

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут післядипломної освіти
Кафедра екології та охорони довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: Оцінка стану забруднення атмосфери міста Одеса сажею

Виконав студент V курсу групи Е- V
спеціальності 101- Екологія
Ісрафіль Заде Ібрагім Махбуб огли

Керівник ст. викладач
Чернякова Оксана Іванівна

Консультант д.т.н., професор
Чугай Ангеліна Володимирівна

Рецензент к.геогр.н., доцент
Бургаз Олексій Анатолійович

Одеса 2023

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

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

« 27 » квітня 2023 року

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

Ісрафіля Заде Ібрагіма Махбуба огли

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Оцінка стану забруднення атмосфери міста Одеса сажею

Керівник роботи Чернякова Оксана Іванівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «29» березня 2023 р. № 33 «С»

2. Строк подання студентом роботи 14 червня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: разові концентрації сажі в атмосферному повітрі міста Одеса, виміряні на пунктах спостереження за забрудненням у 2019 році

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): організація моніторингу атмосферного повітря в Україні, узагальнення результатів спостережень за станом атмосферного повітря, характеристика сажі як джерела забруднення атмосферного повітря, опис стаціонарної мережі спостережень за станом атмосфери у місті Одеса, аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси сажею.

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 сажі на стаціонарних постах м. Одеса у 2019 році (1 рис.)

3) Часовий хід ІЗА (сажа, м. Одеса, 2019 р.) (1 рис.)

4) Поле середньорічних концентрацій сажі (м. Одеса, 2019 рік) (1 рис.)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Чугай А.В., професор		
		05.05.23	12.05.23
Розділ 3	Чугай А.В., професор		
		13.05.23	21.05.23
Розділ 5	Чугай А.В., професор		
		27.05.23	02.06.23

7. Дата видачі завдання 27 квітня 2023 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>Оформлення супровідних документів до роботи. Складення змісту. Написання вступу.</i>	27.04.23-	80	<i>добре</i>
		30.04.23		
2	<i>Розділ 1. Організація моніторингу атмосферного повітря в Україні. Розділ 2. Узагальнення результатів спостережень за станом атмосферного повітря.</i>	01.05.23-	80	<i>добре</i>
		08.05.23		
3	<i>Розділ 3. Характеристика сажі як джерела забруднення атмосферного повітря. Розділ 4. Опис стаціонарної мережі спостережень за станом атмосфери у місті Одеса.</i>	09.05.23-	80	<i>добре</i>
		21.05.23		
	<i>Рубіжна атестація</i>	22.05.23-	80	<i>добре</i>
		26.05.23		
4	<i>Розділ 5. Аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси сажею.</i>	27.05.23-	80	<i>добре</i>
		05.06.23		
5	<i>Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків та переліку посилань. Підготовка презентаційних слайдів і доповіді до захисту.</i>	06.06.23-	80	<i>добре</i>
		13.06.23		
6	<i>Подання роботи керівнику на перевірку, і підпис. Встановлення ступеня оригінальності та оформлення протоколу. Складення висновку керівником. Укладення авторського договору на розміщення роботи в репозитарії ОДЕКУ.</i>	14.06.23-	-	-
		18.06.23		
7	<i>Подання КРБ на перевірку завідувачу кафедри.</i>	19.06.23-	-	-
		21.06.23		
8	<i>Подання КРБ в інститут післядипломної освіти. Рецензування роботи.</i>	<i>(не пізніше 5 днів до дати захисту)</i>	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		80,0	

(до десятих)

Студент _____ *Ісрафіль Заде Ібрагім Махбуб огли*
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

АНОТАЦІЯ

Оцінка стану забруднення атмосфери міста Одеси сажею. Ісрафіль Заде Ібрагім Махбуб огли.

Актуальність теми дослідження. Забруднення атмосферного повітря є одним із провідних елементів оцінки безпеки життєдіяльності. 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 сажі у 2019 році. Для цього необхідно: навести характеристику сажі як джерела забруднення атмосфери, провести аналіз повноти вихідної інформації, провести розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій на пунктах, дослідити тенденції зміни ІЗА протягом року і визначити територіальні особливості розподілу сажі на основі полів середньорічних концентрацій.

Об'єктом дослідження є якість атмосферного повітря міста Одеса.

Предметом дослідження є оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря м. Одеса сажею у 2019 році.

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. Аналіз середньомісячних концентрацій виявив, що у 2019 році на ПСЗ№8 атмосфера була чистою, а в районі інших п'яти стаціонарних постів більшу частину року повітря було забруднено з перевищенням ГДКсд від 1.02 до 1,7 разів. Що стосується зміни вмісту сажі на пунктах спостережень, то ситуація по загальній тенденції та амплітуді відрізняється в районі розташування ПСЗ№8 від іншої частини міста Одеса. Загальна тенденція зміни ІЗА – це зменшення ступеня забруднення повітря від початку до кінця 2019 року, атмосфера була забруднена з січня по вересень, а потім – чиста. Територіально місто поділено на дві частини - атмосферу можна вважати чистою тільки в прибережній зоні (ПСЗ№8), а в іншій частині - забруднена з перевищенням ГДКсд в 1,2 – 1,3 рази. Загалом ступінь забруднення зменшується при наближенні до берегової лінії в напрямку с заходу на схід.

Структура та обсяг дослідження. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань (22 найменування). Робота включає 7 таблиць, 4 рисунка. Загальний обсяг роботи – 65 сторінок.

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

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП	8
1 ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ.....	10
2 УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ	29
3 ХАРАКТЕРИСТИКА САЖІ ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.....	35
4 ОПИС СТАЦІОНАРНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРИ У МІСТІ ОДЕСА.....	42
5 АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСИ САЖЕЮ.....	50
ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	63

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

- АСОІЗА – автоматизована система обробки даних 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. Атмосфера - це повітряна оболонка Землі, значення якої важко переоцінити і яка піддається дуже істотним впливам, що викликають зміни його складу. Забруднення повітря посідає перше місце за ступенем хімічної небезпеки для людини і особливо характерне для великих міст та промислових центрів, яким є місто Одеса. Стан повітряного середовища має особливо важливе значення для нормального функціонування людського організму й підтримки здоров'я.

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 сажі у 2019 році. Для цього, необхідно вирішити такі завдання:

- навести характеристику сажі 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 сажі 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 2019 року;
- провести розрахунок середньорічних концентрацій на пунктах для побудови поля та вивчення просторових особливостей розподілу сажі.

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

Предметом дослідження є оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря м. Одеса сажею у 2019 році.

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 7 таблиць, 4 рисунка. Загальний обсяг роботи – 65 сторінок.

1 ОРГАНІЗАЦІЯ МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

У перекладі з англійської мови слово «monitoring» – це «контроль». У 1972 р. у Стокгольмі пройшла конференція з охорони навколишнього середовища (НС) під егідою ООН, де вперше було дано визначення поняття «моніторинг». Термін з'явився як доповнення до поняття «контроль стану навколишнього середовища». Вирішено було під моніторингом докільля розуміти систему повторних спостережень одного або більше елементів НПС у просторі і в часі з певними цілями відповідно до заздалегідь підготовленої програми. Проте таке визначення дещо звужувало мету і задачі моніторингу докільля. Ю.А. Ізраель розширив це поняття до комплексної системи спостережень, оцінки і прогнозу змін біосфери (БС) під впливом антропогенних факторів [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 і 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].

Система моніторингу є інформаційною і не включає елементів управління. Вона входить складовою частиною в систему управління НПС і

регулювання його якості. В цілому метою екологічного моніторингу (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].

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 [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 (ПСЗа). Визначається вміст більше 20 забруднюючих речовин (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. Войєкова (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 [2].

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 фонового забруднення атмосфери [1].

Постановою Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного

повітря» було затверджено новий «Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [2,3].

Основні положення Порядку наведено нижче.

Цей Порядок визначає механізм організації та здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, взаємодії центральних та місцевих органів виконавчої влади та органу виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища, органів місцевого самоврядування у процесі здійснення такого моніторингу і забезпечення зазначених органів інформацією для прийняття рішень, пов'язаних із станом атмосферного повітря, та інформування населення про такий стан.

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, 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».

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.

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. Залежно від рівня

ЗР для всіх зон і агломерацій встановлюється режим оцінювання для кожної ЗР, визначений у п. 2 додатка 2 Порядку.

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.

