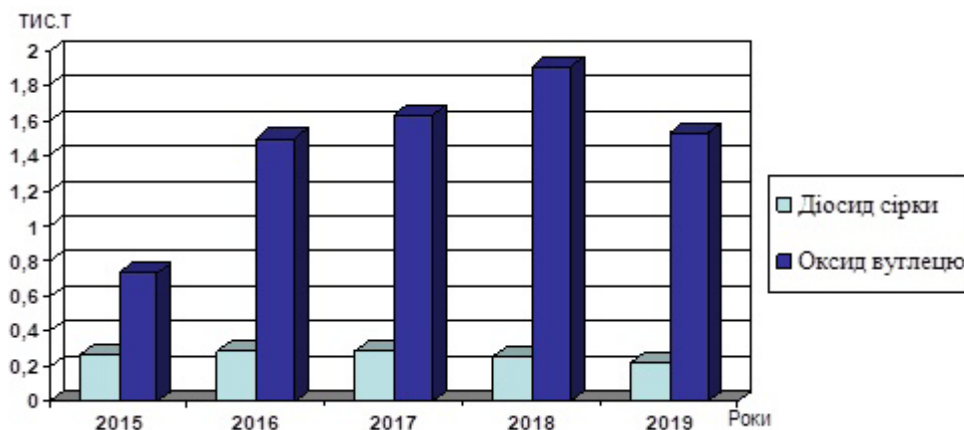


Рис. 1. Динаміка викидів SO_2 та CO стаціонарними джерелами в атмосферне повітря за роками [8]

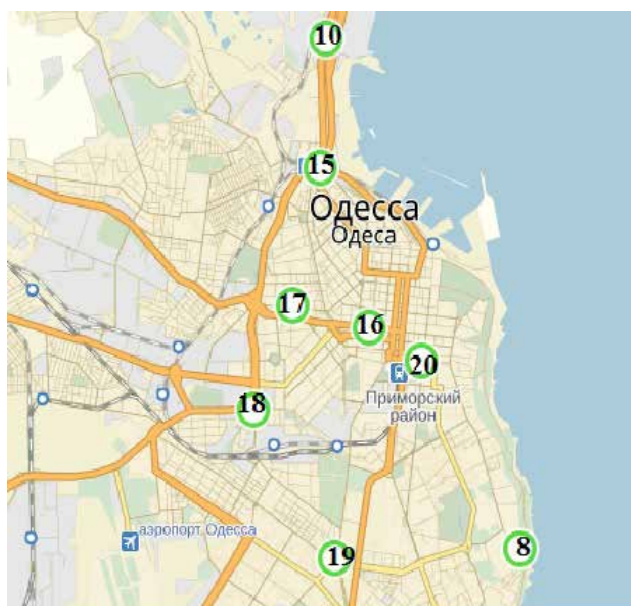


Рис. 2. Мережа стаціонарних пунктів спостережень за станом атмосферного повітря (ПСЗ) м. Одеси

районах міста – промислових зонах і транспортних розв'язках. Зовсім відсутні ПСЗ у сельбишних районах міста, так званих житлових масивах Таїрова (на південь від центру) та Котовського (у північному напрямку).

Систематичні спостереження за вмістом шкідливих речовин в атмосферному повітрі міста проводяться з періодичністю відбору проб чотири рази

на добу (01, 07, 13, 19 год) шість днів на тиждень загальнопоширених шкідливих речовин: оксиду вуглецю, діоксиду сірки, діоксиду азоту, формальдегіду та пилу за вимогами РД 52.04.186-89 [9].

Дослідження проводилося з використанням статистичних методів аналізу інформації [1; 2].

Для проведення аналізу стану атмосферного повітря міста була відібрана інформація за період із 1 січня 2008 по 31 грудня 2017 рр. за даними спостережень на всіх ПСЗ мережі моніторингу. Отримана вибірка разових концентрацій діоксиду сірки та оксиду вуглецю була оцінена щодо однорідності членів статистичної сукупності за допомогою критерію Стьюдента [2].

