

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та
охорони довкілля

Кваліфікаційна робота бакалавра

на тему: Просторово-часовий аналіз забруднення атмосферного повітря
міста Одеса діоксидом азоту

Виконав студент групи Е-18
спеціальності 101- Екологія
Грамащук Руслан Сергійович

Керівник ст. викладач _____
Чернякова Оксана Іванівна

Консультант д.т.н., проф. _____
Чугай Ангеліна Володимирівна

Рецензент к.геогр.н., доцент _____
Боровська Галина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний

Кафедра екології та охорони довкілля

Рівень вищої освіти бакалавр

Спеціальність 101-Екологія

(шифр і назва)

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

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

« 02 » березня 2022 року

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

Студенту(ці) Грамащуку Руслану Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Просторово-часовий аналіз забруднення атмосферного повітря міста Одеса діоксидом азоту

Керівник роботи Чернякова Оксана Іванівна

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від 21 грудня 2021 року № 267-С

2. Строк подання студентом роботи « 08 » червня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи: разові концентрації діоксиду азоту в атмосферному повітрі міста Одеса, виміряні на восьми пунктах спостереження за забрудненням у 2017, 2018 та 2019 році

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): організація системи спостережень за забрудненням повітряного басейну в Україні, узагальнення інформації про забруднення атмосфери міст, основні джерела викидів діоксиду азоту та їх вплив на довкілля, характеристика стаціонарної мережі спостережень за станом атмосфери у місті Одеса, аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси діоксидом азоту

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 діоксиду азоту на стаціонарних постах м. Одеса у 2017 році (1 рис.) _____
- 3) Часовий хід середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на стаціонарних постах м. Одеса у 2018 році (1 рис.) _____
- 4) Часовий хід середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на стаціонарних постах м. Одеса у 2019 році (1 рис.) _____
- 5) Часовий хід ІЗА (діоксид азоту, м. Одеса, 2017 – 2019 рр.) (1 рис.) _____
- 6) Поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту (м. Одеса, 2017 рік) (1рис.) _____
- 9) Поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту (м. Одеса, 2018 рік) (1 рис.) _____
- 10) Поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту (м. Одеса, 2019 рік) (1 рис.) _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 3	Чугай А.В., декан ПОФ		
		12.03.2022 р.	12.03.2022 р.
Розділ 5	Чугай А.В., декан ПОФ		
		21.05.2022 р.	21.05.2022 р.

Дата видачі завдання « 02 » березня 2022 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Початок підготовки КРБ Пошук літературних джерел для написання розділу 1 та 2 – «Організація системи спостережень за забрудненням повітряного басейну в Україні» та «Узагальнення інформації про забруднення атмосфери міст»	02.03.22-	95	5 (відмінно)
		11.03.22		
2	Пошук літературних джерел для написання розділу 3 – «Основні джерела викидів діоксиду азоту та їх вплив на довкілля»	12.03.22-	95	5 (відмінно)
		20.03.22		
	Продовження підготовки КРБ Пошук літературних джерел для написання розділу 4 – «Характеристика стаціонарної мережі спостережень за станом атмосфери у місті Одеса»	12.05.22-	95	5 (відмінно)
		15.05.22		
	Рубіжна атестація	16.05.22-	95	5 (відмінно)
		20.05.22		
3	Написання розділу 5 – «Аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси діоксидом азоту»	21.05.22-	100	5 (відмінно)
		27.05.22		
4	Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків та переліку посилань. Підготовка презентаційних слайдів.	28.05.22-	100	5 (відмінно)
		07.06.22		
5	Подання роботи на перевірку керівнику. Встановлення ступеня оригінальності. Оформлення протоколу і висновків.	08.06.22-	-	-
		11.06.22		
6	Складення авторського договору. Подання КРБ на перевірку завідувачу кафедри, в деканат для перевірки, підготовки подання і наказу про допуск до захисту. Рецензування роботи.	12.06.22-	-	-
		15.06.22		
Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)			98,3	

(до десятих)

Студент

_____ (підпис)

Грамацук Р.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Чернякова О.І.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Просторово-часовий аналіз забруднення атмосферного повітря міста Одеса діоксидом азоту. Р. С. Грамащук.

