

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Факультет гідрометеорології і екології

Кафедра екології та охорони довкілля

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

«Аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси фенолом»

«Analysis of air pollution in Odesa by phenol»

Виконала: здобувачка заочної форми навчання
спеціальності 101 – Екологія

Освітня програма Екологія, охорона навколишнього середовища
та збалансоване природокористування

Гасанова Саміра Гурбат кизи

Керівник ст. викладач Чернякова О.І.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент ст. викладач Тимощук М.А.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

Рекомендовано до захисту:
Протокол засідання кафедри
екології та охорони довкілля
№ 9 від 13.06.2024 р.

Захищено на засіданні ЕК № _____
протокол № _____ від _____ . _____ .20 ____ р.

Оцінка _____ / _____ / _____
(за національною шкалою/шкалою ECTS/ бали)

Завідувачка кафедри

ЧУГАЙ Ангеліна
(підпис) (прізвище, ім'я)

Голова ЕК

(підпис) (прізвище, ім'я)

Одеса 20 24

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут післядипломної освіти

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101-Екологія

Освітньо-професійна програма «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування»

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри екології та охорони довкілля

Чугай А.В.

« 25 » квітня 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студентці Гасановій Самірі Гурбат кизи

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси фенолом

Керівник роботи Чернякова Оксана Іванівна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ОДЕКУ від «28» березня 2024 р. № 29 «С»

2. Строк подання студентом роботи 4 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: разові концентрації фенолу в атмосферному повітрі міста Одеса, виміряні на пунктах спостереження за забрудненням у 2017 - 2019 рр.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): загальні принципи організації системи моніторингу забруднення атмосферного повітря в Україні, обробка даних спостережень за станом атмосферного повітря міст, характеристика фенолу як джерела забруднення довкілля, опис стаціонарної мережі спостережень за станом атмосфери у місті Одеса, аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси фенолом

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1) Карта-схема розташування стаціонарних постів у місті Одеса (1 рис.)

2)Часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу на стаціонарних постах м. Одеса у 2017 році (1 рис.)

3)Часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу на стаціонарних постах м. Одеса у 2018 році (1 рис.)

4)Часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу на стаціонарних постах м. Одеса у 2019 році (1 рис.)

5)Часовий хід ІЗА (фенол, м. Одеса, 2017 - 2019 р.) (1 рис.)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Чугай А.В., професор		
		09.05.24	12.05.24
Розділ 3	Чугай А.В., професор		
		14.05.24	17.05.24
Розділ 5	Чугай А.В., професор		
		25.05.24	28.05.24

7. Дата видачі завдання 25 квітня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Збір і систематизація даних до роботи, складення змісту відповідно до завдання, написання вступу</i>	25.04.24- 08.05.24	75	<i>добре</i>
2	<i>Розділ 1. Загальні принципи організації системи моніторингу забруднення атмосферного повітря в Україні. Розділ 2. Обробка даних спостережень за станом атмосферного повітря міст.</i>	09.05.24- 13.05.24	75	<i>добре</i>
3	<i>Розділ 3. Характеристика фенолу як джерела забруднення довкілля. Розділ 4. Опис стаціонарної мережі спостережень за станом атмосфери у місті Одеса.</i>	14.05.24- 19.05.24	75	<i>добре</i>
	<i>Рубіжна атестація</i>	20.05.24- 24.05.24	75	<i>добре</i>
4	<i>Розділ 5. Аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси фенолом.</i>	25.05.24- 28.05.24	85	<i>добре</i>
5	<i>Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків і переліку посилань. Оформлення додатків.</i>	29.05.24- 31.05.24	85	<i>добре</i>
6	<i>Оформлення анотації і супровідних документів до роботи. Підготовка презентаційних слайдів до публічного захисту.</i>	01.06.24- 03.06.24	85	<i>добре</i>
7	<i>Підготовка остаточної електронної версії роботи і передача її керівникові на перевірку, встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату, оформлення протоколу, підпис та складення висновку про допуск до захисту.</i>	04.06.24- 09.06.24	-	-
8	<i>Подання КРБ в.о. завідувачеві кафедри і в деканат для перевірки готовності роботи до захисту, підготовки наказу та подання.</i>	10.06.24 15.06.24	-	-
9	<i>Рецензування роботи. Складення авторського договору на розміщення роботи в репозитарії.</i>	16.06.24 19.06.24		
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		80,0	

(до десятих)

Студентка _____ *Гасанова Саміра Гурбат кизи*
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ *Чернякова О.І.*
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси фенолом. Гасанова Саміра Гурбат кизи.

Актуальність теми дослідження. Атмосферне повітря – найважливіший для усього живого природний ресурс. Зростаюче антропогенне навантаження призводить до негативного впливу забрудненого повітря на здоров'я населення. У зв'язку з цим, оцінка якості атмосфери великих промислових міст, яким є Одеса, являється актуальною проблемою сьогодення.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – аналіз якості атмосферного повітря м. Одеса з урахуванням вмісту фенолу за 2017 - 2019 рр. Для цього необхідно: навести характеристику фенолу як джерела забруднення довкілля, провести аналіз повноти вихідної інформації, провести розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій на пунктах, дослідити тенденції зміни ІЗА протягом трирічного періоду.

Об'єктом дослідження є якість атмосферного повітря міста Одеса.

Предметом дослідження є оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря м. Одеса фенолом у 2017 - 2019 рр.

Методика дослідження. Для аналізу характеристик рівня забруднення атмосфери були виконані стандартні розрахунки згідно «Керівництву по контролю забруднення атмосфери» та РД 211.0.8.107-05 «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня».

Результати дослідження. Територію міста Одеса можна поділити на дві частини - район розташування ПСЗ№8, де атмосферу можна вважати чистою та вся інша територія міста (ПСЗ№10,15,16,18,19,20), де повітря було забруднено. Ступінь забруднення змінювалося у досить вузькому діапазоні від 0,004 мг/м³(1.3ГДКсд) до максимального 0,006 мг/м³ (2ГДКсд). Аналіз взаємних змін рівнів забруднення виявив, що у 2017 році загальна тенденція – це невелике збільшення вмісту фенолу від початку до кінця року та на більшості стаціонарних постів співпадають тенденції зміни рівнів забруднення протягом року. У 2018 та 2019 році ступінь забруднення змінювалася з невеликою амплітудою і тенденції зміни рівнів забруднення між пунктами загалом не співпадають. ІЗА протягом всього трирічного періоду змінювалися від 1,36 до 2,30 (в 1.7 рази), тобто атмосфера була забруднена.

Структура та обсяг дослідження. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань (24 найменування). Робота включає 11 таблиць, 5 рисунків. Загальний обсяг роботи – 73 сторінки.

Ключові слова: забруднення атмосфери, пункт спостереження за забрудненням атмосфери, гранично допустима концентрація, індекс забруднення атмосфери, рівень забруднення атмосфери, фенол.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП	8
1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ.....	10
2 ОБРОБКА ДАНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТ	26
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕНОЛУ ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ	33
4 ОПИС СТАЦІОНАРНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРИ У МІСТІ ОДЕСА.....	42
5 АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСИ ФЕНОЛОМ.....	49
ВИСНОВКИ	68
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	71

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- АСОІЗА – автоматизована система обробки інформації про забруднення атмосферного повітря
- ВООЗ – Всесвітня організація охорони здоров'я
- ГДК – гранично допустима концентрація
- ГДКм.р – максимально разова гранично допустима концентрація
- ГДКр.з – гранично допустима концентрація робочої зони
- ГДКс.д – середньодобова гранично допустима концентрація
- ГМЦ ЧАМ – Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів
- ГСМНС – глобальна система моніторингу навколишнього середовища
- ДАЗВ – Державне агентство України з управління зоною відчуження
- ДСМД – державна система моніторингу довкілля
- ДСНС – Державна служба з надзвичайних ситуацій України
- ЕМ – екологічний моніторинг
- ЗА – забруднення атмосфери
- ЗДССКА – загальнодержавна система спостережень і контролю стану навколишнього середовища
- ЗР – забруднююча речовина
- ІЗА – індекс забруднення атмосфери
- МОЗ – Міністерство охорони здоров'я України
- НПС – навколишнє природне середовище
- НС – навколишнє середовище
- ООН – Організація Об'єднаних Націй
- ПСЗ – пункт спостереження за забрудненням
- СЗЗ – санітарно-захисна зона
- ТЗА – таблиця забруднення атмосфери
- ТЧ – тверді частинки
- УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Одеса – це один із потужних економічних регіональних центрів України, її «морські ворота». Як, водночас, і місто-курорт, і великий промисловий центр, в якому сконцентрована автомобільна, залізнична і морська транспортна розв'язка. Одеса зазнає серйозного антропогенного навантаження, що в результаті формує забруднення атмосферного повітря. Для розробки ефективних заходів по поліпшенню якості повітря необхідно спочатку провести детальний аналіз ситуації та встановити причини формування високих рівнів забруднення.

Зв'язок з науковою тематикою кафедри. Тема кваліфікаційної роботи бакалавра тісно пов'язана з науковою тематикою кафедри екології та охорони довкілля, оскільки кафедра тривалий час здійснює дослідження рівня забруднення атмосферного повітря різними домішками в м. Одеса.

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – аналіз якості атмосферного повітря м. Одеса з урахуванням вмісту фенолу за трирічний період з 2017 по 2019 рік. Для цього, необхідно вирішити такі завдання:

- навести характеристику фенолу з урахуванням його фізико-хімічних і токсикологічних властивостей та джерел надходження;
- провести аналіз повноти вихідної інформації з урахуванням програм спостережень на пунктах;
- провести розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій фенолу на пунктах і по місту в цілому з вивченням тенденції зміни рівнів забруднення протягом року;
- провести розрахунок ІЗА по місту в цілому та здійснити аналіз тенденцій протягом трирічного періоду.

Об'єктом дослідження є якість атмосферного повітря в м. Одеса.

Предметом дослідження є оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря м. Одеса фенолом у 2017 -2019 рр.

Методика дослідження. Для розрахунку характеристик рівня забруднення атмосферного повітря були проведені стандартні розрахунки згідно «Керівництва по контролю забруднення атмосфери» та РД 211.0.8.107-05 «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня».

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно виконані всі етапи кваліфікаційної роботи бакалавра – від збору, узагальнення, оброблення та аналізу інформації до формування висновків.

Структура та обсяг дослідження. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків. Робота включає 11 таблиць, 5 рисунка. Загальний обсяг роботи – 73 сторінки.

1 ЗАГАЛЬНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

Наприкінці 60-х рр. ХХ ст. багато країн усвідомили, що необхідна координація зусиль по збору, збереженню і обробці даних про стан довкілля. Ідея про необхідність створення системи глобального міжнародного моніторингу навколишнього природного середовища (НПС) була висловлена спеціальною комісією Наукового комітету з проблем навколишнього середовища (НС) Міжнародної ради наукових союзів у 1971 р. [1].

В наш час під моніторингом розуміють сукупність спостережень за визначеними компонентами БС, спеціальним чином організованих у просторі і в часі, а також відповідний їм комплекс методів екологічного прогнозування [1].

Методика спостережень і прогнозів, теорія і методологія розробки системи моніторингу складалася в 70-80-і рр. ХХ ст. в практиці робіт Держкомітету по гідрометеорології і контролю середовища колишнього СРСР. При цьому сам моніторинг НС технічно базувався в основному на системі гідрометеорологічних спостережень та її режимній мережі. Звідси виник запропонований Ю.А. Ізраелем термін «кліматичний моніторинг» – це система (служба) контролю, оцінки і прогнозу змін і коливань кліматичної системи: атмосфера – океан – поверхня суші (включаючи річки й озера) – кріосфера – біота [1].

До терміну «кліматичний моніторинг» близьким є поняття «екологічний моніторинг» (ЕМ), об'єктом спостережень якого є екосистеми (ЕС). Основними задачами ЕМ є такі:

- спостереження за станом БС;
- оцінка і прогноз її стану;
- визначення ступеня антропогенного впливу на НПС;
- виявлення факторів і джерел впливу [1].

Система моніторингу є інформаційною і не включає елементів управління. Вона входить складовою частиною в систему управління НПС і регулювання його якості. В цілому метою ЕМ є оптимізація відносин людини з природою, екологічна орієнтація господарської діяльності. ЕМ також визначають як комплекс виконаних за науково обґрунтованими програмами спостережень оцінок, прогнозів і розроблених на їхній основі рекомендацій і варіантів управлінських рішень, необхідних і достатніх для забезпечення управління станом НПС і екологічною безпекою [1].

Офіційно система моніторингу НПС на території України була створена у 1972 р. одночасно з загальнодержавною системою спостережень і контролю стану навколишнього середовища (ЗДССК). Постановою Верховної Ради України [№ 1268-ХІІ від 26.06.91](#) було введено в дію Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища», в якому присутні окремі статті, що регламентують проведення моніторингу НПС [2].

Перше «Положення про державний моніторинг НПС» було затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 23.09.1993 р. № 785. Нова редакція «Положення про державну систему моніторингу довкілля» була затверджена постановою Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. № 391. Пізніше до цього Положення вносились деякі зміни (останні внесені Постановою Кабінету Міністрів України від 01.09.2021 № 922) [2].

Спостереження за забрудненням атмосфери (ЗА) здійснюються в країнах СНД з початку 60-х рр. ХХ ст. Спочатку вони проводились санітарно-епідеміологічною службою МОЗ колишнього СРСР, а з 1964 р. здійснювались підрозділами Гідрометслужби. На території України спостереження за ЗА також почали проводити з 1961 р. [1].

Станом на 2021 р. в Україні спостереження за станом забруднення атмосферного повітря (за даними ЦГО ім. Б. Срезневського) проводяться у 38 містах на 128 стаціонарних пунктах спостережень за забрудненням (ПСЗ). Визначається вміст більше 20 ЗР.

Для отримання об'єктивної інформації про рівень забруднення атмосфери на базі гідрометеорологічної мережі спостережень, підрозділів МОЗ СРСР та інших відомств в 1972 р. під керівництвом головного управління гідрометслужби (далі Держкомгідромету) була створена загальнодержавна служба спостережень і контролю за станом атмосфери (ЗДССКА) в рамках створеної раніше ЗДССК [1].

Передача Держкомгідромету головних функцій в організації мережі станцій спостережень за ЗА була зумовлена тим, що мережа моніторингу ЗА і гідрометеорологічна мережа формувалися за однотипними принципами: регулярність, єдність програм і методів спостережень, репрезентативність місць спостережень. Крім того, в рамках ЗДССКА характеристики ЗА визначалися одночасно з необхідними для їх інтерпретації метеорологічними показниками [1].