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря оприлюднюють з використанням інформаційно-аналітичної системи даних про якість атмосферного повітря:

- інформацію про концентрації в атмосферному повітрі діоксиду сірки, діоксиду азоту, твердих часток (ТЧ10, ТЧ2,5), озону і оксиду вуглецю – щодня, а за можливості – щогодини;
- аналітичні дані щодо стану та оцінки якості атмосферного повітря, прогнози стану атмосферного повітря і його змін – щодня;
- у разі перевищення інформаційного або будь-якого з порогів небезпеки, визначених у п. 4 додатка 2 Порядку (Додаток Б), – про місцевість, в якій зафіксовано перевищення, час початку і тривалість перевищення, найвищу концентрацію за 1 год., найвищу середню концентрацію озону за 8 год. – в найкоротший строк з моменту отримання такої інформації;
- у випадку виявлення концентрацій ртуті в атмосферному повітрі – в найкоротший строк з моменту отримання такої інформації;
- інформацію про рівні в атмосферному повітрі свинцю і бензолу – щомісяця;
- інформацію про рівні в атмосферному повітрі миш'яку, кадмію, нікелю, бенз(а)пірену – щороку;
- інформацію про вплив рівнів ЗР в атмосферному повітрі на життя та здоров'я населення, зокрема інформацію щодо впливу на здоров'я населення перевищень граничних величин, цільових показників, інформаційного порогу, порогів небезпеки і рекомендованої для населення поведінки.

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.

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 [3].

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 Рb [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 ПСЗа 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 [4].

Під час вибору ділянок під ПСЗа необхідно враховувати:

- інформацію про джерела забруднення та викиди;
- топографічні та метеорологічні дані, що можуть впливати на особливості розсіювання ЗР;
- статистичні відомості про щільність населення, інтенсивність найближчих транспортних потоків.

У разі відсутності на території зони/агломерації даних попереднього моніторингу для визначення місця розміщення пункту спостережень проводяться скринінгові дослідження для отримання інформації про стан

забруднення оточуючого середовища на даній території за допомогою пересувних лабораторій моніторингу та за результатами розрахунків полів розсіювання максимальних концентрацій ЗР (метод моделювання).

Для досягнення репрезентативності відібраної проби пункти спостережень розміщуються на відкритій, провітрюваній з усіх боків ділянці та поділяються на:

- міський фоновий – розміщений на території міста, де вплив ЗР представляє вплив на загальну частину міського населення, наприклад, міські житлові райони;
- промисловий – розміщений у зоні впливу промислового об'єкта або підприємства;
- транспортно-орієнтований – розміщений поблизу автомобільних магістралей для визначення рівня забрудненості повітря від викидів автотранспорту;
- приміський – розміщений у передмістях агломерацій або промислових міст;
- сільський – розміщений у сільській місцевості (не урбанізовані території) не ближче ніж за 5 км від агломерації або промислових міст.

Пункти спостережень, призначені для отримання інформації про вплив ЗР в атмосферному повітрі на життя та здоров'я населення, повинні характеризувати якість атмосферного повітря:

- відрізка вулиці довжиною не менше ніж 100 м (на вміст SO₂, NO₂ та NO_x, твердих часток (ТЧ10 і ТЧ2,5), Pb, бензолу і СО) та прилеглих територіях площею не менше 200 м² (на вміст As, Cd, Hg, Ni, бенз(а)пірену) на транспортно-орієнтованих ділянках;
- промислових ділянок розміром не менше 250 × 250 м;
- території міської забудови площею декілька км².

З метою оцінювання фонового рівня забруднення атмосферного повітря ПСЗа розміщується в сільській місцевості не ближче ніж за 5 км від агломерації або промислових ділянок.

Пункти спостережень, призначені для отримання інформації про вплив рівнів ЗР в атмосферному повітрі на природні екосистеми, зокрема рослинність, розміщуються на відстані:

- більше ніж 20 км від агломерацій;
- більше ніж 5 км від зон забудови, промислових підприємств, автострад або головних доріг з рухом більше ніж 50000 транспортних засобів на день.

Пункт спостережень розміщується таким чином, щоб відібрана проба повітря була репрезентативною щодо якості повітря на прилеглій території площею 1000 км².

Місця розміщення ПСЗа повинні бути репрезентативні для подібних ділянок, які не знаходяться безпосередньо поблизу них. Конкретне місце взяття проб на транспортно-орієнтованій ділянці вважається репрезентативним для інших місць, які мають схоже планування, інтенсивність руху тощо [4].

Кожному ПСЗа орган управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації повинен присвоїти позначення (код). Позначення ПСЗа складається з аббревіатури назви України (UA) та семи символів – серійного номера: У разі закриття, перенесення ПСЗа в інше місце йому присвоюється новий код, який не співпадає з попереднім. Обов'язковою умовою є збереження відповідних кодів кожного пункту [4].

Вибір місця розміщення ПСЗа визначається відповідно до Порядку [4], 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 ПСЗа.

Під час відкриття ПСЗа складається Акт про відкриття пункту спостережень за забрудненням атмосферного повітря. Пункт спостережень має технічний паспорт ПСЗа, який зберігається на цьому пункті.

Копія технічного паспорта ПСЗа надається до органу управління якістю атмосферного повітря відповідної зони або агломерації. Суб'єкт моніторингу здійснює заходи із забезпечення належного функціонування ПСЗа [4].

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

Умови визначення необхідної кількості ПСЗа наступні. 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. Таким чином визначаються зони впливу промислових комплексів і порівнюють модельні значення з вимірними, якщо існує імовірність зростання концентрації домішки вище встановлених норм, то в цьому районі необхідно встановити спостереження. При цьому за генеральним планом розвитку міста враховуються перспективи розміщення великих джерел викидів і житлових районів. Так, ПСЗа 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 ПСЗа 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 ПСЗа, які наведено нижче [1]. На основі змінюваності в рівнях середніх концентрацій і середніх квадратичних відхилень пропонується ПСЗа в місті розміщувати рівномірно і мати 1 пост на 4 км². А виходячи з чисельності населення, кількість ПСЗа визначається згідно з табл. 1.1.

Кількість ПСЗа може бути збільшена в умовах складного рельєфу місцевості, при наявності великої кількості джерел викидів, а також якщо є унікальні парки, історичні споруди і т.ін.

Таблиця 1.1 – Кількість ПСЗа в залежності від чисельності населення

Чисельність населення, тис. чол.	50	50-100	100-200	200-500	500-1000	> 1 млн.
Кількість постів	1	2	3	3-5	5-10	10-20 Стаціонарних та маршрутних

При організації мережі ЗДССКА було рекомендовано встановлювати стаціонарні пости в містах з розрахунку 1 пост на 10 – 20 км² у рівнинній місцевості і 1 пост на 5 – 10 км² в пересіченій [1]. Також є вимоги щодо мінімальної кількості ПСЗа згідно з Порядком [4].

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. 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.

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 $1/20$ ГДК_{мр} або нижньої межі діапазону вимірювань концентрації домішки.

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 години [1].

Надамо характеристику критеріям санітарно-гігієнічної оцінки якості атмосферного повітря. 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 гранично-допустимої концентрації (ГДК), тимчасово допустимих концентрацій (ТДК), летальних концентрацій (ЛК), порогових концентрацій, орієнтовно безпечних рівнів впливу (ОБРВ) тощо.

Пріоритет в розробці ГДК ЗР належить колишньому СРСР, де інтенсивно проводилися роботи в галузі гігієнічної регламентації (нормування) допустимого рівня вмісту домішок в атмосферному повітрі. В 1949 р. вченими були сформульовані основні критерії шкідливості речовин:

- допустимий – це граничний вміст шкідливої речовини в атмосферному повітрі, який не надає прямого або непрямого впливу, не знижує працездатності, не впливає на самопочуття і настрої;
- звикання до шкідливої речовини є несприятливим моментом і доказом неприпустимості рівня її вмісту;
- неприпустимий вміст шкідливої речовини, який несприятливо впливає на клімат, рослинність, прозорість атмосфери і побутові умови життя населення.

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.

Раніше у визначеннях ГДК переважав антропоцентричний підхід. Так, за визначенням М.Ф. Реймерса, «гранично допустима концентрація – це норматив, при якому кількість речовини в НС при постійному контакті або при

впливі за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини і не викликає несприятливих наслідків у його потомства».

На даний час при визначенні ГДК враховується не лише ступінь впливу шкідливої речовини на здоров'я людини, а також вплив на диких тварин, рослини, гриби, мікроорганізми, природні угруповання 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/м³):

$$q \leq \text{ГДК} \quad (1.1)$$

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:

$$\frac{c_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{c_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{c_n}{\text{ПДК}_n} \leq 1. \quad (1.2)$$

У залежності від часу впливу розрізняють такі види ГДК:

- ГДК максимальні разові (ГДК_{мр});
- середньодобові (ГДК_{сд});
- робочої зони (ГДК_{рз}).