Актуальність теми дослідження. Наразі, оцінка якості атмосферного повітря – це одна з найактуальніших завдань сьогодення. Одеса входить в число найбільших за площею та чисельністю населення міст України. Тут знаходиться велика кількість різних джерел викидів, які здійснюють негативний вплив на довкілля та здоров'я людей. Тому, потрібно прискіпливо стежити за змінами рівня забруднення повітряного басейну.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – аналіз якості атмосферного повітря м. Одеса з урахуванням вмісту діоксиду азоту за період 2017-2019 рр. Для цього, необхідно: навести характеристику діоксиду азоту з урахуванням його фізико-хімічних, токсикологічних властивостей та джерел надходження, провести аналіз повноти вихідної інформації, провести розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на пунктах і по місту в цілому, а також на основі отриманого ІЗА по місту, зробити порівняльний аналіз тенденцій за трирічний період, вивчення просторових особливостей розподілу діоксиду азоту провели на основі полів середньорічних концентрацій.

Об'єктом дослідження є якість атмосферного повітря міста Одеса.

Предметом дослідження є оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря м. Одеса діоксидом азоту за період 2017-2019 рр.

Методика дослідження. Для аналізу характеристик рівня забруднення атмосфери були виконані стандартні розрахунки згідно «Руководство по контролю загрязнення атмосферы. РД52.04.186-89. Москва Госкомгидромет, 1991».

Результати дослідження. Виходячи зі значень середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на кожному пункті, територію м. Одеси можна умовно поділити на дві частини. Повітряний басейн впродовж трьох років був чистий тільки в районі розташування ПСЗ №8, а на інших пунктах спостережень рівень забруднення атмосферного повітря змінюється у кратності ГДК_{сд} від 1,30 до 1,95 разів. Впродовж 2017 року збільшення рівня забруднення атмосфери спостерігалось з січня по серпень, а у 2018 році з січня по червень. Протягом 2019 року неможливо виділити стійкий період збільшення рівня забруднення. Впродовж трьох років спостерігаються невеликі коливання середньорічного значення ІЗА (1,5 для 2017 року, для 2018 року – 1.4, а для 2019 року – 1.54). Територіальний розподіл рівнів забруднення повітряного басейну за ці три роки принципово не змінився.

Структура та обсяг дослідження. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, переліку посилань (19 найменувань). Робота включає 15 таблиць, 8 рисунків. Загальний обсяг роботи – 76 сторінок.

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

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП	8
1 ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЗАБРУДНЕННЯМ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ В УКРАЇНІ.....	10
2 УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ МІСТ.....	25
3 ОСНОВНІ ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ДІОКСИДУ АЗОТУ ТА ІХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.....	31
4 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАЦІОНАРНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРИ У МІСТІ ОДЕСА.....	43
5 АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСИ ДІОКСИДОМ АЗОТУ	50
ВИСНОВКИ	71
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	74
ДОДАТОК А.....	77

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

ГДК_{м.р} – максимально разова гранично допустима концентрація

ГМЦ ЧАМ – Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів

ГДК_{р.з} – гранично допустима концентрація робочої зони

ГДК_{с.д} – середньодобова гранично допустима концентрація

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

ЗР – забруднююча речовина

ІЗА – індекс забруднення атмосфери

КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери

МОЗ – Міністерство охорони здоров'я України

НМУ – несприятливі метеорологічні умови

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ПСЗ – пункт спостереження за забрудненням

СЗЗ – санітарно-захисна зона

ТЕС – теплова електростанція

ТЗА – таблиця забруднення атмосфери

ТЧ – тверді частинки

УкрНЦЕМ – Український науковий центр екології моря

УФВ – ультрафіолетове випромінювання

ЮНЕП – Програма ООН з питань довкілля

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Зі стрімким збільшенням чисельності населення та його високим споживчим попитом загострюється проблема забруднення повітря. Серед найбільш поширених причин забруднення повітря виділяють: урбанізацію, виробництво енергії, важку промисловість (виплавка чавуну та сталі, виробництво цементу, спалювання відходів та хімічна промисловість) і автотранспорт. Окрім цього, швидкий приріст населення та вплив забруднюючих речовин в атмосферному повітрі негативно впливають на якість довкілля та здоров'я населення.