Наукові, методологічні основи організації мережі спостережень виконувала на території колишнього СРСР Головна геофізична обсерваторія (ГГО) ім. О.І. Войскова (м. Санкт-Петербург), де були розроблені необхідні методичні вимоги щодо організації і функціонування ЗДССКА. В Україні подібні функції виконує Український науково-дослідний гідрометеорологічний інституту (УкрНдГМІ) і підрозділи Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів [1].

Основна мета моніторингу ЗА полягає у забезпеченні зацікавлених державних і громадських органів, підприємств, установ і інших організацій систематичною інформацією про рівень ЗА і прогноз його змін під впливом господарської діяльності і метеорологічних умов [1].

Стандартна мережа моніторингу повинна забезпечити надходження режимної інформації про ЗА, на основі якої можна вирішувати такі задачі:

- оцінка рівня забруднення атмосфери;
- вивчення впливу забруднення повітряного басейну на захворюваність населення;

- оцінка збитків, які спричиняються сільському і лісовому господарству, тваринництву, будівлям і спорудам;
- планування розміщення промислових підприємств, визначення санітарно-захисних зон (СЗЗ);
- уточнення і перевірка розрахункових методів розсіювання домішок від джерел забруднення;
- оцінка фонових забруднень атмосфери [1].

Постановою Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [3] було затверджено новий «Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [4].

Державний моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря (далі – моніторинг атмосферного повітря) здійснюється з метою забезпечення збирання, оброблення, збереження та проведення аналізу інформації про якість атмосферного повітря, оцінювання та прогнозування її змін і ступеня небезпечності, розроблення науково обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень у галузі охорони атмосферного повітря, у сфері охорони навколишнього природного середовища, а також інформування населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення.

На основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря, визначається рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний проміжок часу, відповідність стану атмосферного повітря вимогам якості повітря, здійснюється контроль та оцінка впливу на якість повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів ЗР в атмосферне повітря, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на НПС, здоров'я та життєдіяльність населення.

Моніторинг атмосферного повітря є складовою частиною державної системи моніторингу навколишнього природного середовища.

Моніторинг атмосферного повітря здійснюється за показниками якості:

- атмосферного повітря;
- атмосферних опадів.

Суб'єктами моніторингу атмосферного повітря є Міндовкілля, МОЗ, ДСНС, ДАЗВ, орган виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища, обласні, Київська міська держадміністрація, виконавчі органи міських рад.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря встановлюють пункти спостережень, ведуть спостереження за рівнями ЗР та вмістом складових та/або показників атмосферних опадів, визначених у [списку А](#) п. 1 додатка 2 Порядку (Додаток Б), проводять аналіз і прогнозування стану атмосферного повітря та оцінювання його якості з дотриманням законодавства про охорону атмосферного повітря, єдиних методичних вимог у сфері державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря, а також вимог [Закону України](#) «Про метрологію та метрологічну діяльність».

За рішенням місцевих органів виконавчої влади, органу виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища або органів місцевого самоврядування з урахуванням даних, одержаних у результаті здійснення заходів державного нагляду (контролю) та державного соціально-гігієнічного моніторингу, інформації з реєстру викидів та перенесення ЗР відповідно до [Протоколу про реєстри викидів і перенесення забруднювачів](#), даних передбаченої законодавством звітності (включаючи державну статистичну звітність), а також даних та інформації щодо об'єктів, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря, в окремих зонах та агломераціях можуть здійснюватися спостереження за рівнями ЗР, визначених у [списку Б](#) п. 1 додатка 2 Порядку (Додаток Б).

Підприємства, установи, організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря, можуть

встановлювати пункти спостережень та вести спостереження за рівнями ЗР, визначених у [списках А та Б](#) п. 1 додатка 2 Порядку (Додаток Б).

Підприємства, установи, організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями ЗР з виконанням вимог цього Порядку, безоплатно забезпечують доступ до первинної інформації (даних спостережень) органам управління якістю атмосферного повітря відповідних зон та агломерацій, а також Міндовкіллю у порядку, визначеному у [п. 13](#) цього Порядку. Для цілей здійснення моніторингу атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря на території України встановлюються зони та агломерації, перелік яких визначений у [додатку 1](#) Порядку (Додаток А).

Залежно від рівня ЗР для всіх зон і агломерацій встановлюється режим оцінювання для кожної ЗР, визначений у [п. 2](#) додатка 2 Порядку (Додаток Б). Режим оцінювання встановлює орган управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації у програмі державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря.

Порядок проведення оцінювання за кожним режимом встановлюється Міндовкіллям.

Режим оцінювання для кожної зони та агломерації переглядається кожні п'ять років та визначається у програмі державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря.

Розміщення та кількість пунктів спостережень для проведення оцінювання визначаються у програмі державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря для кожної зони та агломерації відповідно до порядку, що встановлюється МВС за погодженням з Міндовкіллям.

Для забезпечення точності вимірювальних приладів усі суб'єкти моніторингу атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями ЗР, здійснюють оцінювання якості атмосферного повітря, забезпечують здійснення регулярного калібрування та технічного обслуговування засобів

вимірювальної техніки, що використовуються ними для здійснення моніторингу атмосферного повітря.

Результатом здійснення моніторингу атмосферного повітря є:

- дані спостережень, які одержують суб'єкти моніторингу атмосферного повітря;
- узагальнені дані про якість атмосферного повітря, що стосуються певного проміжку часу та/або певної території;
- оцінка стану атмосферного повітря та атмосферних опадів;
- прогнози стану атмосферного повітря і його змін;
- інформація про вплив рівнів ЗР в атмосферному повітрі на життя та здоров'я населення.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря зобов'язані безстроково зберігати дані спостережень, отримані у результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями ЗР, здійснюють оцінювання якості атмосферного повітря, забезпечують доступ органів управління якістю атмосферного повітря та Міндовкілля до результатів здійснення моніторингу атмосферного повітря, обмін результатами здійснення моніторингу атмосферного повітря на безоплатній основі, а також надання ретроспективних даних за результатами проведення моніторингу атмосферного повітря.

Інформація, отримана та оброблена суб'єктами моніторингу атмосферного повітря, є офіційною.

Для забезпечення інформаційної взаємодії між суб'єктами моніторингу атмосферного повітря та оперативного оприлюднення результатів моніторингу атмосферного повітря створюється інформаційно-аналітична система даних про якість атмосферного повітря у порядку, що встановлюється Міндовкіллям. Створення та функціонування інформаційно-аналітичної системи даних про якість атмосферного повітря забезпечують: Міндовкілля –

на загальнодержавному рівні, органи управління якістю атмосферного повітря – на рівні зон та агломерацій.

Органи управління якістю атмосферного повітря та Міндовкілля забезпечують доступ до результатів моніторингу атмосферного повітря органам виконавчої влади, що здійснюють державний контроль у галузі охорони атмосферного повітря та контроль за дотриманням гігієнічних вимог до атмосферного повітря.

Органи управління якістю атмосферного повітря забезпечують координацію суб'єктів моніторингу атмосферного повітря та управління його якістю на рівні зони або агломерації, затверджують плани поліпшення якості атмосферного повітря та короткострокові плани дій для відповідної зони або агломерації, а також вживають заходів для поліпшення стану атмосферного повітря.

Для розгляду поточних питань, пов'язаних із проведенням моніторингу атмосферного повітря та управлінням якістю атмосферного повітря, органами управління якістю атмосферного повітря утворюються комісії з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря в кожній зоні та агломерації.

Комісія з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря – консультативно-дорадчий орган у межах території зони або агломерації, утворений органом управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації з метою забезпечення взаємодії суб'єктів моніторингу атмосферного повітря.

Комісії з питань здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря подають пропозиції до планів поліпшення якості атмосферного повітря в частині здійснення заходів щодо поліпшення якості атмосферного повітря та сприяють їх реалізації, а також сприяють виконанню в зоні або агломерації короткострокових планів дій.

Для здійснення координації на загальнодержавному рівні дій суб'єктів моніторингу атмосферного повітря, а також розгляду питань, пов'язаних із проведенням моніторингу атмосферного повітря та управлінням якістю атмосферного повітря, при Міндовкіллі утворюється Міжвідомча комісія з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря.

Для здійснення моніторингу атмосферного повітря для кожної зони та агломерації затверджується програма державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря (далі – програма) за формою, що встановлює Міндовкілля.

Органи управління якістю атмосферного повітря розробляють програми для зон та агломерацій і подають їх для розгляду та надання висновків комісіям з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управлінням якістю атмосферного повітря у відповідних зонах та агломераціях.

Орган управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації забезпечує оприлюднення програми на офіційному веб-сайті міської ради, обласної, Київської міської держадміністрацій та органу виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища протягом 5 робочих днів з моменту її затвердження.

Фінансування моніторингу атмосферного повітря здійснюється за рахунок коштів державного і місцевих бюджетів, підприємств, установ, організацій, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря, що здійснюють спостереження за станом атмосферного повітря відповідно до [п. 7](#) цього Порядку, а також інших джерел, не заборонених законодавством.

Загальна координація та організація моніторингу атмосферного повітря здійснюється Міндовкіллям [4].

На даний час функціонують пункти (пости) спостережень за забрудненням атмосфери трьох основних категорій: стаціонарні, маршрутні, пересувні (підфакельні) [1].

Стаціонарний пост призначений для забезпечення безперервної реєстрації вмісту ЗР або регулярного відбору проб повітря для подальшого аналізу. З числа стаціонарних виділяють опорні стаціонарні пости, які призначені для виявлення довготривалих змін вмісту основних (пил, CO, SO₂, NO₂) і найбільш поширених специфічних ЗР. До основних в Україні було рекомендовано відносити також формальдегід, бенз(а)пірен та Pb [1].

Маршрутний пост призначений для регулярного відбору проб повітря, коли неможливо (недоцільно) встановити стаціонарний пост або необхідно більш детально вивчити стан ЗА в окремих районах, наприклад, в нових житлових районах. Такі ПСЗа здійснюють також регулярні спостереження, але за допомогою спеціально обладнаних машин, які переміщуються за визначеним маршрутом. Порядок об'їзду маршрутних постів (заздалегідь вибраних точок на місцевості) повинен бути один і той же, щоб відбір проб в кожній точці визначався одними і тими ж строками доби [1].

Пересувний (підфакельний) пост призначений для відбору проб під димовим (газовим) факелом з метою виявлення зони впливу даного джерела промислових викидів. Відбір проб здійснюється також за допомогою спеціально обладнаної автомашини. Підфакельні пости являють собою точки, розташовані на фіксованих відстанях від джерела. Вони переміщуються відповідно до напрямку факела джерела викидів, що обстежується [1].

Репрезентативність спостережень за станом ЗА в місті залежить від правильності розташування поста на території, що обстежується. При виборі місця розміщення ПСЗа потрібно встановити, яку інформацію необхідно отримати:

- рівень забруднення, характерний для даного району міста;

- концентрацію домішок в конкретній точці, що перебуває під впливом викидів окремого промислового підприємства, великої автомагістралі [1].

У першому випадку ПСЗ повинен бути розташований на ділянці, яка не підлягає впливу окремо розташованих джерел викидів, у другому – в зоні максимальних концентрацій домішки, які формує певне джерело [1].

Наказом Міністерства внутрішніх справ України від 21.04.2021 р. № 300 було затверджено «Порядок розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях». Цей Порядок визначає основні вимоги та умови розміщення ПСЗ в зонах та агломераціях, їх мінімальну кількість для проведення фіксованих вимірювань, правила кодування, документування щодо їх розміщення на території України [5].

Вибір місця розміщення ПСЗ визначається відповідно до Порядку [5], погоджується комісією з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря у відповідних зонах та агломераціях та затверджується керівником організації, якій належить ПСЗ. Під час відкриття ПСЗ складається Акт про відкриття пункту спостережень за забрудненням атмосферного повітря. Пункт спостережень має технічний паспорт ПСЗ, який зберігається на цьому пункті.

Суб'єкт моніторингу здійснює заходи із забезпечення належного функціонування ПСЗ [4].

Кожний пост розміщується на відкритому майданчику, що провітрюється з усіх боків з непиловим покриттям: на асфальті, твердому ґрунті, газоні [1].

Необхідність організації контролю ЗА в зоні антропогенного впливу визначається попередніми експериментами і теоретичними дослідженнями. Обстеження території проводять, як правило, пересувними лабораторіями протягом 1 – 2 років. Метод обстеження називається рекогносцирувальним.

Так, ПСЗ розміщуються в місцях, обраних на основі попереднього дослідження ЗА міста промисловими викидами, автотранспортом, побутовими та іншими джерелами і вивчення метеорологічних умов розсіювання домішок.

Пости необхідно встановлювати в житлових, адміністративних районах, в районах з різним типом забудови, в парках та інших зонах відпочинку.

Характер просторового розподілу шкідливих домішок в атмосферному повітрі дуже складний. Тому багато вчених вважають, що для контролю ЗА в місті необхідна велика кількість постів. Для визначення необхідної кількості ПСЗ використовуються різні методи.

Число стаціонарних постів непрямо визначається в залежності від чисельності населення в місті, площі населеного пункту, рельєфу місцевості і ступеня розвитку промисловості, розосередженості місць відпочинку. Розроблено певні рекомендації щодо встановлення необхідної кількості ПСЗ [1].

На даний час регулярні спостереження на стаціонарних постах, які працюють в ручному режимі відбору проб, проводяться по одній з 4 програм: повній, неповній, скороченій, добовій.

Повна програма дозволяє отримати інформацію про разові і середньодобові концентрації щодня шляхом безперервної реєстрації за допомогою автоматичних пристроїв або дискретно через рівні інтервали часу не менше 4 разів при обов'язковому відборі в 1, 7, 13, 19 год. за місцевим декретним часом.

Неповна програма дозволяє отримати інформацію про разові концентрації щоденно в 7, 13, 19 год. місцевого декретного часу.

Скорочена програма дозволяє отримати інформацію про разові концентрації щоденно в 7 і 13 год. місцевого декретного часу. Спостереження по скороченій програмі допускаються при температурі менше -45°C і в місцях, де середньомісячні концентрації нижче $1/20 \text{ ГДК}_{\text{мр}}$ або нижньої межі діапазону вимірювань концентрації домішки. Також допускається проведення

спостережень по зміненому графіку: в 7, 10, 13 год. у вівторок, четвер, суботу і в 16, 19, 22 год. в понеділок, середу, п'ятницю.