ГДК_{мр} відноситься до 20-30-хвилинного інтервалу осереднення, встановлюється для попередження рефлексорних 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 год. 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:

- 1 клас - надзвичайно небезпечні (бенз(а)пірен, свинець, сполуки ртуті і хрому, гексахлоран, ванадію п'ятиоксид, озон та ін.);
- 2 клас - високонебезпечні (сірчана кислота, сірководень, феноли, бензол, хлор, оксиди марганцю та ін.);
- 3 клас - помірно небезпечні (діоксид сірки, діоксид азоту, бутиловий спирт, пил, сажа та ін.);
- 4 клас - 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 [5, 6].

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.

Існують такі види ТЗА:

- ТЗА-1 – містить результати разових спостережень за забрудненням атмосферного повітря на мережі постійно діючих стаціонарних і маршрутних постів в одному місті, а також дані метеорологічних і аерологічних спостережень;
- ТЗА-2 – містить результати підфакельних спостережень;
- ТЗА-3 – включає дані середньодобових спостережень за випадінням пилу і газоподібних домішок (визначення концентрацій);
- ТЗА-4 – містить дані безперервних спостережень за допомогою газоаналізаторів (на даний час фактично не використовується).

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.

Європейські індикатори не корелюють з українськими показниками по таких позиціях:

- відсутні методики виділення із загальної маси пилу часток пилу розміром 2,5 та 10 мкм (ТЧ_{2,5} і ТЧ₁₀) і не здійснюється постійний моніторинг за вмістом цих речовин;

- постійно не здійснюється моніторинг O_3 , який Агенція по захисту навколишнього середовища вважає однією з основних ЗР повітря в міських умовах, оскільки O_3 вступає в хімічні реакції з оксидами азоту і може спричиняти легеневі хвороби);
- базовий 20-хвилинний інтервал усереднення концентрації ЗР не застосовується в ЄС (використовується годинний), що призводить до відмінностей при порівнянні результатів і може давати не репрезентативні результати [7].

З прийняттям «Порядку здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [3] відповідно до цієї Директиви вся наявна система правил та нормативів в Україні повинна переглядатися.

Основними структурними елементами міжнародного моніторингу якості атмосферного повітря є такі:

- наявність розгалуженої системи моніторингових станцій;
- наявність методології вимірювання основних показників якості повітря разом з моніторингом метеорологічного стану;
- наявність системи збору, аналізу та передачі даних про стан якості атмосферного повітря;
- наявність стратегії підтримки та розвитку системи моніторингу [8].

2 УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

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:


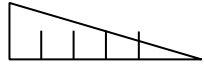

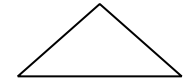

- міст з найбільш високим рівнем забруднення атмосфери;
- джерел викидів шкідливих речовин, які вносять найбільший внесок у рівень забруднення атмосфери міст;
- шкідливих речовин, вміст яких у атмосфері визначає забруднення повітря у містах.

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 [10].

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 місцезположення 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 [10]:

- 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 [10]:

- 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 ($q_{міс}$):

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

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 :

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

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]:

$$I = \left[\bar{q}_{\text{міс}} / \text{ГДК}_{\text{сд}} \right]_i^{C_i}, \quad (2.8)$$

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;

$\text{ГДК}_{\text{сд}}$ – 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]:

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

де \bar{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 САЖІ ЯК ДЖЕРЕЛА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Сажа - неспалені частки вугілля або інших видів палива. Вони мають розміри близько 1 мкм і дуже легкі, але можуть об'єднуватися між собою, створюючи крупні конгломерати [11].

По мірі кристалічності сажа займає проміжне положення між кристалічним графітом і аморфним вуглецем. Її часто називають турбостратической (неврегульованою шарової) формою вуглеводу. Частинки сажі пов'язані між собою в первинні агрегати (складаються з паралельно-шарових пакетів, кристалів, обломків графітових площин, безладно розташованих) навколо загальної для всіх шарів нормалі [12].

Сажа утворюється при спалюванні всіх видів вуглеводнів: природного газу, нафти, вугілля, дров. Але саме при спалюванні твердого палива з'являється найбільше сажі. При горінні вугілля або дров відбувається механічне руйнування шматків палива, що супроводжується потріскуванням (мікровибухами) палива. В результаті руйнування утворюються великі та дрібні, як пил, уламки палива. Ті легкі частки палива, які несуть з теплим потоком диму і є сажа.

Сажоутворення - це паливо, що не згоріло, яке летить через трубу. Сажа накопичується на поверхнях котлів та димоходу. Сажа прилипає до теплообмінних поверхонь котла, і з часом шар стає дедалі товщим [13].

Сажа дуже добре затримує тепло, краще ніж цегла та бетон. Гарячі димові гази з топки замість того, щоб обігрівати стінки котла та передавати тепло водяній сорочці, спочатку повинні прогріти шар сажі. І чим товстіший цей шар, тим більше тепла витрачається марно, котел "не гріє", його кочегарять все більшими дозами палива, але в приміщенні, як і раніше,

холодно. Виною всьому товстий шар сажі на теплообмінних поверхнях, що не пропускає тепло до водяної сорочки.

Додаткова ознака: димохід котла дуже гарячий і може розжаритися до червона, адже тепло йде "в трубу", та до того ж може запалити сажу, що скупчилась в димарі (потрібно 700°C).

Сажа, що накопичилася в трубі, зменшує просвіт димаря, і може його перекрити зовсім. Відповідно, тяга в котлі буде слабкою або взагалі дим піде в приміщення. Оскільки скупчення сажі вбирають вологу і в неї осідають всі хімічно активні компоненти диму, тому сажа починає кристалізуватися і твердіти. На стінках труби сажові відкладення ущільнюються, і стають щільними як цегла.

Сажа, що накопичилася в трубі, може спалахнути від іскор з топки. А це температура +1200°C. Така висока температура горіння сажі призводить або до руйнування каналу димоходу або до перегріву і займання прилеглих предметів або конструкцій. У більшості випадків горіння сажі в димарі призводить до пожежі. Займання сажі - один із найпоширеніших варіантів виникнення пожежі від використання твердопаливного опалення.

Горіння сажі в димарі інтенсивне, але нетривале (сильне горіння 5 - 10 хвилин з "факелом" над оголовком димаря і "фєєрверком" від частин сажі, що розлітаються, потім менш інтенсивне до повного вигорання). Сажа може горіти прямо в просвіті димоходу, розпечена до червона труба, може запалити конструкції будинку [13].

Фактично сажа це частинки чистого вуглецю і виникає як побічний продукт горіння в неефективних дизельних двигунах, димових трубах, теплоелектростанціях, побутових печах, газових лампах, ТЕЦ та багато де ще.

Найбільшими джерелами забруднення сажею є лісові пожежі та вугільні електростанції.

Для боротьби з пожежами треба рухатися трьома шляхами: ефективно запобігання пожежам, їх своєчасне виявлення та оперативне гасіння. Світова

громадськість усвідомлює ступінь небезпеки та веде постійну боротьбу з лісовими пожежами.

З вугільними ТЕЦ складніше, вони активно будуються в країнах, що розвиваються, Індії та Китаї, а вплинути на політику цих країн складно, можна лише стимулювати перехід на екологічно чистіші джерела електрики, наприклад, газові ТЕЦ. А з урахуванням великих обсягів надходжень сланцевого газу на світові ринки та зниження його вартості можна припустити, що це зробить газові ТЕЦ привабливішими [14].

Крім того, вчені з'ясували, що газові лампи виробляють до 3% загальносвітової сажі на рік. Здавалося б, що може зробити маленька газова лампа? Однак, у країнах третього світу таких ламп безліч, паливо там використовується не найякісніше, відсоток спалювання його невеликий, а отже, чадить такий газ дуже сильно. Наприклад, викиди сажі від усього світового флоту становлять лише 2%. Перехід на більш ефективне паливо для газів або банальна електрифікація дозволить скоротити великі обсяги викидів [14].

Сажа застосовується в основному в шинній і гумотехнічній промисловості. У великих кількостях її використовують для приготування чорної фарби в поліграфічній і лакофарбній промисловості, в чорній металургії, електротехнічній промисловості [12].