ВООЗ визначила забруднення повітря як найбільший у світі ризик навколишнього середовища для здоров'я. Близько 92 % населення світу дихає повітрям, яке забруднене понад допустимого рівня. Загалом, за даними ВООЗ, щорічно в Україні через забруднення повітря помирає 14 400 людей. Разом із зміною клімату забруднення повітря є однією з найголовніших загроз світовому здоров'ю. За підрахунками ВООЗ щороку приблизно 7 мільйонів людей помирають від впливу забрудненого повітря.

Одеса – велике портове і туристичне місто України. Наявність морського порту спричиняє високе техногенне навантаження на повітряний басейн, а велика кількість зон для відпочинку вимагає дотримання більш жорстких вимог якості атмосферного повітря.

Зв'язок з науковою тематикою кафедри. Тема кваліфікаційної роботи 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 діоксиду азоту за період 2017-2019 рр. Для цього, необхідно вирішити такі завдання:

- навести характеристику діоксиду азоту 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 діоксиду азоту на пунктах і по місту в цілому з вивченням тенденції зміни рівнів забруднення протягом року;
- провести розрахунок ІЗА по місту в цілому та здійснити порівняльний аналіз тенденцій за трирічний період;
- провести розрахунок середньорічних концентрацій на пунктах для побудови поля та вивчення просторових особливостей розподілу діоксиду азоту.

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

Предметом дослідження є оцінка ступеня забруднення атмосферного повітря м. Одеса діоксидом азоту за період 2017-2019 рр.

Методика дослідження. Для розрахунку характеристик рівня забруднення атмосферного повітря були проведені стандартні розрахунки згідно «Руководством по контролю загрязнения атмосферы. РД52.04.186-89. Москва Госкомгидромет, 1991».

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 15 таблиць, 8 рисунків. Загальний обсяг роботи – 76 сторінок.

1 ОРГАНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА ЗАБРУДНЕННЯМ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ В УКРАЇНІ

Наприкінці 60-х років минулого століття міжнародне співтовариство усвідомило, що потрібна консолідація дій у сфері збирання, зберігання та опрацювання даних про стан навколишнього середовища. Перші висловлення про створення системи глобального міжнародного моніторингу довкілля були озвучені спеціальною комісією Наукового комітету з питань навколишнього середовища Міжнародної ради наукових союзів у 1971 році. Тоді ж була опублікована брошура “Глобальний моніторинг природного середовища”.

Пізніше, 16 червня 1972 року у м. Стокгольм (Швеція) пройшла конференція з питань охорони довкілля ініціатором якої виступила Організація Об'єднаних Націй (ООН). Під час цієї конференції було прийнято Програму ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) де вперше було окреслено зміст поняття “моніторинг”. Саме ж поняття “моніторинг” з'явилося на додачу до терміна “контроль стану довкілля”. На Стокгольмській конференції під моніторингом довкілля стали розуміти систему спостережень за одним та більше компонентів навколишнього природного середовища в часі та просторі для досягнення певних цілей, визначених у відповідності до програми.

Дискусії з приводу створення системи моніторингу активізувалися перед першою міжурядовою нарадою з питань моніторингу, яка була організована в м. Найробі (Кенія, лютий 1974 рік) радою керуючих Програми ООН з проблем довкілля. Тоді ж нарадою ЮНЕП був сформований список пріоритетних забруднюючих речовин за якими повинні проводитися спостереження.

Основні засади глобальної системи моніторингу навколишнього середовища (ГСМНС) у тодішньому СРСР були викладені Ізраелем Ю. А. у 1974 році під час засідання Ради керуючих ЮНЕП. Ізраель Ю. А. запропонував концепцію спостереження за змінами навколишнього природного середовища під впливом антропогенних факторів. На державному рівні система

моніторингу довкілля на території України запрацювала в 1972 році водночас із ГСМНС [1].

Після проголошення незалежності у 1991 році, Україна почала свій шлях становлення та розвитку як самостійної держави і на законодавчому рівні реалізувала низку важливих законодавчих актів у сфері охорони навколишнього середовища, серед яких найбільш відомий Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” (1991 рік) [2].

З часу прийняття цього закону в Україні була створена державна система моніторингу довкілля (ДСМД) на базі якої проводяться спостереження та здійснюється аналіз стану навколишнього середовища. Реалізацію роботи цієї системи узгоджує Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, а також органи державної влади, які є суб'єктами ДСМД, підприємства, організації та установи, здійснення діяльності яких призводить або може призвести до погіршення стану навколишнього природного середовища [2].