Добова програма дозволяє отримати інформацію про середньодобові концентрації. Спостереження проводяться шляхом безперервного добового відбору проб.

Всі програми дозволяють отримати середньомісячні, середньорічні і осереднені концентрації за більш тривалий термін.

Одночасно з відбором проб повітря визначають такі метеорологічні параметри: напрям і швидкість вітру, температура повітря, стан погоди і підстильної поверхні. Для стаціонарних постів допускається зміщення всіх термінів спостережень на 1 год. в один бік. Допускається не проводити спостереження у неділю і святкові дні.

Спостереження на маршрутних постах можуть проводитися по повній, неповній і скороченій програмах. Для цих постів допускається зміщення всіх термінів спостережень на 1 год. в обидва боки від стандартних термінів.

Строки відбору проб повітря при підфакельних постах повинні забезпечити виявлення найбільших концентрацій домішок, пов'язаних з особливостями режиму викидів і метеорологічних умов розсіювання домішок, і вони можуть відрізнятися від строків на стаціонарних і маршрутних постах.

У період несприятливих метеорологічних умов, що супроводжуються високим забрудненням атмосфери, спостереження необхідно проводити через кожні 3 год. [1].

Санітарно-гігієнічні нормативи забезпечують такий рівень забрудненості, який не виводить концентрації певних пріоритетних антропогенних ЗР за допустимий діапазон, який є певним стандартом. Він представляє собою величини ГДК, тимчасово допустимих концентрацій (ТДК), летальних концентрацій (ЛК), порогових концентрацій, орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) тощо.

ГДК – це максимальна концентрація шкідливої домішки в атмосферному повітрі, віднесена до певного часу осереднення, яка при

періодичному впливі або протягом всього життя людини не впливає і не буде впливати негативно (включаючи віддалені наслідки) на неї і на навколишнє середовище в цілому.

Критерії якості довкілля пропонуються МОЗ країни після дослідів на тваринах і добровольцях-людях по визначенню безпечних рівнів впливу токсичних речовин на живі організми. ГДК в Україні та інших країнах закріплені законодавчо. Повинно виконуватися таке співвідношення між концентрацією q і ГДК (мг/м^3):

$$q \leq \text{ГДК}. \quad (1.1)$$

В місцях відпочинку людей (рекреаційні зони), рівень забруднення атмосфери не повинен перевищувати 0,8 ГДК.

Деякі зі шкідливих речовин володіють односпрямованою дією, або ефектом сумації. При наявності в атмосфері декількох (n) шкідливих речовин, що володіють сумацією дії, їх безрозмірна сумарна концентрація не повинна перевищувати одиниці:

$$\frac{q_1}{\text{ГДК}_1} + \frac{q_2}{\text{ГДК}_2} + \dots + \frac{q_n}{\text{ГДК}_n} \leq 1. \quad (1.2)$$

Ефектом сумації володіють, наприклад фенол і діоксид сірки.

У залежності від часу впливу розрізняють такі види ГДК:

- ГДК максимальні разові ($\text{ГДК}_{\text{мр}}$);
- середньодобові ($\text{ГДК}_{\text{сд}}$);
- робочої зони ($\text{ГДК}_{\text{рз}}$).

$\text{ГДК}_{\text{мр}}$ відноситься до 20-30-хвилинного інтервалу осереднення; встановлюється для попередження рефлекторних реакцій людини (відчуття запаху, світлочутливість) і не викликає змін біоелектричної активності головного мозку.

ГДК_{сд} – це концентрація ЗР в повітрі, що не надає людині прямого або непрямого шкідливого впливу при цілодобовому вдиханні; відноситься до необмеженого періоду осереднення і вводиться з метою попередження загальнотоксичної, мутагенної, канцерогенної та іншої дії.

ГДК_{рз} – це рівень концентрації речовини, який не повинен викликати у робітників при щоденному вдиханні протягом 8 год. (але не більш 41 години на тиждень) захворювань, або призводити до погіршення стану здоров'я у віддалені терміни. Під робочою зоною розуміють шар повітряного простору висотою 2 м, де розташовується постійне або тимчасове робоче місце.

Якщо для шкідливої речовини не розроблені ГДК, то застосовується або ОБРВ, або ТДК – тимчасово допустима концентрація терміном на 2 роки. Також можна використовувати ЛК₅₀ і ЛК₁₀₀ – відповідно летальна концентрація, що викликає при диханні загибель 50 % і 100 % тварин.

Також розроблено чотири класи небезпеки шкідливих речовин:

- надзвичайно небезпечні (бенз(а)пірен, свинець, сполуки ртуті і хрому, гексахлоран, ванадію п'ятиоксид, озон та ін.);
- високонебезпечні (сірчана кислота, сірководень, феноли, бензол, хлор, оксиди марганцю та ін.);
- помірно небезпечні (діоксид сірки, діоксид азоту, бутиловий спирт, пил, сажа та ін.);
- малонебезпечні речовини (оксид вуглецю, етиловий спирт, аміак, нафталін, ацетон, скипидар та ін.) [1].

Наказами МОЗ України № 52 від 14.01.2020 р. «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» і № 1596 від 14.07.2020 р. «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони» було затверджено оновлений перелік ГДК і ОБРВ хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць і робочої зони підприємств [6, 7].

Дані про результати регулярних спостережень забруднення атмосфери і метеорологічних параметрів надходять у відповідні підрозділи Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Управління гідрометеорології ДСНС, де проходять контроль і зводяться у таблиці забруднення атмосфери (ТЗА). ТЗА – первинна форма збору результатів спостережень за концентрацією домішок і необхідними метеорологічними й аерологічними характеристиками. Використовуються ТЗА, в першу чергу, при відборі і аналізі проб методами лабораторного аналізу.

Основні проблеми здійснення моніторингу якості атмосферного повітря в Україні пов'язані з декількома факторами, основними з яких є відсутність систематичного фінансування, а також єдиної стратегії розвитку системи моніторингу.

З прийняттям «Порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [4] відповідно до Директива 2008/50/ЄС про якість атмосферного повітря та чистіше повітря для Європи [8] вся наявна система правил та нормативів в Україні повинна переглядатися.

2 ОБРОБКА ДАНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТ

Обстеження стану забруднення атмосфери в місті або великому районі може організуватися у таких випадках:

- для з'ясування причин високих рівнів концентрації домішок;
- для установлення їх несприятливого впливу на здоров'я населення та навколишнє середовище;
- для розробки заходів щодо охорони атмосфери.

У залежності від цілей розрізняють 3 види обстеження:

- епізодичне – для орієнтованої оцінки стану забруднення атмосфери в населеному пункті та при виборі місць для розміщення ПСЗ;
- комплексне – для детального вивчення особливостей і причин високих рівнів забруднення, їх впливу на здоров'я населення і навколишнє середовище в цілому, а також для розробки рекомендацій щодо проведення заходів охорони повітря;
- оперативне – для виявлення причин різкого погіршення якості повітря (виконується за спеціальною програмою) [2].

Мета обробки і узагальнення даних спостережень полягає:

- у одержанні вірогідної та об'єктивної інформації про рівень та причини забруднення атмосфери;
- визначенні тенденції змін рівня забруднення повітряного басейну;
- розробці рекомендацій по його зниженню й доведенні інформації до органів, які приймають рішення, і широкої громадськості.

Узагальнення виконується на підставі даних вимірювань разових або середньодобових концентрацій шкідливих домішок і відомостей про викиди шкідливих речовин у атмосферу конкретних міст [9].

Результати узагальнення інформації по території, підвідомчій Міністерству захисту довкілля та природних ресурсів України, служать для виявлення:




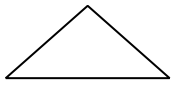

- міст з найбільш високим рівнем забруднення атмосфери;
- джерел викидів шкідливих речовин, які вносять найбільший внесок у рівень забруднення атмосфери міст;
- шкідливих речовин, вміст яких у атмосфері визначає забруднення повітря у містах.

Це досягається спільним аналізом викидів шкідливих речовин, характеристик забруднення атмосфери та метеорологічних умов, які визначають перенос і розсіяння шкідливих речовин у атмосфері [9].

При обробці і узагальненні інформації необхідно дотримуватися певних правил. Узагальнення матеріалів про стан забруднення повітря міст проводиться за період від 1 місяця до 1 року та більше. Узагальнення може здійснюватися по одному місту та по декількох містах і населених пунктах. При узагальненні використовуються статистичні характеристики стану повітря населених міст.

Інформаційні документи повинні бути оформлені у відповідності з діючими нормативними матеріалами [9].

Схема міст виконується на білому папері або кальці розміром 150×150 мм. Орієнтування схеми звичайне. Стрілкою вказується напрямок на північ у верхній частині малюнку. У нижній частині малюнка під схемою наводиться роза вітрів по восьми румбах за січень, червень і в цілому за розглядає мий рік. Застосовується масштаб: 1 см – 10 %. На схему наносяться головні площі, магістралі та вулиці міста і їх назви, основні елементи ландшафту міста (моря, озера, річки, парки, гори і т.п.) і місцеположення постів з наданими їм стандартними номерами.

-  - головні вулиці та магістральні шляхи;
-  - метеорологічні станції;
-  - пункти спостережень опорної мережі;
-  - пункти спостережень не опорної мережі;
-  - пункти спостережень МОЗ, ДСНС і ДАЗВ;

Дані спостережень за концентраціями домішок (q_i) на стаціонарних і маршрутних пунктах спостережень, а також під факелами промислових підприємств розглядають як сукупність випадкових величин – одиничних разових концентрацій ЗР в атмосферному повітрі. При дослідженні цих рядів випадкових величин користуються засобами математичної статистики. Так, у пергу чергу розраховують [9]:

- середнє арифметичне значення концентрації ЗР;
- середнє квадратичне відхилення;
- коефіцієнт варіації;
- повторюваність концентрацій, які перевищують рівень ГДК.

Середнє арифметичне значення концентрації домішок – це одиничний осереднений показником забруднення атмосферного повітря.

Середнє квадратичне відхилення – це статистична характеристика ряду випадкових величин: разових та середньодобових концентрацій, які отримані на стаціонарному чи маршрутному пункті спостережень, що дозволяє оцінити розкид концентрацій відносно середньомісячного значення. Середнє квадратичне відхилення використовується для отримання інформації про мінливість середнього для статистичного аналізу розподілу концентрації. Для систематизації і оцінки рівня забруднення атмосфери за певний період зазвичай використовують наступні статистичні характеристики [9]:

- середнє арифметичне значення концентрації домішки за добу (q_d):

$$\bar{q}_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i, \quad (2.1)$$

де n – число разових концентрацій, виміряних за 1 добу;

- середньоарифметичне значення концентрації домішки за місяць ($q_{\text{міс}}$):

$$\bar{q}_{\text{міс}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i = q_j, \quad (2.2)$$

де n – число разових або середньодобових концентрацій, що отримані протягом j -того місяця ($n \geq 20$ за місяць для разових);

- середньоарифметичне значення концентрації домішки за рік (q_p):

$$\bar{q}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i = \left[\frac{\sum_{j=1}^J \bar{q}_j n_j}{\sum_{j=1}^J n_j} \right], \quad (2.3)$$

де n – число разових або середньодобових концентрацій за рік ($n \geq 200$ для разових);

j – місяць.

- середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань від середнього арифметичного σ :

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (q_i - \bar{q}_{\text{міс}})^2}{n-1}}, \quad (2.4)$$

де n – число спостережень.

- максимальне значення разової концентрації за місяць на посту (q_m)

- коефіцієнт варіації V :

$$V = \frac{\sigma}{\bar{q}_{міс}} \quad (2.5)$$

Коефіцієнт варіації використовується для оцінки ступеню мінливості концентрації домішки від середнього арифметичного значення [9].

Результати багатьох досліджень показали, що дані вимірювань концентрацій домішок у приземному шарі атмосфери міст з достатньою точністю відповідають логарифмічно нормальному розподіленню. По ряду спостережень перевіряють гіпотезу про те, що результати спостережень належать до логарифмічно нормального розподілення, й обчислюють показники логарифмічно нормального розподілення, а також значення максимальної концентрації з заданою вірогідністю перевищення. У відповідності з об'ємом даних спостережень та необхідністю розрахунку фонові концентрації домішки розраховують максимальні концентрації з вірогідністю перевищення у 5; 1 та 0,1 % випадків (q_{m5} , q_{m1} , $q_{m0.1}$).

Усі статистичні характеристики розраховуються для різного осереднення за часом та простором [10].

Основним критерієм якості атмосферного повітря є гранично допустимі концентрації (ГДК), які затверджуються МОЗ. Тому, для оцінки стану або ступеню забруднення атмосфери використовуються одиничні осереднені показники забруднення атмосфери, нормовані на ГДК відповідного періоду осереднення. Встановлюють, чи виконується співвідношення:

$$q_i / \text{ГДК}_{\text{мр}} \leq 1 \quad (2.6)$$

Оскільки $\text{ГДК}_{\text{сд}}$ встановлюються за тривалий період, перевіряють виконання співвідношення:

$$q_i / \text{ГДК}_{\text{сд}} \leq 1 \quad (2.7)$$

Нормовані на ГДК одиничні осереднені і разові показники забруднення атмосфери називаються одиничними індексами забрудненням атмосфери (ІЗА). ІЗА визначається за такою формулою [9]:

$$I = \left[\bar{q}_{mic} / ГДК_{cd} \right]_i^{C_i}, \quad (2.8)$$

де i – домішка,

C_i – константа, що приймає значення 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для першого, другого, третього та четвертого класу небезпеки речовин i яка дозволяє привести ступінь шкідливості i -ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки;

$ГДК_{cd}$ – середньодобова гранично допустима концентрація домішки.

На основі перевірки співвідношення (2.6) розраховують число випадків (m) або повторюваність концентрацій, які перевищують ГДК та ін. величини, кратні ГДК.

Усі статистичні характеристики і одиничні ІЗА розраховуються за даними спостережень за концентрацією кожної речовини, що контролюється, окремо.

Для порівняння ступеню забруднення атмосфери в різних містах використовується комплексний ІЗА (КІЗА) – безрозмірна функція характеристик ступеню забруднення атмосфери декількома речовинами. Комплексний ІЗА, враховуючий l речовин, присутніх у атмосфері, розраховується за формулою [10]:

$$I_l = \sum_{i=1}^l I_i = \sum_{i=1}^l \left[\bar{q} / ГДК_{cd} \right]_i^{C_i}, \quad (2.9)$$

де q - осереднена за часом (місяць та рік), розрахована для посту, міста або групи міст концентрація i -ої домішки.