Крім того, треба шукати шляхи корисного використання сажі. Американська компанія «Калстар» пропонує оригінальне рішення – використовувати сажу для виготовлення цегли. Технологія є інноваційною, для випуску однієї цеглини використовується в 4 рази менше енергії, ніж для випуску традиційної цеглини з піску та глини. А якщо врахувати, що сажа є відхідним матеріалом і купувати її можна за копійки, виробництво стає економічно дуже ефективним.

Джерелами сірчистого ангідриду, окису вуглецю, сажі є факельні системи, на які подаються шкідливі газо-пароподібні речовини з технологічних установок, комунікацій та запобіжних пристроїв для

спалювання при неможливості їх використання як паливо у спеціальних печах або котельних установках.

Засобом скорочення виділень у повітря оксидів вуглецю, сажі є установки факелів безсажевого горіння [15].

При неповному спалюванні метану залишається 3 - 7% високоякісної сажі, яка застосовується як барвник і сировина для гумової промисловості. Виробництво сажі є доцільним на базі утилізації газу, джерело якого далеко віддалено від населеного пункту.

У процесах газифікації рідких палив з метою отримання синтез-газів для виробництва спиртів та аміаку при очищенні газів від сажі утворюються сажові пульпи, що являють собою (при концентрації сажі більше 10%) кашкоподібні маси, що надходять на складування у відвали [15].

Склад пилу, що викидається після рукавних фільтрів, типовий для підготовчого виробництва шинного підприємства, наступний: технічний вуглець — 89 – 92%, оксид цинку - 6,0 - 7,5%, сажа - 0,15 %, органічні речовини - 0,2 %.

При виробництві ацетилену одним із методів отримання є термоокислювальний піроліз метану. Для видалення сіркоорганічних сполук природний газ попередньо обробляють в адсорбері сіркоочищення, потім очищається від механічних домішок на фільтрах, нагрівається до 450°C і змішується з киснем. Гази піролізу охолоджуються і очищаються від сажі та смоли на електрофільтрах, а потім у пінних апаратах [15].

Дослідження [16] виявили наступний розподіл впливів різних факторів забруднень атмосфери сажею: 48% забруднення вносять комунальні джерела, 46 % - промисловість, 6 % - транспорт.

У багатьох містах та регіонах основним забруднювачем довкілля є автотранспорт. В результаті спалювання органічного палива в двигунах транспортних засобів в довкілля викидається велика кількість важких металів, сажі та ін.

Ступінь забруднення атмосфери продуктами згоряння палива залежить від якості палива та від характеру паливної установки. Основними забруднювачами є продукти повного (окисли сірки та зола) та неповного (головним чином окис вуглецю, сажа та вуглеводні) згоряння [15].

Основними джерелами забруднень повітряного середовища є рідке та тверде паливо, що використовується двигунами внутрішнього згоряння та опалювальними системами. Автомобілі, що працюють на рідкому паливі, забруднюють повітря шкідливими газами, твердими частинками сажі та сполуками свинцю (застосовується тетраетилсвинець як антидетонатор) [15].

Резервом поліпшення паливної економічності при зменшенні токсичності газів, що відпрацювали, є вдосконалення трансмісії автомобіля. Певний ефект має правильний вибір типу та передавальних чисел трансмісії. При розгоні автомобіля двигун кілька разів переходить від режиму холостого ходу до повних навантажень, стільки ж разів спрацьовує прискорювальний насос. Експериментально визначено, що на режимах періодичного розгону безнаддувний дизель викидає оксиду вуглецю на 68%, вуглеводнів на 50%, сажі на 100% більше, ніж на енергетично еквівалентному режимі.

Значне зниження токсичності двигунів внутрішнього згоряння досягається при використанні нейтралізаторів відпрацьованих газів. Нейтралізатор - це додатковий пристрій, який вводиться у випускную систему двигуна з метою зниження токсичності газів. Відомі рідинні, каталітичні, термічні та комбіновані нейтралізатори. Так, за допомогою рідинних (вода) нейтралізаторів досягається поглинання сажі – 60-80% [15].

Допалювання сажі є реакцією між твердим тілом та газом і прямого відношення до нейтралізації не має. Каталітичним є процес окислення продуктів, що містяться у відпрацьованих газах неповного згоряння. Частина утворюється при цьому на поверхні каталізатора молекул лабільних речовин, зокрема «уламків» молекул, так званих радикалів, можуть ініціювати ланцюговий процес у газовому середовищі. Утворюються молекули нових речовин і нові вільні активні радикали, але вже в газовій фазі на деякій відстані

від поверхні каталізатора. Це гомогенний процес з гетерогенним зародженням (на поверхні каталізатора). Активні радикали, досягаючи поверхні частинок сажі, можуть викликати (в присутності кисню) процес її окислення, але вже за значно нижчих температур, ніж при прогріванні частинок сажі в присутності лише кисню та каталізатора [15]. .

Через неповне згоряння палива в двигуні автомашини частина вуглеводнів перетворюється на сажу, що містить смолисті речовини. Особливо багато сажі та смол утворюється при технічній несправності мотора і в моменти, коли водій, форсуючи роботу двигуна, зменшує співвідношення повітря та пального, прагнучи отримати так звану «багату суміш». У цих випадках за машиною тягнеться видимий хвіст диму, який містить поліциклічні вуглеводні і, зокрема, бенз (а) –пірен [15].

Сажа, що міститься у відпрацьованих газах, має більшу токсичність, ніж звичайний пил. На поверхні частинок сажі адсорбуються канцерогенні речовини. Видимі автомобільні викиди стають при концентрації сажі 130 мг/м³. Розміри частинок становлять 0,19 - 0,54 мкм і можуть досягати альвеол легень або відкладатися в носових пазухах, трахеях або бронхах [15].

Сажа істотно впливає на атмосферу, вона осідає на низько розташованих хмарах, утримуючи тепло Землі і нагріваючи атмосферу. Крім того, сажа з вітрами та хмарами доходить до снігів і морів, там вона випадає на водну та снігову поверхню і знижує відбивну здатність, що викликає додаткове танення снігів та випаровування води.

Однак, сажа перебуває в атмосфері обмежену кількість часу, не більше кількох тижнів, тому якщо знизити її викиди, то ефект від такого зниження проявиться вже через місяць.

Туман сам по собі для організму людини безпечний, проте в умовах міста, при безперервному надходженні диму в приземні шари атмосфери, в них може вміщуватися кілька сотень тонн сажі (одного з винуватців температурної інверсії) і шкідливих для дихання людини речовин [15].

Сажа є другим найбільш значущим фактором, що викликає потепління клімату (після CO_2), за даними досліджень, її внесок знаходиться на рівні 15 - 30%. В індустріальних районах поглинання сонячної енергії сажею в атмосфері може досягати кількох десятків відсотків, проти 1 - 2% у чистих районах. Необхідно боротися за зниження викидів сажі шляхом покращення промислових фільтрів, переходу на більш екологічні джерела енергії [14].

4 ОПИС СТАЦІОНАРНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРИ У МІСТІ ОДЕСА

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 [17].

Основним чинником та критерієм для визначення забруднення атмосферного повітря є норматив якості атмосферного повітря, який відображає гранично допустимий максимальний вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та при якому відсутній негативний вплив на здоров'я людини та стан навколишнього природного середовища.

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» [18] .

Екологічна інформація у сучасному світі стала предметом особливої уваги органів влади, політичних кіл, громадських організацій, засобів масової інформації.

Основна мета підготовлених матеріалів – це висвітлення та ознайомлення широкого загалу державних та громадських органів, підприємств, установ, організацій і громадськості про стан природного середовища в області, його проблеми та перспективи подальшого розвитку та раціонального природокористування [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.

ГМЦ ЧАМ складається з таких підрозділів [20]:

- 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.

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 програмам 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.

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» [21] .

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.