У 1998 році Кабінет Міністрів України затвердив постанову “Про затвердження положення про державну систему моніторингу довкілля”, відповідно до якої був визначений порядок здійснення державного моніторингу довкілля.

Сьогодні, у державній системі моніторингу довкілля функції та задачі, які пов'язані з спостереженням за станом навколишнього середовища виконують дев'ять суб'єктів системи моніторингу [3]:

- Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України;
- Державна служба з надзвичайних ситуацій України;
- Міністерство охорони здоров'я України;
- Міністерство аграрної політики та продовольства України;
- Міністерство розвитку громад та територій України;
- Державне агентство водних ресурсів України;
- Державне агентство лісових ресурсів України;
- Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру;

- Державне агентство України з управління зоною відчуження.

Кожний суб'єкт ДСМД здійснює моніторинг тих об'єктів довкілля, що визначаються Положенням про державну систему моніторингу довкілля та порядками і положеннями про державний моніторинг окремих складових довкілля.

До головних нормативно-правових актів, що регулюють моніторинг об'єктів довкілля відносяться:

- постанова Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року № 827 “Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря”;

- постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 року № 758 “Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод”;

- постанова Кабінету Міністрів України від 20 серпня 1993 року № 661 “Про затвердження Положення про моніторинг земель”;

- постанова Кабінету Міністрів України від 26 лютого 2004 року № 51 “Про затвердження Положення про моніторинг ґрунтів на землях сільськогосподарського призначення”.

Для узгодження роботи міністерств та їх структурних підрозділів, визначення головних положень державної політики з питань розвитку системи моніторингу довкілля, реалізації її функціонування на основі єдиного нормативно-методологічного забезпечення було затверджену постанову Кабінету Міністрів України від 17 листопада 2001 року № 1551, яка передбачає створення Міжвідомчої комісії з питань моніторингу довкілля [4].

Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України реалізує організаційно-технічне забезпечення роботи комісії та її профільних секцій.

Сьогоднішня система моніторингу довкілля ґрунтується на виконанні розподілених функцій між її суб'єктами і складається з підпорядкованих їм підсистем. Кожна підсистема на рівні окремих суб'єктів системи моніторингу має свою структурно-організаційну, науково-методичну та технічну бази.

Функціонування ДСМД реалізується на трьох рівнях, що класифікуються відповідно до територіального принципу:

- загальнодержавний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах всієї країни;
- регіональний рівень, що охоплює пріоритетні напрямки та завдання в масштабах територіального регіону;
- місцевий рівень, який охоплює пріоритетні напрямки та завдання моніторингу в масштабах окремих територій з підвищеним техногенним навантаженням.

Державна система моніторингу довкілля – це система збору, оброблення, систематизації і аналізу інформації про стан навколишнього середовища. Це відкрита інформаційна система, першочерговим завданням якої є збереження природних екосистем, відвернення ймовірних екологічних кризових явищ, запобігання виникненню надзвичайних екологічних ситуацій та катастроф.

Система моніторингу спрямована на:

- підвищення рівня вивчення і знань про екологічний стан довкілля;
- підвищення оперативності обслуговування користувачів на всіх рівнях;
- підвищення якості інформаційного обґрунтування природоохоронних заходів та ефективності їх здійснення;
- сприяння розвитку міжнародного співробітництва у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки.

Основними завданнями суб'єктів системи моніторингу є [5]:

- довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля;
- аналіз екологічного стану довкілля та прогнозування його змін, інформаційно-аналітична охорона довкілля, раціональне використання природних ресурсів та прийняття рішень у сфері екологічної безпеки;
- інформаційне обслуговування органів державної влади, органів місцевого самоврядування, також забезпечення екологічною інформацією населення країни і міжнародних організацій.

На основі даних, отриманої в результаті здійснення моніторингу довкілля, визначається рівень забруднення на певній території або акваторії за певний проміжок часу, відповідність стану атмосферного повітря, води та ґрунту вимогам якості; здійснюється контроль та оцінка впливу на якість атмосферного повітря, води та ґрунту заходів, спрямованих на обмеження викидів забруднювальних речовин, оцінка впливу забруднення атмосферного повітря, поверхневих, підземних вод та ґрунтів на навколишнє природне середовище, здоров'я та життєдіяльність населення.