Розрахунок індексу забруднення атмосфери базується на припущенні, що на рівні ГДК усі шкідливі речовини характеризуються однаковим впливом на людину, і при подальшому збільшенні концентрації ступінь їх шкідливості зростає з різною швидкістю, яка залежить від класу небезпеки речовини [9].

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ФЕНОЛУ ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ

Фенол це найпростіша сполука з класу фенолів, похідна аренів, у молекулі якої безпосередньо реалізується зв'язок гідроксильних груп і бензольного кільця. По суті, це слабка кислота, що і є головною відмінністю між фенолами та спиртами (неелектролітами).

Випускається світовою промисловістю в мільйонах тонн щорічно. За обсягами серед всіх хімічних речовин посідає 33 місце, серед органічних – 17.

Фенол характеризується токсичністю і досить великою їдкістю, здатна обпалювати шкіру. Виконує роль антисептика у вигляді 5 %-го водного розчину і активно з цією метою використовується в медицині.

Виглядає ця речовина як безбарвна прозора тверда маса, сформована голчастими кристалами. Запах – специфічний, у більшості асоціюється із запахом гуаші, оскільки в її складі присутній фенол. Розчиняється в воді за стандартних умов обмежено: в співвідношенні 6,5 г на 100 мл. При температурі 66 °С і більше змішується з водою в різних пропорціях. Саме до водних розчинів частіше використовують найменування «кислота карболова». Крім того, розчиненню піддається в лугах, спиртах, бензині та диметилкетоні.

Перебуваючи на повітрі, сполука окислюється і набуває рожевого забарвлення. Поява кольорових компонентів пояснюється проміжним формуванням хінонів. Молярна маса – 94,11 г/моль, густина – 1,07 г/см³ [11].

Термічні властивості фенолу:

- температура плавлення – 40,9 °С;
- температура кипіння – 181,84 °С;
- температура спалаху – 79/85 °С (у закритому і відкритому тиглі, відповідно).

Хімічна формула фенолу - C₆H₅OH. Хімічним властивостям гідроксибензолу характерна двоплановість. З одного боку, у них присутне

ароматичне кільце, з іншого – гідроксильна група. Тому фенол має властивості і спиртів, і аренів (за гідроксильною групою). Невеликі кислотні якості (сильніші, порівняно зі спиртами). Формування солей, іменованих фенолятами, зокрема натрію феноляту, при дії лугів. У зв'язку з дуже слабкими властивостями кислоти, з фенолятів її може витіснити навіть вугільна кислота. А більш інтенсивне розкладання фенолятів характерне при дії сильних кислот, наприклад, H_2SO_4 (сульфатної кислоти). Крім того, $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ вступає в реакцію з металевим натрієм. Етерифікації карбоновими кислотами не піддається. Для отримання ефірів може бути застосована реакція між фенолятами і ангідридами (галогенангідридами) кислот [11].

Цій сполуці характерний вступ у реакції електрофільного заміщення. Вона легко піддається таким впливам, як алкілювання, ацилювання, галогенування, нітрування та сульфування. В цьому ракурсі варто згадати також реагування з водним розчином бромю, хлорним залізом (якісні реакції на гідроксибензол) і концентрованою HNO_3 (нітратною кислотою). Гідруючи фенол під час приєднувальної реакції і за умови наявності каталізатора, створюють гексалін та циклогексанон.

Що стосується окислення карболової кислоти, то у фенольній молекулі присутня гідроксильна група, стійкість до окислення значно слабша, порівняно з бензолом. Продукт на виході залежить від природи окислювача і умов, в яких здійснювалася реакція.

Сьогоднішні промислове виготовлення фенолу відбувається трьома способами. Перший – це кумольний метод. Основний спосіб отримання, на який припадає близько 95 % світового фенольного виробництва. Суть його полягає у тому, що кумол (ізопропілбензол) поміщають у каскад барботажних колон і виконують некаталітичне окислення за допомогою повітря, при цьому формується гідропероксид кумолу (ГПК) (2-гідроксипропан-2-ілбензол). Після цього отриманий ГПК при впливі H_2SO_4 каталізується і розкладається на фенол та диметилкетон. До речі, під час цього процесу в якості побічного

продукту виділяється ще одна цінна речовина, а саме α -метилстирол (ізопренілбензол).

Другий спосіб – це окислення метилбензолу. На цей спосіб припадає всього приблизно 3 % виробництва. Особливістю є проміжне утворення бензойної кислоти [11].

Третій спосіб ґрунтується на використанні в якості вихідної сировини такого продукту, як кам'яновугільна смола. Решту фенолу отримують саме таким чином. До речі, зараз піддаються випробуванням установки, за допомогою яких передбачається синтез фенолу під час прямого окислення бензолу оксид діазотом і кислотного розкладання гідропероксиду втор-бутилбензолу. Крім того, ця речовина може бути отримана при відновленні хінону.

Матеріал, який ми з вами розглядаємо, має дуже широкий спектр використання. Без нього не обходяться в різнопланових процесах, про які не завадить знати. Фенол – це сполука, яка була виведена штучним шляхом. Їй характерна низька температура плавлення, розчинення в середовищах і органічної, і неорганічної природи. Вона – цінна основа для створення різних матеріалів, важливих у промислових масштабах. Завдяки антисептичним властивостям, застосовується для дезінфекційних заходів, спрямованих на білизну, приміщення тощо. Але якщо раніше з цією метою речовина використовувалася активно, то сьогодні її застосування обмежене, у зв'язку з високою токсичністю [11].

Найбільш поширені сфери застосування фенолу:

- виготовлення барвників (зазначену субстанцію беруть для цього напрямку, оскільки вона під впливом повітря здатна змінювати своє забарвлення);
- виробництво пластичних мас, а саме фенолформальдегідних смол які використовуються, в свою чергу, при створенні полікарбонатів та епоксидних смол;

- переробка нафти (селективне очищення олій, очищення ортокрезолу і створення присадок для олій).

Фенол характеризується значною ефективністю, якщо потрібно видалити смолисті речовини, сірковмісні сполуки та інше з олій. Також використовують у молекулярній біології та генній інженерії (участь в очищенні ДНК і у виділенні ДНК з клітини спільно з метилтрихлоридом) [11].

Широко представлений у медицині та фармацевтиці, а саме створення популярних медикаментів, зокрема похідних фенольної кислоти. Це, передусім, аспірин, або ацетилсаліцилова кислота – засіб для зниження жару. Це також салол – дезінфікуючий препарат, який використовується при хворобах кишківника і сечової системи. Це і добре відомий пурген (фенолфталеїн) – ліки з проносним ефектом, і орасепт – препарат для знеболення та антисептичної обробки.

Фенол також використовують:

- при виробництві штучного волокна, зокрема капрону і нейлону;
- у легкій промисловості (дезінфекційна обробка шкур тварин у складі шкірно-хутряних дубників);
- у виробництві пластифікуючих мас для полімерів;
- у парфумерній галузі (виготовлення парфумерії);
- у косметології (як засіб для глибокого хімічного пілінгу);
- у аналітичній хімії (служить реагентом);
- при обробці сільськогосподарських насаджень (виступає захисним засобом для рослин, входить до складу пестицидів);
- у скотарстві (дезінфекційні заходи, спрямовані на тварин) [11].

Ми перерахували багато напрямків, де не обходяться без фенолу, але і це ще не все. З нього створюють антиоксиданти, неіоногенні поверхнево-активні речовини, інші речовини фенольного класу, антисептики, вибухівку, фарби (гуаш), фотореактиви (проявники для чорно-білого паперу), різні синтетичні матеріали. Завдяки йому, коптильний дим набуває здатності

до консервування. Крім того, консервантом гідроксибензол служить і для вакцин.

Раніше фенол активно використовували при виготовленні будматеріалів, товарів побутового призначення, пластику для різних виробів, зокрема іграшок. Сьогодні ж це або максимально скорочено, або взагалі заборонено через небезпечний вплив на людський організм, зокрема на нервову систему, серце і судини, нирки і печінку, а також на інші внутрішні органи. Хоча досі є виробники, які, незважаючи на всі заборони і обмеження, використовують фенол навіть при створенні іграшок для дітей [11].

Фенол як окрема сполука використовується в різних сферах, але ще в більших обсягах у роботу беруться його різні похідні.

Цей реактив токсичний (належить до 2-го класу небезпеки хімічних продуктів), є одним з промислових забруднювачів, здатний завдавати шкоди людям і тваринам. Крім того, згубно впливає на велику кількість мікроорганізмів, як результат – біологічне очищення промислових стоків, що містять багато фенолу, супроводжується чималими труднощами.

Контактуючи зі шкірою, не тільки обпікає (а опіки потім можуть ще й трансформуватися в виразки), але і всмоктується всередину, провокуючи отруєння та згубний вплив на головний мозок.

Потрапляючи в організм крізь органи дихання, подразнює і знову ж обпікає. Якщо площа хімічного опіку становитиме 25 % і більше, не є винятком летальний кінець. Негативний вплив фенолу на організм може полягати також у кашлі, чханні, мігренях й запамороченнях, блідості, нудоті, втраті сил, м'язовій атрофії, виразці шлунку і дванадцятипалої кишки. Це не означає, що зазначену речовину слід повністю викреслити з життя. Потрібно правильно з нею поводитися, щоб мінімізувати ризики, і тоді ефект, який з її допомогою можна отримати, порадує у всіх сенсах [11].

Феноли входять в реєстр найбільш небезпечних і токсичних органічних забруднювачів навколишнього середовища. Основним техногенним джерелом надходження фенолів до біосфери є промислові виробництва паперу,

барвників, лаків, медичних препаратів, меблів тощо. Крім того фенол та 1-нафтол є продуктами розпаду пестицидів. Токсичними є як фенол, так і продукти його окиснення та хлорування. Тому до моніторингу ступеня забруднення ґрунту і водних об'єктів фенолами висуваються жорсткі законодавчі вимоги [12].

При визначенні сполук фенольного ряду необхідно враховувати наступні аспекти:

- токсичність фенольних сполук суттєво залежить від будови, тому їх визначення повинно бути селективним;
- фенольним сполукам притаманне швидке хімічне та біохімічне окиснення, тому методи їх визначення мають бути експресними;
- ГДК фенолу у водах становить 0.001 мг/л, тому методи його визначення повинні бути високочутливими;
- ГДК_{мр} фенолу в атмосферному повітрі складає 0,01мг/м³, а ГДК_{сд} дорівнює 0,003 мг/м³ [12].

Одним із шляхів вирішення проблеми є розробка методів селективного вилучення фенольних сполук із матриці, що включають концентрування аналіту та його стабілізацію (консервування). На сьогодні визначення мікрокількостей фенолів проводять після їх твердофазної екстракції на органополімерах, активованому вугіллі чи хімічно модифікованих кремнеземах (ХМК) з закріпленими циклодекстринами чи октадецильними групами. Дія зазначених адсорбентів на фенольні сполуки не є специфічною, тому їх вилучення не є селективним та кількісним. Це знижує як межу виявлення фенолів, так і надійність аналізу. Додатковим недоліком відомих твердофазних адсорбентів є те, що вони не стабілізують пробу. Це зумовлює необхідність розробки нових твердофазних адсорбентів для селективного вилучення, концентрування та аналізу фенолів [12].

Перспективним для вирішення проблеми моніторингу забруднення води фенолами та їх визначення є адсорбенти, які здатні до специфічної взаємодії з фенолами, що забезпечить високі коефіцієнти їх концентрування,

селективність вилучення та стабілізацію проби. Для фенольних сполук, що мають активоване ароматичне кільце, такими адсорбентами можуть бути ХМК із ковалентно закріпленими групами арилдіазонію. Для полінітрофенолів перспективними є ХМК із закріпленими π -донорними сполуками. Імобілізовані аналоги неіонних поверхнево-активних речовин є перспективними для селективного концентрування продуктів азосполучення фенолів. Поглинання названими адсорбентами фенольних сполук призводить до виникнення у них стійкого забарвлення. Це є передумовою для розробки тест-систем для виявлення та моніторингу забруднення води фенольними сполуками [12].

Поліфеноли відіграють важливу роль у фотосинтезі, диханні, рості рослин, стійкості фруктів і овочів проти інфекційних захворювань. Від них залежать забарвлення, аромат, смак, потемніння тканин плодів та їхня Р-вітамінна цінність. Поліфеноли рутин, гесперидин, нарингін, катехіни, антоціани мають властивість вітаміну Р. Залежно від кількості ароматичних кілець поліфенольні сполуки поділяють на три групи: з одним, з двома бензольними кільцями та полімерні. Катехіни містяться в багатьох плодах і овочах. Вони легко окиснюються на повітрі, при нагріванні, під дією окисних ферментів і утворюють при цьому полімеризовані катехіни – флобафени, які надають плодам, овочам і продуктам їхньої переробки темно-коричневого забарвлення. Це відбувається у місцях механічного пошкодження шкірочки плодів, при очищенні, подрібненні (нарізання, протирання) і термічній обробці (сушіння). Щоб запобігти потемнінню, окисні ферменти знешкоджують. Катехіни серед інших поліфенольних сполук найбільше Р-активні [13].

Фенол — їдка отруйна речовина. Під час роботи з ним потрібно використовувати засоби індивідуального захисту. У хімічних лабораторіях із фенолом працюють у захисних рукавичках й у витяжній шафі. Типовими шляхами потрапляння фенолу до організму є проковтування, вдихання пари та всмоктування крізь шкіру, він шкідливий майже для всіх систем організму. Потрапляння фенолу на шкіру призводить до хімічних опіків — адже він

зумовлює денатурування білків. Розбавлений водний розчин фенолу застосовують як антисептик у медицині й дотепер використовують у ветеринарії та як консервант [14].

Фенол є продуктом переробки кам'яного вугілля, а вам відомо, що вуглеводнева сировина за недбалого застосування негативно впливає на здоров'я людини й довкілля. Під час синтезу фенол-формальдегідних пластмас, барвників, вибухових речовин відбуваються викиди отруйних газів у довкілля. Разом з іншими промисловими відходами фенол потрапляє у стічні води, унаслідок чого гинуть водні рослини, отруюється риба.

Фенол — отруйна речовина, що становить загрозу не тільки для здоров'я людини, а й для рослин і тварин. Тому виробництво й промислове використання фенолу тісно пов'язане з питаннями екології, з охороною природи від промислових відходів, що містять фенол.

Кожна людина, яка працює на коксохімічному виробництві або на виробництвах, пов'язаних із використанням фенолу, має усвідомлювати цю небезпеку для здоров'я та екологічної ситуації в країні, бути відповідальною перед суспільством за чистоту повітря, водойм і ґрунтів, адже це безпосередньо впливає на здоров'я та працездатність громадян [14].