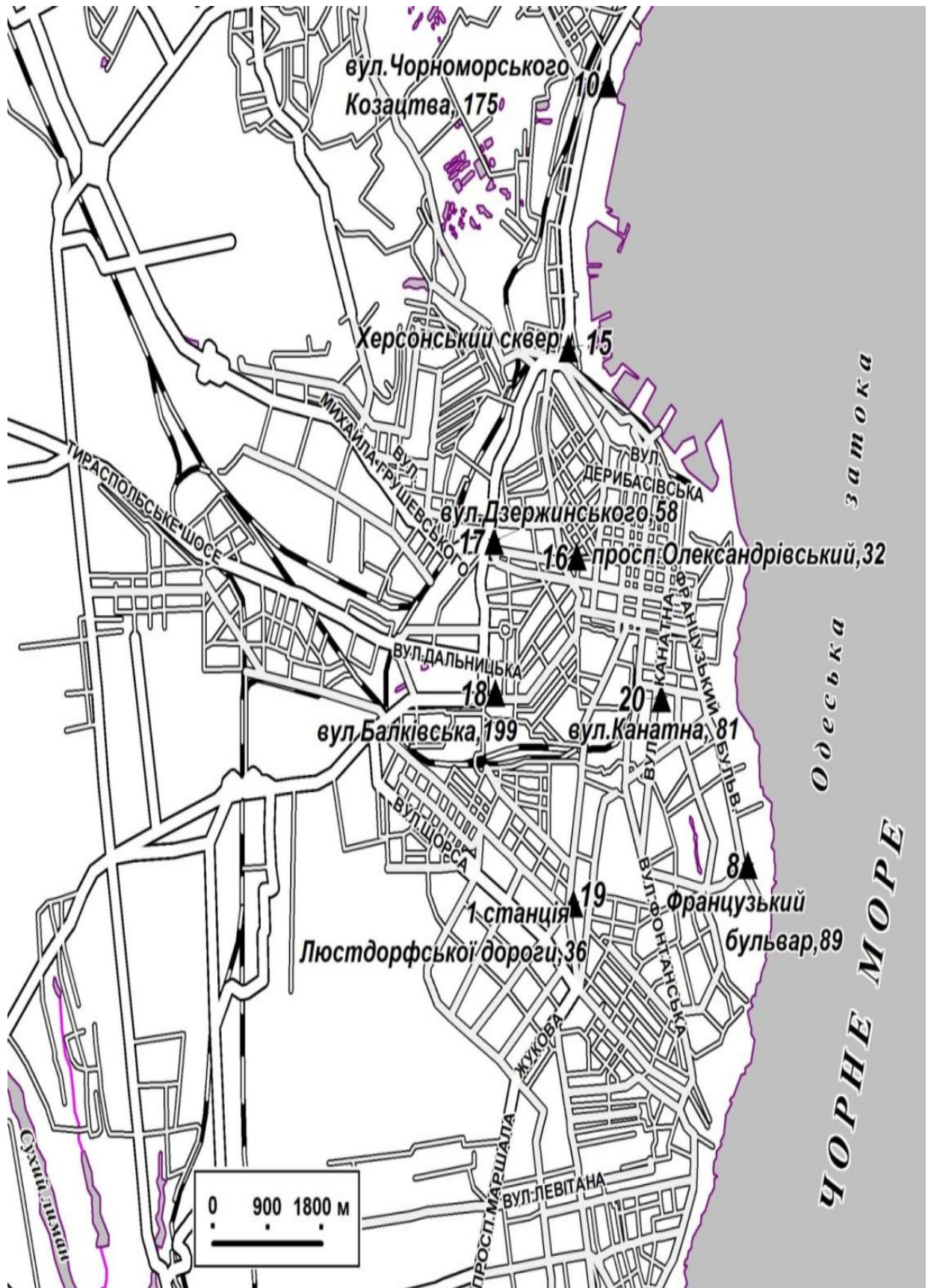


Рисунок 4.1 – Ситуаційна карта-схема розташування стаціонарних пунктів в Одесі

ПСЗ №8 (Французький бульвар, 89) знаходиться в зеленій частині міста, недалеко від узбережжя Чорного моря на території ГМЦ ЧАМ. Неподалік від нього знаходяться санаторій “Україна”, ботанічний сад ОНУ ім. Мечникова, Траса Здоров'я, дендропарк Перемоги. Там не проходять магістральні автошляхи та відсутні промислові підприємства. Тому значення концентрації ЗР, виміряні на ньому можна приймати як фонові по місту.

ПСЗ №10 (вул. Чорноморського Козацтва, 75) розташовується неподалік міжнародного шляху М-14 “Одеса-Мелітополь-Новоазовськ”.

ПСЗ №15 розташований в Херсонському сквері, неподалік міжнародного шляху М-14 та Міської клінічної інфекційної лікарні.

ПСЗ №16 (проспект Олександрійський, 32) знаходиться неподалік торгового центру “Олександрійський”, ринку ”Привоз” та Бізнес центру ”Шевченківський”.

ПСЗ №17 (вул. Колонтаївська, 58) знаходяться поблизу міжнародного автовокзалу ”Одеса” та міжнародного автошляху М-16 ”Одеса-Кучургани”.

ПСЗ №18 (вул. Балківська, 199) розташований поблизу міжнародного автошляху М-16 та скверу Георгія Гамова.

ПСЗ №19 (1 станція Люстдорфської дороги) знаходиться на перехресті вулиць з дуже інтенсивним рухом, а саме: вул. Космонавтів, вул. Люстдорфської дороги та Адміральського проспекту.

ПСЗ №20 (вул. Канатна, 81) розташовується поблизу залізничного вокзалу ”Одеса-Головна” та площі-скверу ”Куликове поле”. Це район, де немає промислових підприємств, але на цих вулицях спостерігається великий рух автотранспорту, особливо під час пік. Пост розташований на деякій відстані (приблизно 30 м) від автодоріг.

ПСЗ №10, 15 та 17 знаходяться у промисловому районі міста, де значний вплив мають викиди небезпечних речовин від: нафтопереробного, цементного, судноремонтного, олійного та будівельного підприємств.

Всі інші (окрім ПСЗ №8) пункти спостереження розташовані у районах міста з інтенсивним рухом автотранспорту.

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.

Для усунення вказаних недоліків необхідно створити сучасну, повноцінну і ефективну систему моніторингу атмосферного повітря, яка б відповідала європейським вимогам.

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 [21].

Реалізація права людини на сприятливе для її здоров'я й добробуту навколишнє природне середовище є головною метою сталого розвитку України, у зв'язку з цим виникає необхідність в організації і подальшому вдосконаленні моніторингу довкілля. Це дозволить підвищити ефективність заходів, що вживаються для запобігання, мінімізації та ліквідації небезпечних наслідків антропогенного навантаження. Основними недоліками існуючої системи моніторингу атмосферного повітря в Одесі та області на сьогодні є:

- відсутність узгодженості та уніфікованості інформаційних технологій, недостатнє забезпечення мереж засобами

інформаційного обміну і, як наслідок, низька оперативність у наданні інформації користувачам;

- відсутність єдиної комплексної мережі спостережень регіонального рівня, до складу якої мають входити мережі суб'єктів моніторингу, мережа автоматизованих постів та центр збору та обробки інформації за результатами моніторингу;
- недостатній рівень технічного та методичного забезпечення функціонування мереж спостережень [21].

5 АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСИ САЖЕЮ

У м. Одеса, за даними Головного управління статистики в Одеській області, функціонує понад 150 промислових підприємств, поряд з іншими об'єктами міської інфраструктури (бази відпочинку, санаторії).

Таким чином Одеса є водночас як містом з потужним рекреаційним потенціалом, так і великим промисловим центром, внаслідок чого місто зазнає серйозного антропогенного навантаження.

Стан 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 [22].

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

Згідно з «Керівництвом по контролю забруднення атмосфери» та [10] необхідно по результатам проведених спостережень протягом року провести розрахунок та аналіз якості атмосферного повітря населеного пункту.

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.

Дослідження особливостей забруднення атмосфери Одеси сажею з у 2019 році проводилося у чотири етапи.

На першому етапі роботи був проведений аналіз повноти інформації з урахуванням длин рядів разових концентрацій сажі, які використовували у якості вихідних даних.

На наступному етапі розраховували та проаналізували середньомісячні концентрації сажі 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 року.

На останньому етапі були визначені середньорічні концентрації на стаціонарних постах, які використали для побудови поля та вивчення просторових особливостей розподілу сажі у м. Одеса.

Нижче наведені результати роботи першого етапу, де був проведений аналіз надійності вихідної інформації у 2019 році. Для цього, спочатку була проведена оцінка пропусків спостережень протягом 2019 року (таб. 5.1).

Відбір проб сажі проводився на шести з восьми існуючих у місті стаціонарних постів по скороченій програмі спостережень у 7 та 19 годин. Причому по частоті пропусків пункти спостережень можливо поділити на три групи:

- тривалість відсутності вимірювань на ПСЗ №10, 15 змінюється від 10 до 15 діб у двох місяцях 2017 року;
- на ПСЗ № 17,18 не проводили спостереження від 6 до 17 днів та загалом не велися спостереження протягом червня;
- загалом не вели спостереження 5 місяців та виявлені пропуски від 14 до 21 доби ще у трьох місяцях на ПСЗ № 19.