Середньомісячні концентрації розраховані за вибірками середньодобових значень SO_2 та CO , що отримані з однорідних часових рядів разових концентрацій. Розрахунки основних статистичних характеристик, таких як середня концентрація (\bar{q}), середні квадратичні відхилення (S_q), коефіцієнти асиметрії (As) і ексцесу (E) та модальне значення (Mo), проводилися за сформованими вибірками середньомісячних концентрацій. Результати розрахунків наведені у табл. 1.

Середні концентрації (\bar{q}) SO_2 на всіх ПСЗ міста не перевищують санітарно-гігієнічний норматив ГДК_{с.д.} (50 мкг/м³), значення \bar{q} на всіх ПСЗ крім ПСЗ № 8 незначно відрізняються і становлять від 37 до 44 мкг/м³. У районі ПСЗ № 8 середня концентрація майже вдвічі менша – 22 мкг/м³ (рис. 3).

Таблиця 1

Статистичні характеристики розподілу середньомісячних концентрацій SO_2 та CO на ПСЗ м. Одеса (2008 – 2017 рр.), n^* – об'єм вибірки

Характеристика	ПСЗ							
	8	10	15	16	17	18	19	20
	SO_2 (мкг/м ³)							
n^*	120	118	109	117	118	120	119	92
q_{min}	13,16	30,72	32,48	25,09	26,98	30,26	22,86	27,09
q_{max}	41,98	62,29	63,55	52,06	52,79	55,43	50,25	53,26
\bar{q}	22,64	44,63	44,33	40,29	41,32	44,06	37,33	41,42
S_q	4,68	6,06	6,52	6,34	6,15	6,14	6,09	5,27
As	0,52	0,27	0,89	-0,33	-0,22	-0,29	-0,38	-0,42
E	0,86	0,04	0,7	-0,73	-0,86	-0,71	-0,64	-0,22
Mo	22,98	42,31	41,19	40,39	46,31	43,03	37,39	43,0
	CO (мг/м ³)							
n^*	103	118	109	112	118	120	114	98
q_{min}	1,36	1,02	1,19	2,00	1,75	1,90	2,07	2,03
q_{max}	3,37	4,62	4,44	3,87	6,10	6,10	3,58	6,13
\bar{q}	2,27	2,79	3,03	2,90	3,17	3,25	2,79	3,41
S_q	0,49	0,79	0,57	0,38	0,86	0,88	0,30	1,25
As	0,11	-0,16	-0,01	0,45	2,02	2,32	0,87	0,94
E	1,14	-0,74	0,22	-0,99	3,8	4,64	-0,18	-0,61
Mo	1,85	3,0	3,38	2,56	3,0	3,0	2,52	2,83