Небезпека фенолу для здоров'я людини полягає в тому, що він робить негативний вплив на нервову систему. Фенольні пари і пил, а також розчин фенолу, дратують очі, слизові оболонки дихальних шляхів, а також шкірні покриви. Якщо фенол потрапляє в організм, то його всмоктування відбувається в лічені секунди навіть в разі його проходження через ті ділянки шкіри, які не пошкоджені. Буквально через кілька хвилин після потрапляння в організм, фенол надає паралітичну дію на головний мозок людини, а саме - на тканини головного мозку. Перші симптоми отруєння фенолом - недовго триває збудження, після чого настає параліч дихального центру організму. Слід зазначити, що потрапляючи в організм навіть в мінімальній кількості, фенол може викликати кашель, сильний головний біль, нудоту і загальну слабкість.

Фенол є токсичною сполукою, і людям з підвищеною чутливістю він може заподіяти шкоди або навіть смерті при невеликій кількості. До того ж, він поглинається дуже швидко та може призвести до токсичного отруєння всього організму. Як правило, смерть і важкі наслідки токсичності спричиняються негативним впливом фенолу на центральну нервову систему, серце, кровоносні судини, легені та нирки [15].

Пари фенолу здатні подразнювати очі та дихальні шляхи. У разі потрапляння до очей їх промивати водою протягом 10 хвилин, а при вдиханні парів необхідно надати ураженому доступ до свіжого повітря. Використання фенолу в роботі вимагає застосування окулярів і гумових рукавиць. При потраплянні фенолу на шкіру необхідно ретельно промити уражене місце водою, а згодом і поліетиленгліколем [16].

Біологічне значення фенолу зазвичай розглядається в рамках його впливу на навколишнє середовище. Фенол - один з промислових забруднювачів. Фенол досить токсичний для тварин і рослин. Фенол та його похідні є загрозою для здоров'я й працездатності людини, становлять значні екологічні небезпеки [17].

4 ОПИС СТАЦІОНАРНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРИ У МІСТІ ОДЕСА

Необхідність організації системи спостережень за забрудненням повітряного басейну в містах та інших промислово розвинених населених пунктах зумовлена тим, що на локальному і регіональному рівнях ступінь забруднення атмосфери може перевищувати санітарно-гігієнічні нормативи [1].

Характер часової і просторової мінливості концентрації шкідливих домішок зумовлений рядом обставин, відомості про які є необхідними для забезпечення відповідної якості атмосферного повітря. Основою для виявлення цих закономірностей є спостереження за станом забруднення повітряного басейну [2].

Атмосфера завжди містить певну кількість домішок, які поступають від природних і антропогенних джерел. Антропогенне забруднення визначається різноманіттям видів і кількістю джерел. Викиди шкідливих речовин здійснюють в першу чергу автотранспорт і підприємства теплоенергетики, промисловості.

Самими поширеними шкідливими речовинами, які забруднюють атмосферне повітря є : діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, неорганічний пил, сажа, фенол, формальдегід, фтористий водень [18].

Спостереження за станом навколишнього середовища проводяться Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації. З інформацією моніторингу можна ознайомитись на сайті Департаменту. В регіоні моніторинг довкілля здійснюють територіальні органи суб'єктів моніторингу. До основних суб'єктів регіональної системи моніторингу довкілля області відносяться:

- Гідрометцентр Чорного та Азовського морів;

- Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю;
- Український науковий центр екології моря;
- Причорноморське державне регіональне геологічне підприємство;
- Одеська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України» Держґрунтохорона;
- Департамент з питань цивільного захисту, оборонної роботи та взаємодії з правоохоронними органами Одеської обласної державної адміністрації;
- ДП «Одеський регіональний центр стандартизації, метрології та сертифікації» [19].

Спостереження за станом забруднення в м. Одеса здійснюється на постах Гідрометцентру Чорного і Азовського морів.

Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів (ГМЦ ЧАМ) – оперативно-виробнича та методична організація ДСНС, головна організація з морського оперативно-прогностичного обслуговування морських галузей господарства України на Азовсько-Чорноморському басейні [20].

Сьогодні, ця організація налічує більше трьохсот співробітників, яка обладнана складною вимірювальною апаратурою і засобами зв'язку.

ГМЦ ЧАМ здійснює гідрометеорологічне обслуговування та забезпечення органів державної влади, органів місцевого самоврядування і населення, збройних сил, організацій виробничо-господарського комплексу, підприємств цивільної авіації на внутрішніх і міжнародних авіалініях, мореплавання та інших видів транспорту, рибних промислів у морях, океанах та інших споживачів гідрометеорологічної інформації та продукції.

Головні завдання ГМЦ ЧАМ зводяться до наступних:

- складання короткострокових прогнозів температури морської води і зледеніння моря в Північно-західній частині Чорного моря;

- інформування населення про високе забруднення атмосферного повітря, поверхневих і морських вод в Одеській області;
- надання даних про погоду в Одеській області та над акваторією Чорного моря;
- проведення випробувань, запровадження нових та покращення існуючих методів гідрометеорологічних прогнозів Азово-Чорноморського басейну, приладів та обладнання;
- здійснювати оперативно-методичне керівництво морськими прогностичними і наглядовими організаціями Держгідромету України, які залучені до гідрометеорологічного забезпечення та обслуговування;
- організувати та контролювати роботу метеорологічних станцій з питань проведення спостережень за метеорологічними елементами і явищами погоди [20].

ГМЦ ЧАМ складається з таких підрозділів:

- підрозділ метеопрогнозів;
- підрозділ морських та річкових гідрологічних прогнозів;
- підрозділ метеорології;
- підрозділ архівації даних метеорологічних спостережень;
- підрозділ агрометеорології й агрометеорологічних прогнозів;
- підрозділ гідрометеорології моря;
- підрозділ автоматизації;
- комплексна лабораторія спостережень за забрудненням навколишнього середовища [20].

Мережа стаціонарних пунктів спостережень ГМЦ ЧАМ створена та працює відповідно до вимог розміщення пунктів спостережень. Кожен пункт спостереження за забрудненням атмосферного повітря проводить відбір проб ЗР для визначення разових концентрацій домішок в м. Одеса та здійснює обробку результатів вимірювань.

Регулярні спостереження на стаціонарних постах проводяться по одній з чотирьох програм спостережень: повній, неповній, скороченій, добовій. Одночасно з відбором проб повітря визначають такі метеорологічні параметри: напрям і швидкість вітру, температура повітря, стан погоди і підстилаючої поверхні.

Місця розташування восьми стаціонарних постів (ПСЗ№: 8, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20), з яких складається мережа спостережень за станом атмосферного повітря у м. Одеса, наведені на рис. 4.1 [21].

Виміри стану забруднення атмосферного повітря в м. Одеса здійснюються на 8 контрольно-вимірювальних постах (КВП), які розташовані у різних районах міста.

Пост №8 розташований у прибережній зоні моря на Французькому бульварі на території Гідрометеорологічного центру Чорного та Азовського морів у значній відстані від промислових підприємств та автошляхів. Тому значення концентрацій забруднюючих речовин, які вимірюються на цьому пості, можна вважати фоновими.

Пости №№ 10, 15, 17 розташовані у північній та північно-західній частинах міста (вул. Чорноморського козацтва - №10, Херсонський сквер - №15, автовокзал - №17), де знаходяться основні джерела викидів небезпечних речовин: нафтопереробний, цементний, лакофарбувальний заводи та інші.

Пости №№ 16, 18, 19 розташовані у тих районах міста, де найбільший рух автотранспорту: роза Олександрівського проспекту та вул. В.Арнаутської - №16, 1-а ст. Люстдорфської дороги - №19, вул. Балківська - №18.

Окремо необхідно відзначити місце розташування КВП № 20, який знаходиться на розі Італійського бульвару та вул. Канатної. Це район, де немає промислових підприємств, але на цих вулицях спостерігається великий рух автотранспорту, особливо у час пік. Пост розташований на деякій відстані (приблизно 30 м) від автошляхів [18].

Більшість цих пунктів спостережень розміщувалися поблизу основних промислових підприємств. Однак в результаті трансформації економічних процесів, які відбувались протягом останніх десятиріч, велика кількість промислових підприємств закрилися чи перепрофілювались. Натомість, нерідко у інших частинах міста сформувалися нові стаціонарні об'єкти викидів в атмосферу. Сьогодні у разі збільшилась як кількість автомобільного транспорту, так і площа м. Одеси з часу формування мережі стаціонарних пунктів.

Отже, існуюча мережа стаціонарних пунктів спостережень в сучасних умовах не є оптимальною для проведення аналізу якості атмосферного повітря.

Директор Департаменту екології та природних ресурсів ОДА наголосив, що для ефективного вирішення зазначених актуальних проблемних питань потрібно, насамперед, внесення змін до існуючої системи моніторингу якості атмосферного повітря (з отриманням інформації щодо рівня забруднення, оцінкою та прогнозуванням змін його характеристик й ступеню небезпечності тощо), і першим дієвим кроком у цьому напрямку має бути розширення мережі стаціонарних постів спостереження в Одесі та в області в цілому [22].

Спостереження за станом забруднення в м. Одеса здійснюється на постах Гідрометцентру Чорного і Азовського морів. За даними їх вимірювань постійно встановлюються перевищення гранично допустимих концентрацій по ряду інгредієнтів, у тому числі формальдегіду у 3,3 рази перевищує середньорічну ГДК, фенолу – у 1,7 рази, пилу – у 1,7 рази, фториду водню – у 1,6 рази, сажі – у 1,2 рази, оксиду вуглецю – у 1,2 рази.

Моніторинг за станом атмосферного повітря також здійснюється пересувною екологічною лабораторією КП «Центр екологічних проблем та ініціатив» в затверджених точках контролю, розміщених на перехрестях транспортних магістралей міста, на кордонах санітарно-захисних зон потенційно-небезпечних об'єктах м. Одеси, в прибережній зоні, а також в парках і скверах.

З цього приводу Павло Буланович зазначив: «Протягом 2020 року виконано 974 спостережень з автоматичним відбором проб і замірами концентрацій газоаналізаторами. Останніми роками намітилася тенденція до збільшення забруднення атмосферного повітря. Насамперед, це пов'язано із недосконалістю існуючої системи спостереження. В Одесі є лише 8 стаціонарних пунктів контролю якості повітря, що здійснюють цілодобовий контроль якості повітря за 11-ю показниками. Встановлення стаціонарних постів спостереження було проведено ще у 1974 році, і на сьогодні вони фактично знаходяться на найбільш проблемних та завантажених перехрестях автомобільних магістралей. Тож показники забрудненості повітря характеризують його стан саме уздовж великих транспортних магістралей у «час пік» [22].

5 АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСИ ФЕНОЛОМ

Стан повітряного басейну міста – один із актуальних та основних важливих для життя елементів навколишнього природного середовища.

В Одесі розташовано понад 200 підприємств. Основний негативний внесок у викиди від стаціонарних джерел роблять підприємства нафтогазової, хімічної та енергетичної промисловості.

У житловій зоні міста функціонують підприємства нафтогазопромислового комплексу, що становлять підвищену екологічну небезпеку за рахунок звернення у виробничих процесах небезпечних речовин (аміак, нафтопродукти, зріджені гази, метан) [23].

Якість атмосферного повітря визначається параметрами викидів забруднюючих речовин від стаціонарних та пересувних джерел (переважно автотранспорт).

Обсяги викидів від автотранспорту визначаються організацією автомобільного руху, якістю доріг та пального, типом та технічним станом автотранспортних засобів [24].

Згідно з “Керівництвом по контролю забруднення атмосфери» та [10] необхідно по результатам проведених спостережень протягом року провести розрахунок характеристик забруднення повітря та провести їх аналіз для населеного пункту. Після цього рекомендується відслідкувати тенденції впродовж 3 - 5 років, коли принципово не змінювався характер викидів, які формують забруднення атмосфери.

Аналіз якості атмосферного повітря в населених пунктах в першу чергу проводять для:

- оцінки стану забруднення повітря;
- виявлення тенденцій зміни рівнів забруднення у часі;
- вивчення особливостей територіального розподілу вмісту домішки.

Для вивчення особливостей зміни рівнів забруднення повітряного басейну міста Одеса фенолом, в якості вихідних даних були використані результати спостережень за його вмістом на мережі стаціонарних постів за три роки – з 2017 по 2019 рік. Ці дані представлені у вигляді ТЗА-1 і були надані Лабораторією спостережень за забрудненням атмосферного повітря ГМЦ ЧАМ.

Дослідження особливостей забруднення атмосфери Одеси фенолом у 2017 – 2019 рр. проводилося у три етапи.

На першому етапі роботи був проведений аналіз повноти інформації з урахуванням програм спостережень та пропусків, які були виявлені на стаціонарних постах, що вплинуло на кількість вимірних разових концентрацій фенолу.

На другому етапі розраховували та проаналізували середньомісячні концентрації фенолу на кожному з пунктів, де велися спостереження, та по місту в цілому, а також розглянули особливості взаємних змін рівнів забруднення на постах протягом року.

На третьому етапі роботи провели розрахунок ІЗА по місту в цілому та дослідили тенденції протягом трьох років.

Треба зазначити, що спостереження за фенолом проводилися на семи з восьми існуючих стаціонарних пунктів. Характеристика програм, по яким проводили визначення разових концентрацій фенолу, наведена в табл.5.1.

Як бачимо, спостереження за вмістом фенолу в повітрі проводилося по двом різним програмам:

- на чотирьох постах (КВП № 10,1518,19) по повній програмі спостережень;
- на трьох (КВП № 8, 16, 20) по неповній програмі спостережень.

Таблиця 5.1 – Характеристика програм спостережень на стаціонарних постах за вмістом фенолу в м. Одеса

Номер ПСЗ	Програма спостережень	Час відбору проб (години)
8	не повна	7, 13, 19
10	повна	1,7,13,19
15	повна	1,7,13,19
16	не повна	1,7,19
18	повна	1,7,13,19
19	повна	1,7,13,19
20	не повна	1,7,19

Різниця в програмах спостережень – це основний фактор, який обумовлює відмінність у кількості визначених концентраціях фенолу протягом року. Також важливо провести аналіз надійності вихідної інформації у 2017 – 2019 рр. з урахуванням пропусків спостережень для кожного року окремо.

Відомості о виявлених пропусках даних спостережень за фенолом на стаціонарних постах Одеси у 2017 році наведені в табл. 5.2.