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

Таблиця 5.1 – Відомості про пропуски даних спостережень за сажею на стаціонарних постах (м. Одеса, 2019 рік)

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

У 2019 році (табл. 5.2) довжина рядів на пунктах спостережень змінювалася у 3 рази від 18 до 54 значень. З урахуванням того, що надійність розрахованих характеристик залежить від об'єму вибірки, встановили:

- менш забезпеченими є ПСЗ № 19;
- найменша кількість спостережень на пунктах була проведена у червні 2019 року.

З урахуванням того, що програми спостережень на ПСЗ були однакові, основна причина в різниці кількості спостережень – це пропуски, характеристика яких надана в табл. 5.1.

Таблиця 5.2 – Кількість спостережень за сажею в атмосферному повітрі
м. Одеса (2019 рік)

Місяць	Номер стаціонарного посту						По місту
	8	10	15	17	18	19	
січень	50	50	50	50	50	-	250
лютий	48	48	48	48	48	-	240
березень	50	50	50	50	50	-	250
квітень	50	50	50	50	50	-	250
травень	50	50	50	28	28	16	222
червень	46	46	46	-	-	26	164
липень	54	54	54	40	24	54	280
серпень	52	18	18	52	40	52	232
вересень	50	42	42	50	50	-	234
жовтень	52	52	52	52	52	52	312
листопад	52	52	52	52	52	28	288
грудень	50	50	50	50	50	50	300
Рік	604	562	562	522	494	278	3022

По результатам першого етапу роботи, де був проведений аналіз повноти та надійності інформації, з урахуванням довжин рядів разових концентрацій сажі за 2019 рік, виявили значну кількість пропусків спостережень на п'яти з шести постах протягом року. Всі ці фактори не сприяють отриманню якісної інформації по стан атмосферного повітря у місті Одеса.

На наступному етапі роботи був проведений розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій сажі для кожного пункту спостережень та по місту в цілому з використанням формули (2.2). Результати розрахунку за 2019 рік наведені у табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Середньомісячні концентрації сажі в атмосферному повітрі (м. Одеса, 2019 рік)

Місяць	ПСЗ						По місту
	8	10	15	17	18	19	
січень	0,036	0,055	0,054	0,051	0,051	-	0,049
лютий	0,041	0,069	0,064	0,062	0,065	-	0,060
березень	0,042	0,070	0,069	0,053	0,053	-	0,057
квітень	0,032	0,048	0,050	0,050	0,061	-	0,048
травень	0,041	0,065	0,068	0,054	0,053	0,056	0,056
червень	0,033	0,064	0,067	-	-	0,057	0,055
липень	0,037	0,054	0,063	0,046	0,029	0,064	0,049
серпень	0,037	0,048	0,056	0,058	0,070	0,061	0,055
вересень	0,039	0,065	0,072	0,069	0,073	-	0,064
жовтень	0,039	0,069	0,073	0,061	0,065	0,069	0,063
листопад	0,048	0,067	0,076	0,080	0,084	0,065	0,070
грудень	0,039	0,070	0,067	0,068	0,065	0,043	0,059

В результаті аналізу таблиці 5.3 зробили наступні висновки.

По-перше, в районі розташування ПСЗ№ 8 атмосфера була чистою протягом всього 2019 року.

По-друге, в районі інших п'яти стаціонарних постів, більшу частину року повітря було забруднено з перевищенням ГДКсд від 1,02 до 1,7 разів. Найбільша ступінь забруднення атмосфери зафіксована у листопаді на ПСЗ№18 зі значенням середньомісячної концентрації 0,084 мг/м³ (1,7ГДКсд). Причому не порушувався норматив якості повітря у квітні на ПСЗ№10,15,17, у липні на ПСЗ№17,18 та у грудні на ПСЗ№19.

По-третє, узагальнення ситуації в цілому по той частині міста Одеса, де проводилися спостереження за сажею, не дозволило виявити якийсь період,

коли атмосферу можна було вважати чистою, тому що ця ситуація спостерігалася тільки у січні, квітні та липні 2019 року.

З використанням значень табл. 5.3, отримали графік часового ходу середньомісячних концентрацій (рис. 5.1) для проведення аналізу тенденцій зміни вмісту сажі протягом 2019 року, як на постах, так і між різними частинами міста Одеса, де проводилися спостереження.

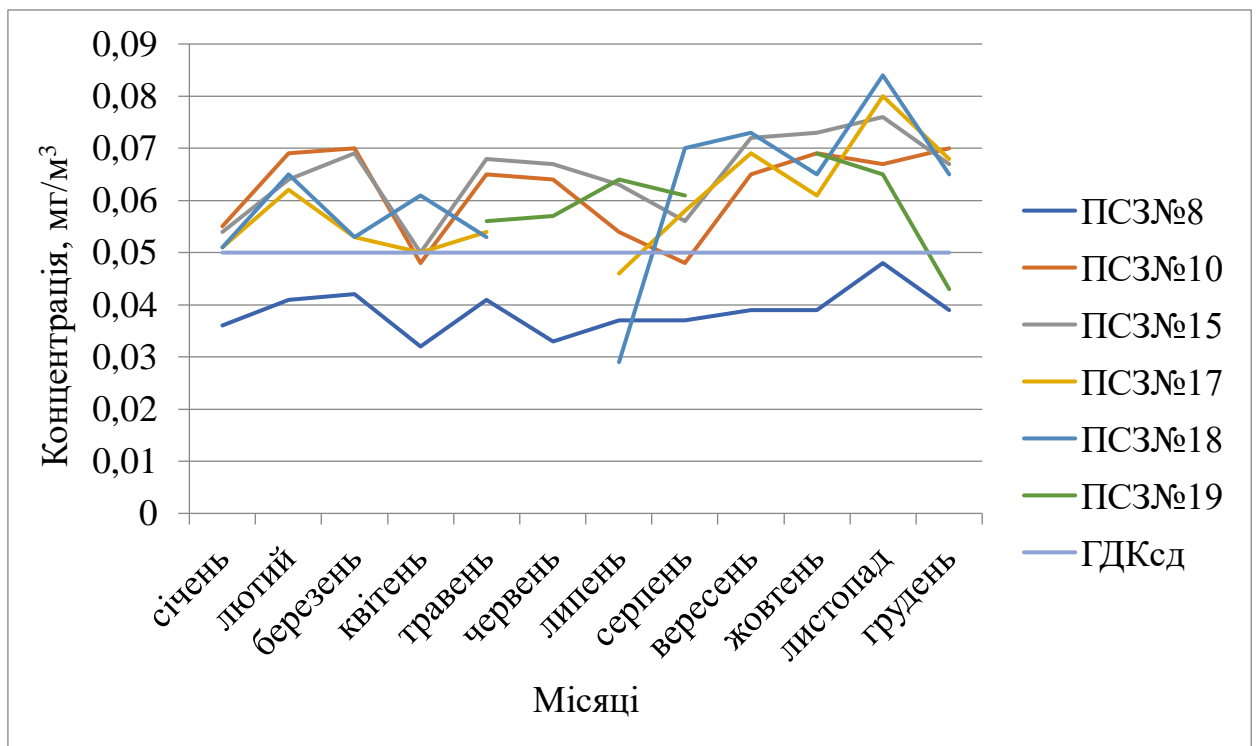


Рисунок 5.1 – Часовий хід середньомісячних концентрацій сажі (м. Одеса, 2019 рік)

В результаті аналізу графіка (рис. 5.1) виявили наступне.

На ПСЗ№8 атмосфера чиста, вміст сажі змінювався в достатньо вузькому діапазоні з невеликою амплітудою протягом 2019 року.

На інших п'яти стаціонарних постах ситуація відрізняється:

- загальна тенденція від початку до кінця року протилежна, тобто поступове невелике збільшення рівня забруднення (крім ПСЗ№19) та більша амплітуда коливань;

- можливо стверджувати про часткове співпадіння тенденцій на ПСЗ№17,18 (три місяці з січня по березень та чотири місяці у кінці року з вересня по грудень) та на ПСЗ№10,15 (десять місяців з січня по жовтень 2019 року).

На третьому етапі роботи розраховали ІЗА по місту в цілому на основі даних таб. 5.3 з використанням формули (2.8). Отримані ІЗА для кожного місяця 2019 року наведені в табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Значення ІЗА в м. Одеса (сажа, 2019 р.)

Місяць	ІЗА
січень	1,02
лютий	1,11
березень	1,21
квітень	1,12
травень	1,14
червень	1,2
липень	1,2
серпень	1,29
вересень	1,19
жовтень	0,89
листопад	1,01
грудень	0,88

Розраховані значення ІЗА в цілому для той частини міста Одеса, де велися спостереження, дають можливість розширити масштаб осереднення та оцінити загалом ситуацію.