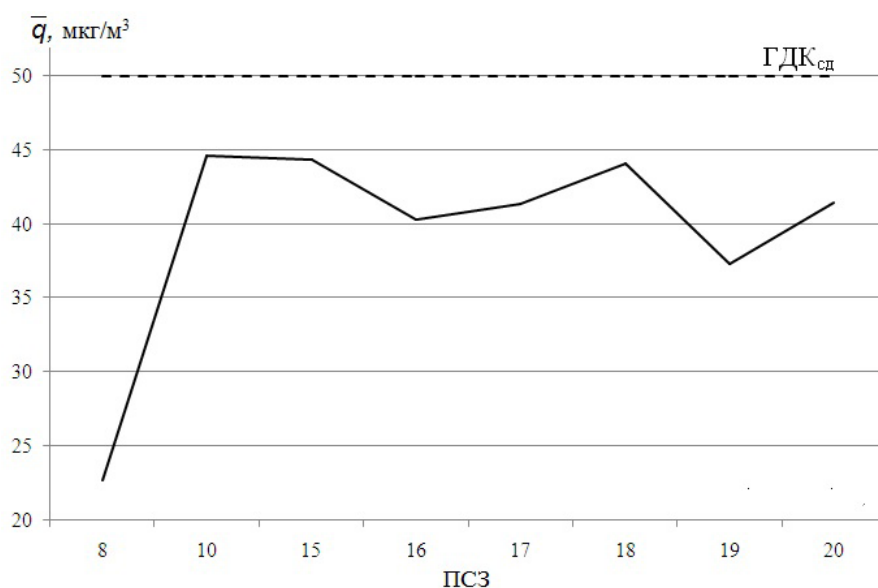


Рис. 3. Розподіл середніх концентрацій SO_2 за ПСЗ м. Одеси за досліджуваний період

Однак при аналізі часових рядів концентрацій SO_2 за досліджуваний період були виявлені значення q_{max} які перевищують ГДК_{сд} на всіх ПСЗ, крім ПСЗ № 8. Найбільша кількість випадків, коли q_{max} перевищила ГДК_{сд}, відзначалася практично у всі місяці 2008 р. За останні три роки (2015–2017) випадків перевищення q_{max} практично не було, окрім літніх місяців. Найбільше перевищення в 1,27 ГДК_{сд} зафіксовано в районі ПСЗ № 15, де поблизу знаходяться основні джерела викидів забруднюючих речовин – Одеський нафтопереробний завод, ЗАТ «Одесцемент», ВАТ «Одесагаз», ДП Одеський морський порт, ТЕЦ-1, Одеський морський торговельний порт, лакофарбовий завод ПАТ «Елак», ПАО Ексім-нафтопродукт та ін.

Гістограми розподілу середньомісячних концентрацій SO_2 побудовані за результатами розрахунків статистичних параметрів: інтервальних частот p_i та значення середньомісячної концентрації SO_2 на середині кожного часткового інтервалу \tilde{q}_i (рис. 4).

Як бачимо, найбільш ймовірні перевищення ГДК_{сд}, характерні для району розташування ПСЗ № 18 (17%), – це район міста, де історично сформувався промисловий і транспортний потенціал: підприємства хімічної, машинобудівної, харчової промисловості, залізнична станція Одеса-товарна.

Щодо модальних значень (M_0), то слід зазначити, що, крім ПСЗ № 8, їхні значення практично не відрізняються між ПСЗ і становлять від 37,4 (ПСЗ № 19) до 46,3 мкг/м³ (ПСЗ № 17). Розподіл інтервальних частот для ПСЗ № 8, 10 і 15 має лівосторонню асиметрію ($As > 0$, $\bar{q} > M_0$). Тобто в цих районах міста є менша вірогідність перевищення середніх значень концентрації SO_2 . Для цих же ПСЗ і коефіцієнт ексцесу має значення більше нуля ($E > 0$). Це характеризує такий розподіл величин концентрацій

SO_2 , за якого значення величин зосереджені близько до середньої величини \bar{q} . Для решти ПСЗ міста коефіцієнти асиметрії й ексцесу, навпаки, мають значення менше нуля.

Щодо отриманих статистичних характеристик розподілу концентрацій в атмосферному повітрі міста оксиду вуглецю (CO) то слід зазначити, що на ПСЗ № 15, 17, 18 і 20 середні значення (\bar{q}) перевищують значення санітарно-гігієнічного нормативу ГДК_{сд} (3 мкг/м³) (рис. 5). Це райони міста, де знаходяться великі транспортні вузли та перехрестя. Найбільше перевищення (1,14 ГДК_{сд}) характерне для району розташування ПСЗ № 20 – перехрестя Італійського бульвару та вул. Канатної та Привокзальної площі, де протягом усього дня спостерігається скупчення автотранспорту за рахунок поганої пропускну здатності вузьких вулиць.