Аналіз табл. 5.2 дозволив виявити наступне:

- пропуски спостережень були на всіх семи пунктах;
- пропуски мали місце п'ять місяців з травня по вересень та відсутні в інший час;
- загалом на кожному стаціонарному посту пропуски зареєстровані у двох місяцях з тривалістю від 10 до 15 діб.

Таблиця 5.2 – Відомості про пропуски даних спостережень за фенолом на стаціонарних постах (м. Одеса, 2017 рік)

ПСЗ	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8							з 21 по 31	з 1 по 13				
10					з 21 по 31	з 1 по 15						
15					з 21 по 31	з 1 по 15						
16									з 17 по 30			
18								з 20 по 31	з 1 по 17			
19									з 17 по 30			
20							з 21 по 31	з 1 по 13				

Розглянемо яка була ситуація у 2018 році (табл. 5.3).

Вивчені періоди пропусків спостереження на стаціонарних постах у 2017 році (табл.5.3) виявили:

- наявність пропусків спостережень на всіх семи постах;
- період, коли виявлені пропуски спостережень, складає сім місяців травня по грудень;
- на кожному посту спостереження відсутні в двох місяцях з дванадцяти;
- середня тривалість періоду, коли немає даних, складає приблизно 20 днів за два місяця;
- найбільша кількість пропусків на ПСЗ № 19.

Таблиця 5.3 - Відомості о пропусках даних спостережень за фенолом на стаціонарних постах міста Одеса (2018 рік)

ПСЗ	МІСЯЦЬ						
	5	6	7	8	9	11	12
8			з 20 по 31	з 1 по 13			
10	з 20 по 31	з 1 по 15					
15	з 20 по 31	з 1 по 15					
16			з 11 по 23			з 3 по 19	
18				з 11 по 31	з 1 по 7		
19			з 11 по 23			з 3 по 19	Немає даних
20			з 20 по 31	з 1 по 13			

Що стосується ситуації у наступному 2019 році, то визначенні пропуски вимірювання фенолу на пунктах спостережень за забрудненням атмосфери представлені в табл. 5.4.

Загалом період, коли були пропуски, складає шість місяців (з травня по вересень та у листопаді). Аналіз таблиці 5.4 дає змогу поділити всі пункти спостережень на чотири групи:

- перша група - немає пропусків даних - ПСЗ № 8;
- друга група - дані відсутні від 5 до 20 днів - ПСЗ № 10, 15, 20;
- третя група - дані відсутні від 5 до 20 днів, та цілий місяць не проводились виміри - ПСЗ № 16, 17, 18;

- четверта група – максимальна кількість пропусків даних - ПСЗ № 19.

Ситуація на ПСЗ № 19 найгірша оскільки з січня по квітень та за вересень даних взагалі немає, а в травні, червні та листопаді данні відсутні від 5 до 21 дня.

Таблиця 5.4 – Відомості о пропусках даних спостережень на стаціонарних постах Одеси у 2019 році

ПСЗ	Місяць											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8												
10								з 11 по 31	з 1 по 5			
15								з 11 по 31	з 1 по 5			
16						з 16 по 30			Немає даних		з 3 по 17	
17					з 19 по 31	Немає даних	з 1 по 8					
18					з 19 по 31	Немає даних	з 14 по 31	з 1 по 7				
19	Немає даних				з 1 по 22	з 16 по 30			Немає даних		з 3 по 17	
20							з 14 по 31	з 1 по 7				

В результаті аналізу табл. 5.2 - 5.4 можливо констатувати, що протягом з 2017 по 2019 роки ситуація погіршується. Періоди , коли виявлені пропуски

спостережень, збільшується, як і кількість днів, коли необхідно було визначати разові концентрації фенолу в атмосферному повітрі Одеси.

Для розрахунку середньомісячних концентрацій на стаціонарних постах та по місту в цілому необхідно визначити кількість спостережень.

В табл.5.5 наведена характеристика для 2017 року.

Таблиця 5.5 – Кількість спостережень за фенолом в атмосферному повітрі міста Одеса (2017 рік)

Місяць	Номер ПСЗ							По місту
	8	10	15	16	18	19	20	
січень	72	96	96	72	96	95	72	599
лютий	72	96	96	72	96	95	72	599
березень	78	103	103	78	104	104	78	648
квітень	72	95	96	72	96	96	72	599
травень	72	60	60	72	96	96	72	528
червень	72	48	48	72	96	96	72	504
липень	51	104	104	78	104	104	51	596
серпень	45	104	104	78	68	104	45	548
вересень	73	104	104	42	48	56	78	505
жовтень	75	100	100	75	100	100	75	625
листопад	78	104	104	78	104	104	78	650
грудень	75	100	100	75	100	100	75	625
Рік	835	1114	1115	864	1108	1150	840	7026

Згідно табл. 5.5 загальна кількість спостережень на всіх семи ПСЗ протягом року склала 7026 разових концентрацій. Мінімальна кількість була на ПСЗ№8 – 835, а максимальна на ПСЗ№19 - 1150. Враховуючи значення вимірних концентрацій на стаціонарних постах в кожному місяці 2017 року, визначили, що вони змінювалися в досить широкому діапазоні від 42 на

ПСЗ№16 до 104 на ПСЗ№ 10, 15, 18, 19, тобто у 2.5 рази. Найменша кількість спостережень по місту в цілому зареєстрована у червні та вересні 2017 року (504 та 505).

Аналогічний аналіз проведемо у 2018 році з використанням даних табл.5.6.

Таблиця 5.6 – Кількість спостережень за вмістом фенолу в атмосферному повітрі міста Одеса (2018 рік)

Місяць	Номер ПСЗ							По місту
	8	10	15	16	18	19	20	
січень	75	100	100	75	100	100	75	625
лютий	75	96	96	72	96	96	78	609
березень	78	104	104	78	104	104	78	650
квітень	72	96	96	72	96	96	72	600
травень	72	60	60	72	96	96	72	528
червень	75	52	52	75	100	100	75	529
липень	52	104	104	56	104	68	52	540
серпень	52	104	104	78	40	104	52	534
вересень	75	100	100	75	80	100	75	605
жовтень	78	104	104	78	104	104	78	650
листопад	78	104	104	42	104	56	78	566
грудень	75	100	100	75	100	-	75	525
Рік	857	1124	1124	848	1124	1024	860	6961

Загальна кількість спостережень на всіх постах протягом 2018 року незначно зменшилась по відношенню до 2017 року та склала 6961 значення. Число виміряних концентрацій протягом всього 2018 року, з урахуванням конкретного посту, змінювалося від 848 на ПСЗ№16 до 1124 на

ПСЗ№10,15,18. Діапазон, в якому змінювалася кількість визначених концентрацій на кожному посту протягом місяця складає від 40 (ПСЗ№18, серпень) до 104 (ПСЗ№10,15,18, 19), тобто у 2.6 рази. Менша кількість спостережень по місту в цілому спостерігається з травня по серпень та у грудні ті листопаді, що збігається з періодом значних пропусків вимірювань фенолу, а у грудні 2018 року загалом не велися спостереження на КВП№19.

З використанням даних ТЗА-1 були визначені довжини рядів разових концентрацій фенолу (таблиця 5.7) по м. Одеса у 2019 році.

Таблиця 5.7 – Кількість спостережень за фенолом в атмосферному повітрі міста Одеса (2019 рік)

Місяць	Номер ПСЗ							По місту
	8	10	15	16	18	19	20	
січень	75	100	100	75	100	-	75	525
лютий	72	96	96	72	96	-	72	504
березень	75	100	100	75	100	-	75	525
квітень	75	100	100	75	100	-	75	525
травень	75	100	100	75	56	32	75	513
червень	69	92	92	39	-	52	69	413
липень	81	108	108	81	48	108	36	570
серпень	78	36	36	78	80	104	60	472
вересень	75	84	84	-	100	-	75	418
жовтень	78	104	104	78	104	104	78	650
листопад	78	104	104	42	104	56	78	566
грудень	75	100	100	75	100	100	75	625
Рік	906	1124	1124	765	988	556	843	6306

За 2019 рік на сімох пунктах спостережень за вмістом фенолу в повітря в період з першого по дванадцятий місяць сумарно було проведено 6306

спостережень (зменшилось по відношенню до 2017 та 2018 рр.). Кількість спостережень на постах коливається в діапазоні від 32 (ПСЗ№ 19, травень) до 108, що показує більш значні відмінності в 3,4 рази. Така різниця в кількостях спостережень пов'язана з відсутністю даних на пунктах спостережень що наведені в таблиці 5.4 та різними програмами спостережень. По місту кількість спостережень кожного місяця коливається в діапазоні від 413 до 650. Найбільша кількість спостережень відбулася у жовтні, найменша у червні. За рік найменше спостережень виконано на ПСЗ № 19 (556), найбільше ПСЗ № 10, 15 (1124).

Таким чином виходить, що кількість спостережень за вмістом фенолу в атмосферному повітрі залежить не тільки від програми спостережені, а й від кількості пропусків даних. Не дивлячись на пропуски, кількість спостережень достатня для аналізу середньомісячних концентрацій фенолу в атмосферному повітрі.

Можна зробити висновок, що в період відсутності спостережень, знижується надійність розрахованих характеристик забруднення атмосфери, що треба враховувати при подальшому аналізі.

На другому етапі роботи був проведений розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій фенолу для кожного пункту спостережень та по місту в цілому з використанням формули (2.2). Результати розрахунку за 2017 - 2019 рр. наведені у табл. 5.8 – 5.10.

Аналіз значень середньомісячних концентрацій фенолу у 2017 році (табл. 5.8) дозволив зробити наступні висновки:

- в районі розташування ПСЗ№8 атмосфера була чистою протягом всього року;
- на іншій території міста Одеса, де проводилися спостереження, атмосфера була забруднена, причому ступінь забруднення змінювалася в досить вузькому діапазоні від $0,004 \text{ мг/м}^3$ (1.3ГДКсд) до $0,006 \text{ мг/м}^3$ (2ГДКсд) і це характерно як для кожного з шести стаціонарних постів протягом року.

Таблиця 5.8 - Середньомісячні концентрації фенолу в атмосферному повітрі міста Одеса (2017 рік)

Місяць	Номер ПСЗ							По місту
	8	10	15	16	18	19	20	
січень	0,001	0,005	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,0038
лютий	0,002	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,0038
березень	0,002	0,005	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,0049
квітень	0,002	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0043
травень	0,002	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0046
червень	0,002	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,006	0,0049
липень	0,003	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,0048
серпень	0,002	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,0048
вересень	0,003	0,006	0,005	0,003	0,005	0,004	0,004	0,0043
жовтень	0,002	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,0042
листопад	0,002	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0045
грудень	0,003	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006	0,0050
Рік	0,0021	0,0049	0,0049	0,0048	0,0052	0,0047	0,0048	0,0045

Для більш детального вивчення змін рівнів забруднення на постах протягом 2017 року побудували часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу (рис. 5.1)

Аналізуючи хід кривих рис. 5.1 по відношенню до ГДКсд, яке дорівнює $0,003 \text{ мг/м}^3$, можна поділити територію міста на дві частини – район розташування ПСЗ№8, де атмосфера була чиста, а на всій іншій частини міста атмосфера була забруднена. Ступінь забруднення змінювалася в 1.5 рази від 1.3 до 2 ГДКсд. Загальна тенденція – це невелике збільшення вмісту фенолу від початку до кінця 2017 року.

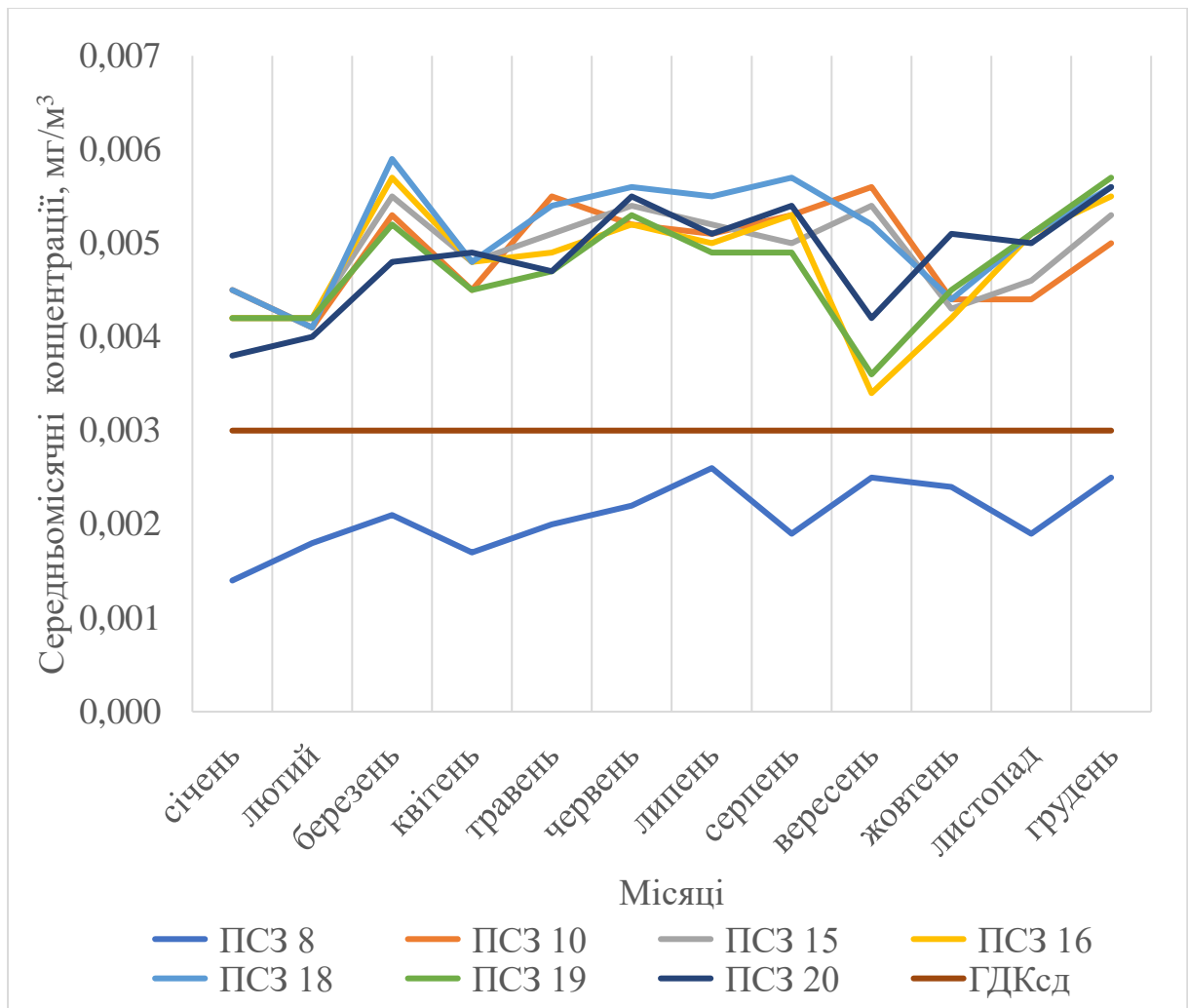


Рисунок 5.1 – Часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу (м. Одеса, 2017 рік)

В табл. 5.9 наведені розраховані середньомісячні концентрації фенолу в повітрі міста Одеса у 2018 році.