Графічно представлені дані табл. 5.4 дозволили провести аналіз тенденцій зміни значень ІЗА у 2019 році (рис.5.2).

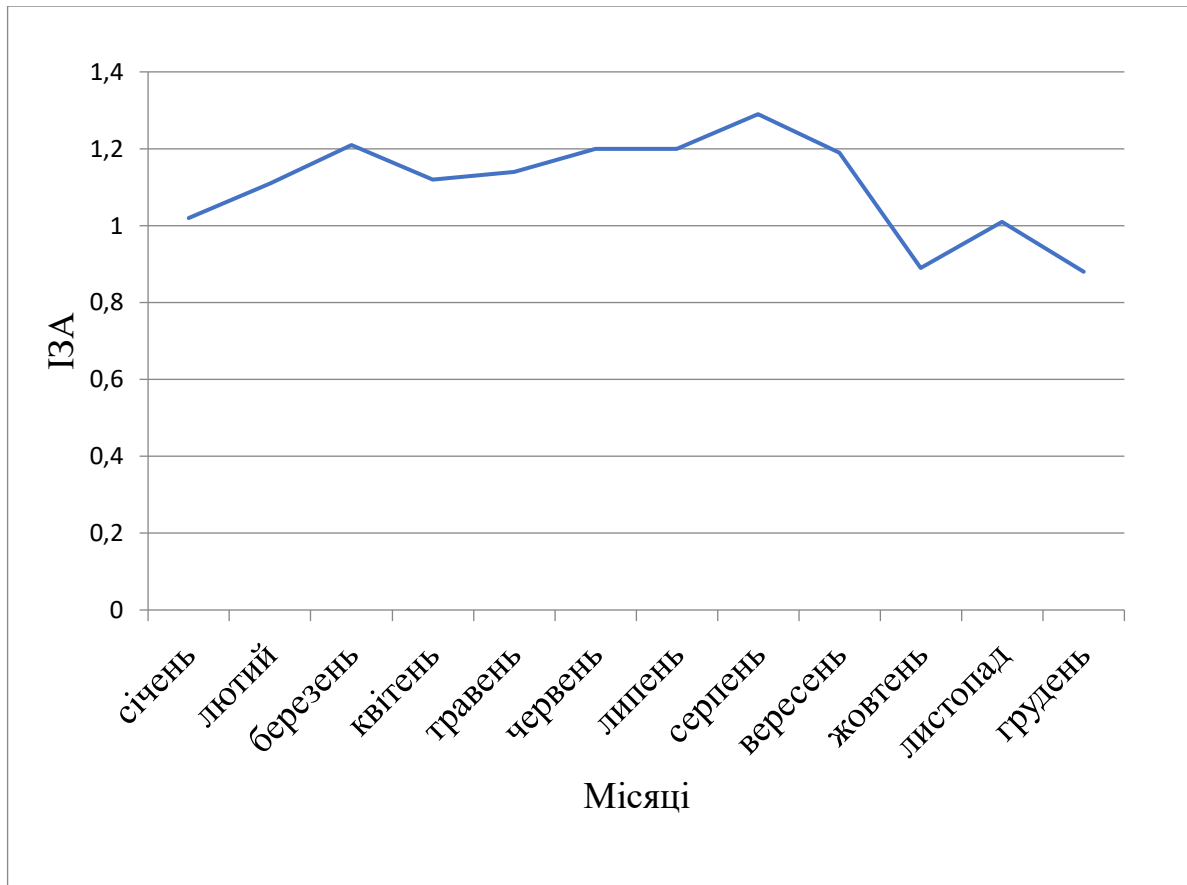


Рисунок 5.2 – Часовий хід ІЗА в м. Одеса (сажа, 2019 р.)

Враховуючи збільшення територіального масштабу осереднення, для якого розраховували ІЗА, виявили наступні особливості:

- загальна тенденція – це зменшення ступеня забруднення повітря від початку до кінця 2019 року;
- атмосфера була забруднена з січня по вересень, а потім – чиста;
- максимальне значення ІЗА – в серпні.

На четвертому етапі роботи був проведений розрахунок середньорічних концентрацій за 2019 рік, на пунктах спостережень за забрудненням атмосфери, з використанням раніш розрахованих характеристик таблиці 5.3 та формули (2.3). Результати представлені в табл. 5.5.

Отримані характеристики (табл. 5.5) були використані для побудови поля середньомісячних концентрацій сажі у 2019 році.

Таблиця 5.5 – Середньорічні концентрації сажі на мережі пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря (м. Одеса, 2019 р.)

ПСЗ	Середньорічні концентрації, мг/м ³
8	0,039
10	0,062
15	0,065
17	0,059
18	0,061
19	0,059

Для цього на ситуаційну карту-схему розташування ПСЗ м. Одеса [3] нанесли їх місцеположення згідно з координатами, які наведені у табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Координати пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря у м. Одеса

Координати ПСЗ	8	10	15	16	17	18	19	20
X	+07	+03	+03	+04	+03	+03	+05	+05
Y	-09	-02	-05	-07	-07	-08	-10	-07

Позначили ПСЗ згідно з вимогами [9] п.2.1 теоретичної частини. Над позначкою поста підписати номер ПСЗ, під ним середньорічні значення сажі, які приведені у табл.5.5. Методом лінійної інтерполяції провели ізолінії рівних значень середньорічних концентрацій сажі.

На рис. 5.3 наведено поле середньорічних концентрацій сажі в м. Одеса у 2019 році.

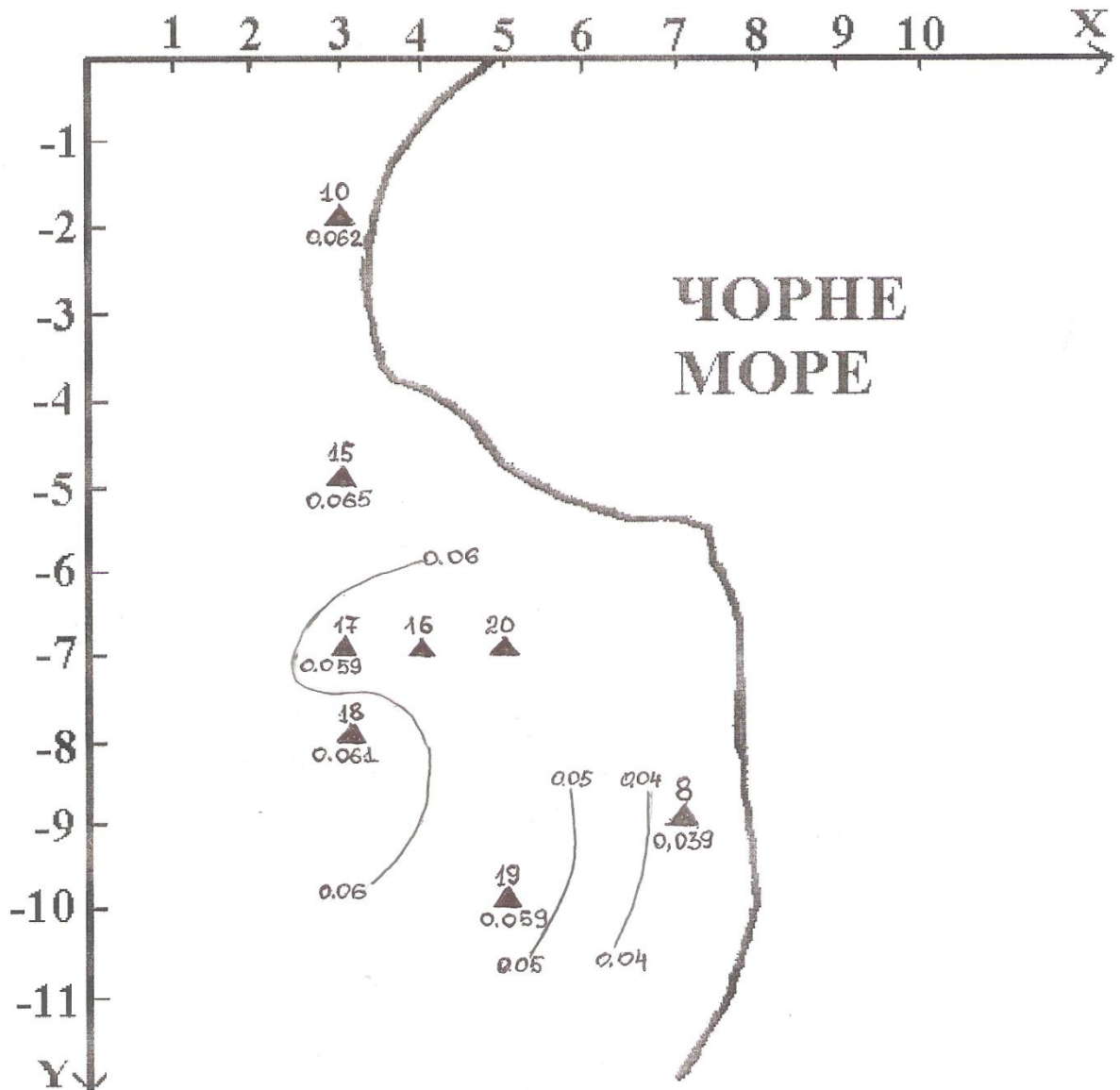


Рисунок 5.3 – Поле середньорічних концентрацій сажі
(Одеса, 2019 р.)