Максимальні концентрації (q_{max}), значення яких перевищують ГДК_{сд}, відзначаються на всіх ПСЗ міста. Найбільше перевищення у 2 ГДК_{сд} зафіксовано в районі розташування ПСЗ № 17, 18 і 20. Це пов'язано насамперед із великою кількістю транспорту по вул. Балківський (ПСЗ № 17, 18) і на Привокзальній площі та перехресті Італійського бульвару та вул. Канатної. Для цих районів характерні і найбільші значення середніх квадратичних відхилень (S_q).

Найбільші значення коефіцієнтів асиметрії (As) та ексцесу (E) більших від нуля, характерні для розподілу середньомісячної концентрації CO в районі ПСЗ № 18 – відповідно 2,32 та 4,64.

Аналіз зміни в часі середньомісячних концентрацій SO_2 і CO протягом досліджуваного періоду проводився по згладженим рядам середньомісячних концентрацій. Згладжування часових рядів проводилося з урахуванням максимальних періодичностей,

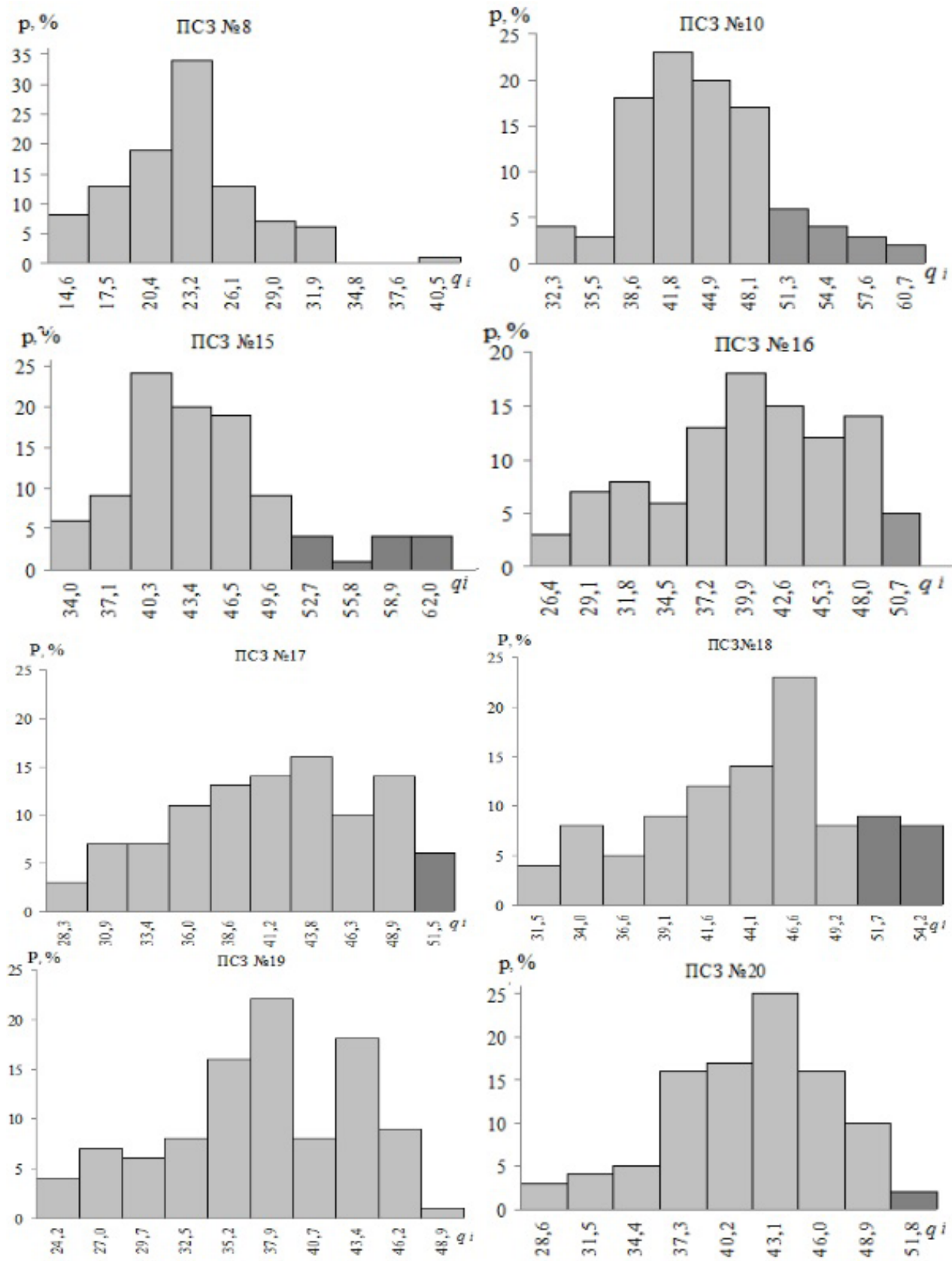


Рис. 4. Гістограми розподілу середньомісячних концентрацій SO_2 ($мкг/м^3$), м. Одеса, 2008–2017 рр.

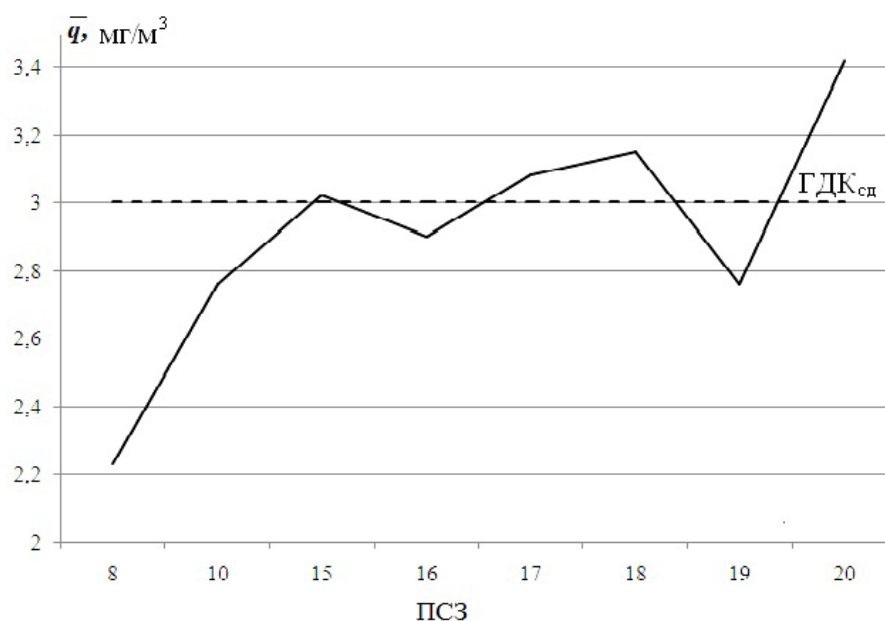


Рис. 5. Розподіл середніх концентрацій CO за ПЗС м. Одеси за досліджуваний період

властивих процесу. Максимальні періодичності визначені математичними методами аналізу часових рядів [3]. Так, для часових рядів середньодобових концентрацій SO_2 і CO всіх ПЗС розраховані амплітудно-частотні характеристики (АЧХ) процесу. У табл. 2 наведені АЧХ максимальної періодичності в часових рядах середньомісячних концентрацій SO_2 і CO – максимальна періодичність (T , міс) і відповідні їй амплітуда (A) та частота (ω , $ч^{-1}$).