Аналіз середньомісячних концентрацій фенолу на стаціонарних постах, з урахуванням значення гранично допустимої середньодобової концентрації (ГДК_{сд}) фенолу, яка дорівнює 0,003 мг/м³, дозволив поділити територію міста Одеси на дві частини - атмосфера чиста на КВП№8, а в іншій частині міста атмосфера забруднена. Рівень забруднення атмосфери змінювався в досить вузькому діапазоні з перевищенням ГДК_{сд} в 1,3-1,7 рази та найбільшим значенням в січні на КВП№20 – 0,006мг/м³ (2ГДК_{сд}).

Таблиця 5.9 – Середньомісячні концентрації фенолу в атмосферному повітрі міста Одеса (2018 рік)

Місяць	Номер ПСЗ							По місту
	8	10	15	16	18	19	20	
січень	0,002	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,0047
лютий	0,002	0,004	0,005	0,004	0,005	0,004	0,004	0,0039
березень	0,002	0,004	0,004	0,004	0,005	0,004	0,004	0,0039
квітень	0,002	0,005	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,0043
травень	0,002	0,005	0,004	0,005	0,005	0,004	0,005	0,0043
червень	0,002	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0046
липень	0,003	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0046
серпень	0,003	0,005	0,004	0,004	0,005	0,005	0,004	0,0042
вересень	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,0038
жовтень	0,002	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,004	0,0045
листопад	0,002	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0044
грудень	0,002	0,004	0,004	0,004	0,005	-	0,004	0,0038
Рік	0,0022	0,0047	0,0045	0,0045	0,0049	0,0046	0,0044	0,0043

З використанням значень табл.5.9 побудували часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу (рис. 5.2) у 2018 році.

В результаті аналізу графіку (рис.5.2) встановили, що по відношенню до ГДКсд, стаціонарні пости також можна поділити на дві групи – район ПСЗ№8, де атмосфера була чиста протягом всього 2018 року та вся інша частина міста, де атмосфера була забруднена. Ступінь забруднення в районі розташування шести постів (ПСЗ№10, 15,16, 18,19,20) змінювалася з невеликою амплітудою і тенденції зміни рівнів забруднення між пунктами загалом не співпадають.

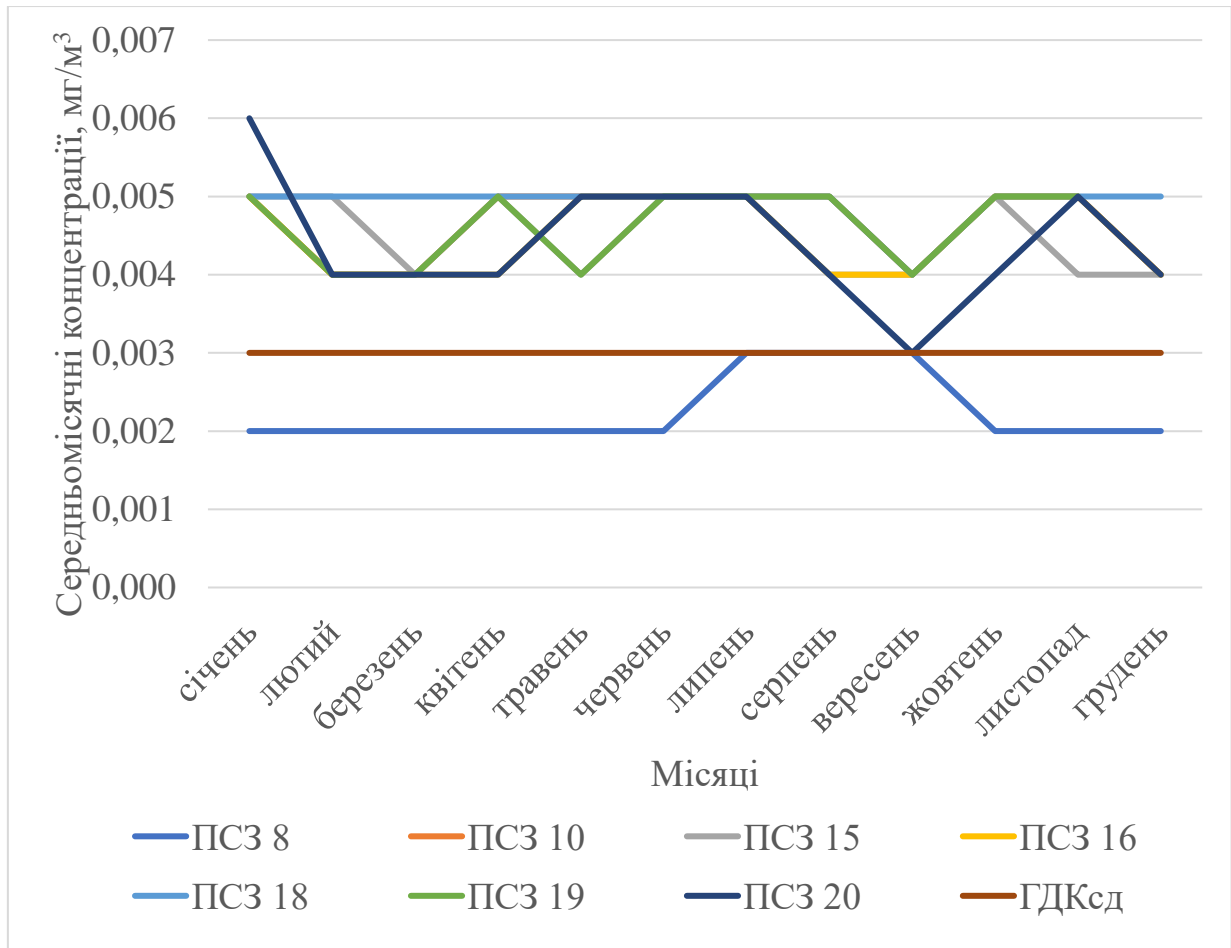


Рисунок 5.2 – Часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу (м. Одеса, 2018 рік)

В ході опрацювання вихідних даних (ТЗА-1) були також розраховані середньомісячні концентрації фенолу (таблиця 5.10) в атмосферному повітрі міста Одеса за 2019 рік.

Середньомісячні концентрації фенолу на постах відрізняються в 3 рази і коливаються в діапазоні від 0,002 до 0,006 мг/м³. Це значить що вміст фенолу в атмосферному повітрі значно змінювався протягом року на території міста. Концентрації перевищують ГДК_{сд} (0,003 мг/м³) майже на всіх постах спостережень, при чому ступінь забруднення значно не відрізняється і коливається в діапазоні від 0,004 до 0,006 мг/м³. Виключенням є ПСЗ № 8 на якому зафіксували два перевищення ГДК_{сд} за рік у червні та серпні що становить 1,3 ГДК. Таким чином територію міста все ще можна розділити на дві зони: зону ПСЗ № 8 та зону усіх інших ПСЗ.

Таблиця 5.10 - Середньомісячні концентрації фенолу в атмосферному повітрі міста Одеса (2019 рік)

Місяць	Номер ПСЗ							По місту
	8	10	15	16	18	19	20	
січень	0,002	0,005	0,004	0,005	0,004	-	0,005	0,0042
лютий	0,002	0,005	0,005	0,005	0,005	-	0,005	0,0045
березень	0,002	0,005	0,005	0,005	0,005	-	0,005	0,0045
квітень	0,002	0,004	0,005	0,005	0,004	-	0,005	0,0042
травень	0,003	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,0049
червень	0,004	0,006	0,006	0,006	-	0,006	0,006	0,0057
липень	0,003	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0049
серпень	0,004	0,005	0,005	0,005	0,006	0,005	0,005	0,0050
вересень	0,003	0,005	0,005	-	0,006	-	0,005	0,0048
жовтень	0,003	0,005	0,006	0,005	0,005	0,006	0,005	0,0050
листопад	0,003	0,005	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0049
грудень	0,003	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,0046
Рік	0,0028	0,0049	0,0053	0,0051	0,0050	0,0054	0,0051	0,0047

Для виявлення тенденцій зміни вмісту фенолу в повітрі протягом 2019 року в різних районах Одеси, побудували графік часового ходу середньомісячних концентрацій (рис. 5.3) з використанням значень табл. 5.10,

В результаті аналізу графіка (рис. 5.3) виявили, що загалом ситуація схожа з попередніми роками, але спостерігається погіршення ситуації в районі ПСЗ№8, де вже зафіксовано перевищення ГДКсд у двох місяцях (червень та серпень). Ступінь забруднення атмосфери в районі шести інших ПСЗ № 10, 15,16,18,19, 20 не змінилася (діапазон від 1.3 до 2ГДКсд) та також значно не змінився характер взаємних тенденцій на цих постах протягом 2019 року, тобто складно виділити періоди, де тенденції співпадають на декількох пунктах.

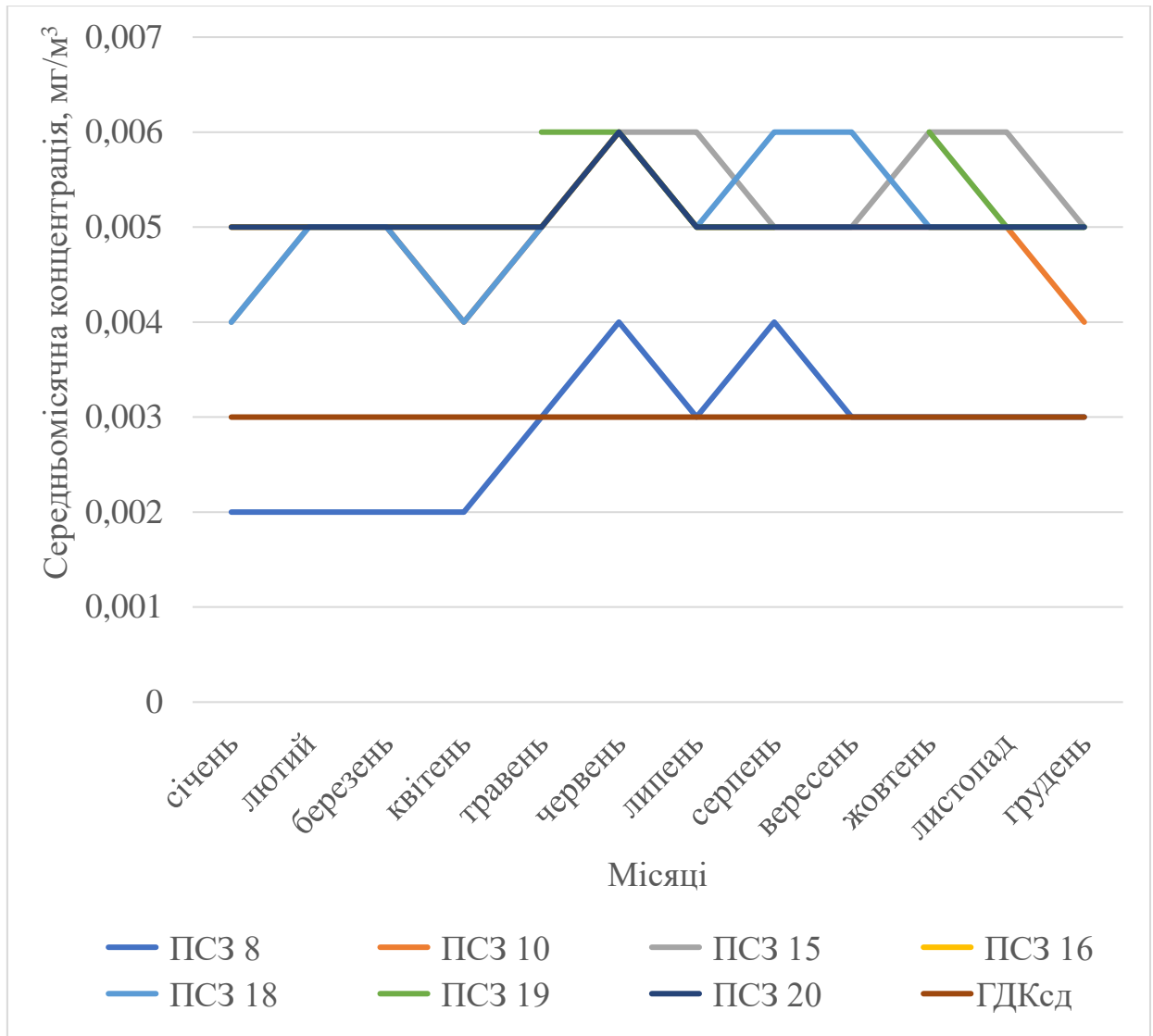


Рисунок 5.3 – Часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу
(м. Одеса, 2019 рік)

Підсумовуючи результати другого етапу роботи, можна навести загальні виявлені особливості забруднення атмосферного повітря Одеси фенолом за трирічний період з 2017 по 2019 рр.

По-перше, територію міста Одеса можна поділити на дві нерівні частини:

- перший район - розташування ПСЗ№8, досить невелика прибережна рекреаційна зона, де атмосферу можна вважати чистою;

- другий район – вся інша територія міста, де велися спостереження на шести ПСЗ№10,15,16,18,19,20, де повітря було забруднено.

По-друге, ступінь забруднення у другому районі змінювалося у досить вузькому діапазоні від $0,004 \text{ мг/м}^3$ (1.3ГДКсд) до максимального $0,006 \text{ мг/м}^3$ (2ГДКсд).

По-третє, на основі аналізу взаємних змін рівнів забруднення на постах протягом кожного року, виявили:

- у 2017 році загальна тенденція – це невелике збільшення вмісту фенолу від початку до кінця року та на більшості стаціонарних постів співпадають тенденції зміни рівнів забруднення протягом року крім вересня;
- у 2018 та 2019 році ступінь забруднення в районі розташування шести постів (ПСЗ№10, 15,16, 18,19,20) змінювалася з невеликою амплітудою і тенденції зміни рівнів забруднення між пунктами загалом не співпадають.