З урахуванням інтервалу змін річних концентрацій сажі, було проведено три ізолінії зі значенням 0,04 , 0,05 та 0,06 мг/м³ (рис.5.3). Конфігурація ізоліній 0,04 , 0,05 мг/м³ загалом повторюють форму берегової лінії у той частині, де розташовані пункти спостережень. Ізолінія 0,05 мг/м³, яка дорівнює ГДКсд, відділяє територію міста Одеса, де атмосфера була чистою (ПСЗ№8) від остальної частини міста, де атмосфера була забруднена.

Загалом ступінь забруднення зменшується при наближенні до берегової лінії в напрямку с заходу на схід.

ВИСНОВКИ

В рамках виконання кваліфікаційної роботи бакалавра був проведений аналіз якості атмосферного повітря міста Одеса з урахуванням вмісту сажі за 2019 рік.

В якості вихідних даних для розрахунків та аналізу були взяті разові концентрації сажі 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 сажі проводилися тільки на шести у 2019 році (ПСЗ№ 8, 10, 15, 17, 18, 19). Спостереження проводилися по єдиній програмі – скороченій у 7 та 19 годин.

Дослідження часових та територіальних особливостей забруднення повітря сажею проводився у чотири етапи.

По результатам першого етапу роботи, де був проведений аналіз повноти та надійності інформації, з урахуванням довжин рядів разових концентрацій сажі за 2019 рік, виявили значну кількість пропусків спостережень на п'яти з шести постах протягом року:

- менш забезпеченими є ПСЗ№ 19;
- найменша кількість спостережень на пунктах була проведена у червні 2019 року.

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 розраховували та проаналізували середньомісячні концентрації сажі на постах та в цілому по місту Одеса. В результаті зроблені наступні загальні висновки з урахуванням району розташування пунктів спостережень за забрудненням повітря.

По-перше, в районі розташування ПСЗ№ 8 атмосфера була чистою протягом всього 2019 року.

По-друге, в районі остальных п'яти стаціонарних постів, більшу частину року повітря було забруднено з перевищенням ГДКсд від 1.02 до 1,7 разів. Найбільша ступінь забруднення атмосфери зафіксована у листопаді на ПСЗ№18 зі значенням середньомісячної концентрації $0,084 \text{ мг/м}^3$ (1,7ГДКсд). Причому не порушувався норматив якості повітря у квітні на ПСЗ№10,15,17, у липні на ПСЗ№17,18 та у грудні на ПСЗ№19.

По-третє, узагальнення ситуації в цілому по той частині міста Одеса, де проводилися спостереження за сажею, не дозволило виявити якийсь період, коли атмосферу можна було вважати чистою, тому що ця ситуація спостерігалася тільки у січні, квітні та липні 2019 року.

Далі побудували та провели аналіз графіка часового ходу середньомісячних концентрацій сажі на шести стаціонарних постах та виявили, що ситуація відрізняється в районі розташування ПСЗ№8 від остальної частини міста Одеса, де велися спостереження.

На ПСЗ№8 атмосфера чиста, вміст сажі змінювався в достатньо вузькому діапазоні з невеликою амплітудою протягом 2019 року.

На остальных стаціонарних постах ситуація була іншою:

- загальна тенденція від початку до кінця року протилежна, тобто поступове невелике збільшення рівня забруднення (крім ПСЗ№19) та більша амплітуда коливань;
- можливо стверджувати про часткове співпадіння тенденцій на ПСЗ№17,18 (три місяці з січня по березень та чотири місяці у кінці року з вересня по грудень) та на ПСЗ№10,15 (десять місяців з січня по жовтень 2019 року).

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

- загальна тенденція – це зменшення ступеня забруднення повітря від початку до кінця 2019 року;

- атмосфера була забруднена з січня по вересень, а потім – чиста;
- максимальне значення ІЗА – в серпні.

На четвертому етапі роботи був проведений розрахунок середньорічних концентрацій за 2019 рік на пунктах спостережень, які використали для побудови поля та вивчення просторових особливостей розподілу сажі. Атмосферу можна вважати чистою тільки в прибережній зоні, де розташовано ПСЗ№8. В іншій частині міста повітря забруднено. Причому ступінь забруднення змінюється в досить вузькому діапазоні 1,2 – 1,3 ГДКсд.

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

Серед основних заходів щодо зменшення рівня забруднення атмосферного повітря сажею 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 та висадка зелених насаджень на території вздовж автомобільних шляхів;
- покращення стану та збільшення кількості громадського електротранспорту;
- 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. 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: 1.05.2023).
3. Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 2.05.2023).
4. 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: 2.05.2023).
5. 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: 2.05.2023).
6. 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: 2.05.2023).
7. Кольцов М., Шевченко Л. Моніторинг якості атмосферного повітря: український та міжнародний досвід. Аналітична записка. Київ : ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. 13 с.
8. Чугай А. В. Моніторинг довкілля (стану природних середовищ): конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 156 с. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/10517/1/Chuhay_AV_Monitoring_KL_2022.pdf (дата звернення: 3.05.2023).

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. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/6190/1/ChernyakovaOI_Monitor_MV_P_R_2019.pdf (дата звернення: 3.05.2023).
10. Керівництво по контролю забруднення атмосфери та РД [211.0.8.107-05](#) «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня» / Варламов Є. М., Юрченко Л. Л., Катриченко Г. М., Єрмоленко Ю. В. К.: Мінприроди, 2005. 35 с.
11. Вплив сажі на організм людини та довкілля. Нова екологія <http://www.novaecologia.org/voecos-1310-1.html> (дата звернення: 9.05.2023).
12. Сажа- Вікіпедія. <https://www.google.com.ua/search?q=сажа&hl=ru&source=hp&ei=GGt> (дата звернення: 9.05.2023).
13. Демьянов М.М. Сажа - джерело пожежі та головний ворог печей та димарів. <https://04.mchs.gov.ru/deyatelnost/press-centr/novosti/1547800> (дата звернення: 9.05.2023).
14. Сергій Корко. Вплив сажі на атмосферу. Новини екології. <https://monolitplast.livejournal.com/84515.html> (дата звернення: 10.05.2023).
15. Екологія. Довідник <https://ua-ecology.info/term/10620/> (дата звернення: 11.05.2023).
16. Сажа // Словник-довідник з екології : навч.-метод. посіб. / уклад. О. Г. Лановенко, О. О. Остапішина. Херсон : ПП Вишемирський В. С., 2013. С. 157.
17. Програма «Чисте повітря Одеси» 2015 – 2020. URL: <https://omr.gov.ua/ua/projects/923/?print> (дата звернення: 15.05.2023).
18. «Стратегія розвитку Одеської області на період 2021-2027 роки» URL:

<https://oda.od.gov.ua/wp-content/uploads/2020/06/5e07257157f31.pdf>

(дата звернення: 15.05.2023).

19. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2017 році. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/> (дата звернення: 16.05.2023).
20. Український гідрометеорологічний центр офіційний сайт.
URL: <https://meteo.gov.ua/> (дата звернення 16.05.2023).
21. Забруднення атмосфери викидами від промислових підприємств та автотранспорту. Колегія Одеської ОДА (6.10.2021р.) URL: <https://odrda.od.gov.ua/2021/10/06/zabrudnennya-atmosfery-vykydamy-vid-promyslovyh-pidpryyemstv-ta-avtotransportu-obgovoryly-na-kolegiyi-odeskoyi-oda/> (дата звернення 17.05.2023).
22. 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 18.05.2023).