Як свідчать дані табл. 2, якщо найбільша періодичність середньомісячних концентрацій SO_2 становить близько 12 місяців (річна), і вона притаманна часовим рядам на всіх ПЗС міста, то для часових рядів середньомісячних концентрацій CO за ПЗС максимальні виявлені періодичності коливаються в межах від 4 місяців для часових рядів ПЗС № 16 і 19 до 14 місяців для ПЗС № 20. Для решти ПЗС в часових рядах середньомісячних концентрацій оксиду вуглецю виявлена річна максимальна періодичність (близько 12 місяців).

На рис. 6 наведені згладжені за максимальними періодичностями ряди концентрацій SO_2 і CO .

Як бачимо, найменші середньомісячні концентрації SO_2 спостерігаються за весь період дослідження в районі ПЗС № 8. Із 2012 р. рівень забруднення атмосферного повітря міста діоксидом сірки має тенденцію до зростання, і значення концентрацій на всіх ПЗС, крім ПЗС № 8, мало відрізняються між постами. Концентрації практично досягають рівня санітарно-гігієнічного нормативу $ГДК_{ср}$, збільшення концентрації SO_2 відзначається у літньо-осінній період року.

Щодо змін вмісту CO в атмосфері міста за десятирічний період, то виявляються різні тенденції в окремих районах міста. Так, із літа 2013 р. спостерігається збільшення концентрації оксиду вуглецю до значень, близьких до величин у центрі міста у прибережному районі (ПЗС № 8). Це насамперед пов'язане зі збільшенням кількості автотранспорту у зв'язку зі стрімкою забудовою прибережних схилів.

Таблиця 2

Амплітудно-частотні характеристики максимальної періодичності в часових рядах середньомісячних концентрацій SO_2 і CO , м. Одеса (2008–2017 рр.)

АЧХ	ПЗС №							
	8	10	15	16	17	18	19	20
SO_2 , мкг/м³								
A	1,502	3,171	2,659	2,667	2,681	3,412	2,033	3,019
ω	0,511	0,520	0,558	0,520	0,520	0,511	0,511	0,570
T	12,299	12,090	11,257	12,090	12,090	12,299	12,299	11,027
CO , мг/м³								
A	0,137	0,253	0,268	0,099	0,096	0,095	0,101	0,249
ω	0,503	0,520	0,558	1,612	0,442	0,740	1,583	0,534
T	12,497	12,090	11,257	3,899	14,212	8,494	3,969	11,762

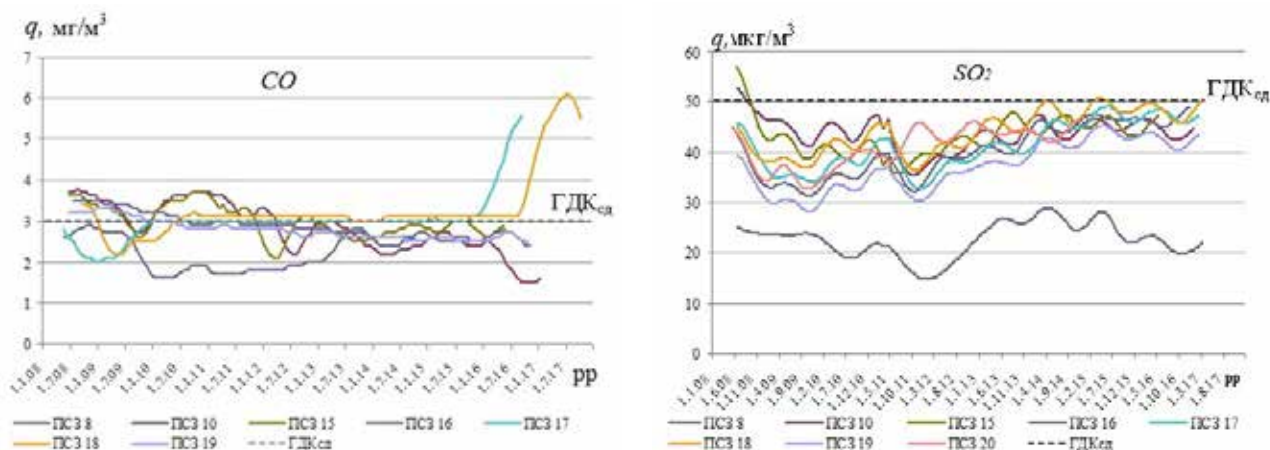


Рис. 6. Згладжені ряди середньомісячної концентрації SO_2 і CO на ПСЗ м. Одеси, 2008–2017 рр.