На третьому етапі роботи був проведений розрахунок ІЗА по місту в цілому та проведений порівняльний аналіз тенденцій за трирічний період.

З цією метою, на основі даних табл. 5.8 – 5.10 та з використанням формули (2.8) були отримані ІЗА для кожного місяця протягом 2017-2019 рр. (табл. 5.11).

Розраховані значення ІЗА в цілому для той частини міста Одеса, де велися спостереження, дають можливість розширити масштаб осереднення, оцінити загалом ситуацію та врахувати клас небезпеки фенолу. ІЗА протягом всього трирічного періоду з 2017 -2019 рр. перевищував одиницю, тобто атмосфера була забруднена. Значення ІЗА змінювалися від 1,36 до 2,30 (в 1.7 рази).

Таблиця 5.11 – Значення ІЗА в м. Одеса, фенол (2017-2019 рр.)

Місяць	Рік		
	2017	2018	2019
січень	1,36	1,79	1,55
лютий	1,36	1,41	1,69
березень	1,89	1,41	1,69
квітень	1,60	1,60	1,55
травень	1,74	1,60	1,89
червень	1,89	1,74	2,30
липень	1,84	1,74	1,89
серпень	1,84	1,55	1,94
вересень	1,60	1,36	1,84
жовтень	1,55	1,69	1,94
листопад	1,69	1,65	1,89
грудень	1,94	1,36	1,74

Графічно представлені дані табл. 5.11 дозволили провести одночасний аналіз тенденцій зміни значень ІЗА за 2017 -2019 роки (рис.5.4).

Порівнюючи значення ІЗА у 2017 році з 2018 роком, виявили невелике зменшення ступеня забруднення атмосфери фенолом, але ситуація погіршилась у 2019 році, де спостерігаються значення, які більше не тільки 2018 року, а і 2017 року. Тенденції зміни значень ІЗА співпадають з квітня по вересень для всіх трьох років, а з вересня по грудень тільки для 2018 та 2019 років.

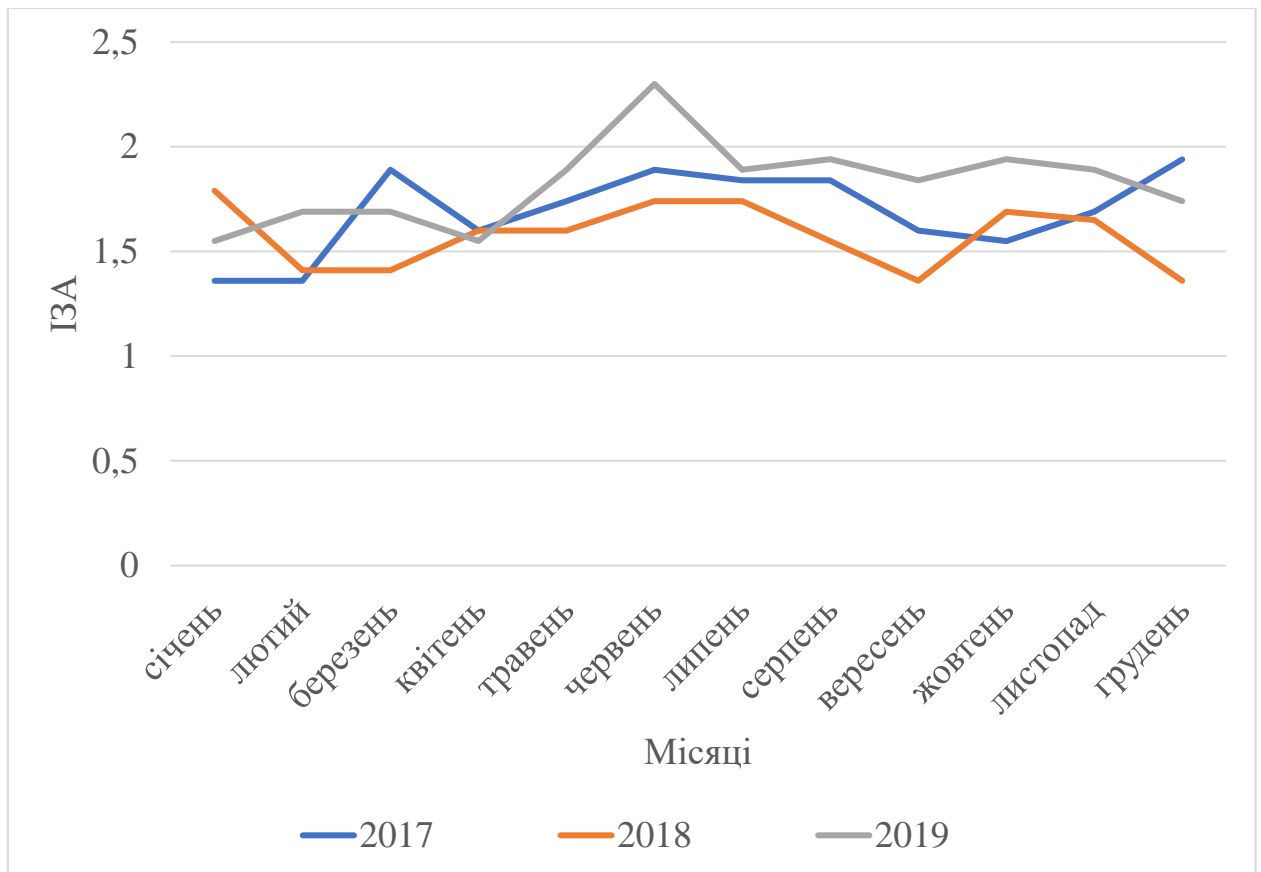


Рисунок 5.4 – Часовий хід ІЗА в м. Одеса, фенол (2017-2019 рр.)

Підбиваючи підсумки проведеному дослідженню, можливо констатувати, що в період з 2017 по 2019 рік атмосфера практично в тій частині Одеси, де велися спостереження, була забруднена фенолом з перевищенням у 1.3 - 2ГДКсд. Причому хоч ступінь забруднення значно не змінювалася, але виявили насторожуючу тенденцію (у 2019 році) погіршення ситуації навіть у районі ПСЗ№8, де раніше не фіксували перевищення санітарно-гігієнічних норм якості повітря.

ВИСНОВКИ

В рамках виконання кваліфікаційної роботи бакалавра проведено аналіз якості атмосферного повітря міста Одеса з урахуванням вмісту фенолу за трирічний період з 2017 по 2019 рік.

В якості вихідних даних для розрахунків та аналізу були взяті разові концентрації фенолу у вигляді ТЗА-1, які були надані Лабораторією спостережень за забрудненням атмосферного повітря ГМЦ ЧАМ.

З восьми стаціонарних постів, які функціонують в Одесі, спостереження за вмістом фенолу проводилися тільки на семи (ПСЗ№ 8, 10, 15, 16, 18, 19, 20). Спостереження проводилися по двом програмам – повній (чотири рази на добу) та не повній (три рази) .

Дослідження особливостей забруднення повітря Одеси фенолом проводився у три етапи.

По результатам першого етапу роботи, де був проведений аналіз повноти та надійності інформації, з урахуванням кількості вимірних разових концентрацій фенолу за трирічний період, виявили значну кількість пропусків спостережень на всіх стаціонарних постах. Також можливо констатувати, що з 2017 по 2019 роки ситуація погіршується. Періоди , коли виявлені пропуски спостережень, збільшується, як і кількість днів, коли необхідно було визначати вміст фенолу згідно програмам спостережень.

Всі ці фактори не сприяють отриманню якісної інформації по стан атмосферного повітря у місті Одеса, суттєво зменшують можливості проведення аналізу ситуації для встановлення реальної картини по оцінці якості повітря м. Одеса.

На другому етапі роботи розраховали та проаналізували середньомісячні концентрації фенолу на семи стаціонарних постах. В результаті зроблені наступні загальні висновки с урахуванням району розташування пунктів спостережень за забрудненням повітря.

По-перше, територію міста Одеса можна поділити на дві нерівні частини:

- перший район - розташування ПСЗ№8, досить невелика прибережна рекреаційна зона, де атмосферу можна вважати чистою;
- другий район – вся інша територія міста, де велися спостереження на шести ПСЗ№10,15,16,18,19,20, де повітря було забруднено.

По-друге, ступінь забруднення у другому районі змінювалося у досить вузькому діапазоні від $0,004 \text{ мг/м}^3$ (1.3ГДКсд) до максимального $0,006 \text{ мг/м}^3$ (2ГДКсд).

По-третє, на основі аналізу взаємних змін рівнів забруднення на постах протягом кожного року, виявили:

- у 2017 році загальна тенденція – це невелике збільшення вмісту фенолу від початку до кінця року та на більшості стаціонарних постів співпадають тенденції зміни рівнів забруднення протягом року крім вересня;
- у 2018 та 2019 році ступінь забруднення в районі розташування шести постів (ПСЗ№10,15,16,18,19,20) змінювалася з невеликою амплітудою і тенденції зміни рівнів забруднення між пунктами загалом не співпадають.

На третьому етапі роботи розрахували ІЗА по місту в цілому, побудували його часовий хід та виявили наступні особливості:

- ІЗА протягом всього трирічного періоду з 2017 -2019 рр. перевищував одиницю, тобто атмосфера була забруднена;
- значення ІЗА змінювалися від 1,36 до 2,30 (в 1.7 рази);
- порівнюючи значення ІЗА у 2017 році з 2018 роком, виявили невелике зменшення ступеня забруднення атмосфери фенолом, але ситуація погіршилась у 2019 році, де спостерігаються значення, які більше не тільки 2018 року, а і 2017 року;
- тенденції зміни значень ІЗА співпадають з квітня по вересень для всіх трьох років, а з вересня по грудень тільки для 2018 та 2019 років.

Загалом на більшій частині міста Одеса, де ведуть спостереження за вмістом фенолу, якість атмосферного повітря не відповідає нормативним вимогам.

Серед основних заходів щодо зменшення рівня забруднення атмосферного повітря фенолом можна виділити наступні:

- вдосконалення системи моніторингу (розширення мережі спостережень, модернізація пунктів з урахуванням європейських вимог);
- встановлення сучасних газоочисних установок на джерелах промислових викидів;
- озеленення міських та приміських територій стійкою до забруднення рослинністю;
- вдосконалення планування всіх функціональних зон міста з урахуванням інфраструктури промисловості, транспорту та дорожнього руху, розробку рішень щодо раціонального землекористування та забудови територій, збереження природних ландшафтів, озелененню і благоустрою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища. Навчальний посібник. Київ: КНТ, 2007. 172 с.
2. Чугай А.В. Моніторинг довкілля. Моніторинг стану природних середовищ. Конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 155 с.
3. Постанова КМУ «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text> (дата звернення: 26.04.2024).
4. Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 26.04.2024).
5. Порядок розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0635-21#Text> (дата звернення: 27.04.2024).
6. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#n16> (дата звернення: 27.04.2024).
7. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 27.04.2024).
8. Кольцов М., Шевченко Л. Моніторинг якості атмосферного повітря: український та міжнародний досвід. Аналітична записка. Київ: ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. 13 с.
9. Чернякова О.І., Грабко Н.В., Наконечна З.В. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Моніторинг довкілля» для

- студентів III – IV курсів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 101 «Екологія». Одеса : ОДЕКУ, 2019. 105 с.
10. Варламов Є.М., Юрченко Л.Л., Катриченко Г.М., Єрмоленко Ю.В. Керівництво по контролю забруднення атмосфери та РД 211.0.8.107-05 «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня». Київ: Мінприроди, 2005. 35 с.
11. Електронний ресурс: URL: <https://www.systopt.com.ua/article-cho-takoe-fenol-svojstva-y-prymenenyje> (дата звернення: 31.04.2024).
12. Вплив на довкілля фенолу. URL: https://anchem.knu.ua/seminar/htm/khalaf/khalaf_6.htm (дата звернення: 31.04.2024).
13. Електронний ресурс: URL: <https://naurok.com.ua/ekologichna-bezpechnist-zastosuvannya-i-dobuvannya-fenolu-109723.html> (дата звернення: 31.04.2024).
14. Вплив фенолу на здоров'я людини та довкілля. URL: <https://www.miyklas.com.ua/p/himija/10-klas/oksigenovmisni-organichni-rechovini-326100/fenol-fizichni-ta-khimichni-vlastivosti-450013/re-980b9f81-1a1a-468f-812a-c50746608bbf> (дата звернення: 1.05.2024).
15. Електронний ресурс: URL: <https://naurok.com.ua/ekologichna-bezpechnist-zastosuvannya-i-dobuvannya-fenolu-109723.html> (дата звернення: 2.05.2024).
16. Електронний ресурс: URL: <https://naurok.com.ua/fenol-budova-fizichni-ta-himichni-vlastivosti-308205.html> (дата звернення: 2.05.2024).
17. Електронний ресурс: URL: <https://naurok.com.ua/prezentaciya-na-temu-ekologichna-bezpechnist-zastosuvannya-i-dobuvannya-fenolu-277544.html> (дата звернення: 3.05.2024).
18. Програма «Чисте повітря Одеси» 2015 – 2020. URL: <https://omr.gov.ua/ua/projects/923/?print> (дата звернення: 6.05.2024).

19. Стратегія розвитку Одеської області на період 2021-2027 роки. URL: <https://oda.od.gov.ua/wp-content/uploads/2020/06/5e07257157f31.pdf> (дата звернення: 7.05.2024).
20. Український гідрометеорологічний центр. Офіційний сайт. URL: <https://meteo.gov.ua/> (дата звернення 8.05.2024).
21. Одеська міська Програма „Чисте повітря м. Одеси” 2005-2010. URL: <https://omr.gov.ua/ru/projects/923/?print> (дата звернення: 8.05.2024).
22. Забруднення атмосфери викидами від промислових підприємств та автотранспорту. Колегія Одеської ОДА (6.10.2021 р.) URL: <https://odrda.od.gov.ua/2021/10/06/zabrudnennya-atmosfery-vykydamy-vid-promyslovyh-pidpryyemstv-ta-avtotransportu-obgovoryly-na-kolegiyi-odeskoyi-oda/> (дата звернення 10.05.2024).
23. Рішення Виконавчого комітету Одеської міської ради № 117 від 21.06.2022 «Про затвердження Міської цільової програми охорони і поліпшення стану навколишнього природного середовища м. Одеси на 2022 – 2027 роки» URL: <https://omr.gov.ua/ua/open-city/programs/> (дата звернення 12.05.2024).
24. Міська цільова програма охорони і поліпшення стану навколишнього природного середовища м. Одеси на 2017-2021 роки. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/OD170050> (дата звернення 15.05.2024).