Із 2011 до початку 2015 р. простежуються тенденції зміни вмісту концентрацій оксиду вуглецю в атмосферному повітрі до значень, які не значно відрізняються в усіх районах розташування ПСЗ.

Ситуація змінюється з кінця 2015 – початку 2016 рр. Так, із цього періоду почалося різке збільшення концентрації CO в районі ПСЗ № 18 до значень, що перевищують $GDK_{сд}$ майже у два рази. Поясненням такої ситуації може бути початок проведення реконструкції транспортних розв'язок і всього автопроводу по вул. Балківській і подальше збільшення кількості транспортних засобів. З цієї причини з кінця 2016 р. зростає концентрація вже до рівня 2 $GDK_{сд}$ і більше в районі ПСЗ № 17. Майже в той самий період відбувається зменшення концентрацій CO в районі ПСЗ № 10 за рахунок проведення оптимізації руху транспортних засобів і скорочення потужностей промислових об'єктів, розташованих у північно-східному районі міста – перехресті вул. Чорноморського козацтва та Миколаївської дороги.

Головні висновки. Ураховуючи означене, можна зробити такі висновки: 1. В атмосферному повітрі м. Одеса має місце тенденція до збільшення вмісту SO_2

у всіх районах розміщення ПСЗ; 2. Середньомісячні концентрації CO для більшості районів міста близькі до значень $GDK_{сд}$, а в центральному районі (ПСЗ № 20) та районі Пересипу (ПСЗ № 15) в останні роки перевищують $GDK_{сд}$ практично у два рази. Це насамперед зумовлено зростанням кількості автотранспорту, поганою пропускною здатністю вулиць і наявністю транспортних розв'язок із рухом, який погано оптимізований; 3. Мережа ПСЗ державного моніторингу атмосферного повітря не дає в повному обсязі оцінити стан забруднення атмосферного повітря всієї території міста, тому необхідно провести роботу з оптимізації розташування мережі ПСЗ; 4. Для виміру забруднюючих речовин відповідно до вимог Директиви про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи (2008/50/ЄС) необхідно обладнати ПСЗ сучасними автоматизованими станціями. Це з урахуванням вимог нового Порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря надасть можливість найбільш результативно проводити екологічний моніторинг і приймати ефективні й оперативні рішення щодо поліпшення стану атмосферного повітря міста.

Література

1. Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню / Кабінет Міністрів України; постанова № 1598 від 29.11.2001 р.
2. Школьнік С.П., Лоева І.Д., Гончарова Л.Д. Обробка та аналіз гідрометеорологічної інформації : підручник. Київ : Міносвіти України, 1999. 600 с.
3. Лоева І.Д., Владимірова О.Г., Верлан В.А. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря великого міста: методи аналізу, прогнозу, регулювання : монографія. Одеса : Екологія, 2010. 224 с.
4. 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.
5. 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.
6. Лоева 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.
7. Баштаннік М.П., Жемера Н.С., Кіптенко Є.М., Козленко Т. В. Стан забруднення атмосферного повітря над територією України. *Наукові праці УкрНДГМІ*. 2014. Вип. 266. С. 70–93.
8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2018 р. URL: <http://ecology.odessa.gov.ua/zvti/>.
9. РД 52.04.186-89. *Руководство по контролю загрязнения атмосферы*. Москва : Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, Министерство здравоохранения СССР. 1991. 556 с.