Основними завданнями суб'єктів державного екологічного моніторингу є довгострокові систематичні спостереження за станом довкілля. Вони забезпечують аналіз стану довкілля та прогнозують його зміни, надають інформаційно-аналітичну підтримку в прийнятті управлінських рішень у галузі охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки [5].

Суб'єкти ДСМД модернізують підпорядковані їм мережі спостережень за станом довкілля, стандартизують методики спостережень, лабораторні дослідження та системи контролю, створюють бази даних для універсального використання за допомогою єдиної комп'ютерної мережі, що реалізує автономне та спільне функціонування компонентів цієї системи, її зв'язки з іншими інформаційними системами, які працюють в Україні.

Взаємодія суб'єктів системи моніторингу ґрунтуються на спільній інформаційній підтримці рішень у сфері охорони довкілля, раціонального використання природних ресурсів та екологічної безпеки, узгодження дій під час планування, організації та проведення спільних заходів з моніторингу довкілля, ефективному використанні організаційних структур, засобів спостережень за об'єктами довкілля та цифровізація роботи ДСМД [5].

Розглянемо структуру та функціональні обов'язки суб'єктів моніторингу довкілля в Одеській області.

На загальнодержавному рівні моніторинг довкілля здійснює Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, в повноваження якого входить моніторинг:

- джерел промислових викидів у атмосферу (вміст ЗР, у тому числі радіонуклідів);
- джерел скидів стічних вод (вміст ЗР та радіонуклідів);
- поверхневих вод (вміст ЗР та радіоактивних речовин);
- ґрунтів різного призначення, у тому числі на природоохоронних територіях (залишкова кількість пестицидів, агрохімікатів і важких металів, природна і штучна радіоактивність);
- водних об'єктів у межах природоохоронних територій (фонова кількість ЗР й радіонуклідів);
- наземних і морських екосистем (фонова кількість ЗР, радіонуклідів, умови існування біотопів);
- об'єктів утворення, захоронення, утилізації і транспортування промислових відходів (склад відходів, вміст ЗР, у тому числі радіоактивних речовин).

В свою чергу, регіональний та локальний моніторинг довкілля на території міста Одеси та Одеської області забезпечують такі установи та організації:

- Державна екологічна інспекція Південно-Західного округу (на території Одеської та Миколаївської області) здійснює моніторинг за:
 - джерелами промислових викидів в атмосферу (вмістом забруднюючих речовин);
 - джерелами скидів зворотних вод (вмістом забруднюючих речовин);
 - поверхневими водами (вмістом забруднюючих речовин);
 - ґрунтами (вмістом забруднюючих речовин);
 - кількістю аварійних скидів та викидів.

Державна екологічна інспекція України входить до системи органів виконавчої влади та створюється для реалізації державної політики із

здійснення державного нагляду (контролю) у сфері охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання, відтворення і охорони природних ресурсів.

- Український науковий центр екології моря (УкрНЦЕМ) здійснює моніторинг:

- джерел природних та антропогенних викидів у водне середовище (вміст ЗР у пробах води);

- стану донних відкладів (вміст ЗР у донних відкладах);

- стану біоти (видове різноманіття та біомаса планктонних, нектонних і бентосних організмів, забрудненість риби та морепродуктів).

- Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів здійснює моніторинг:

- стану атмосферного повітря та опадів (вміст ЗР у пробах повітря та атмосферних опадів);

- стану поверхневих водних об'єктів (джерела надходження та вміст ЗР у пробах води);

- радіаційної обстановки (спостереження за радіоактивним забрудненням атмосферного повітря, поверхневих вод та ґрунтів).

- Департамент захисту довкілля та природних ресурсів в складі Одеської обласної державної адміністрації здійснює моніторинг:

- джерел промислових викидів в атмосферне повітря (вміст ЗР в пробах атмосферного повітря);

- джерел промислових викидів в поверхневі водні об'єкти (вміст ЗР у складі проб стічних вод);

- об'єктів поводження з відходами (склад відходів, вміст ЗР, у тому числі радіоактивних речовин).

- Басейнове управління водних ресурсів річок Причорномор'я та нижнього Дунаю здійснює моніторинг за:

- біологічними, фізико-хімічними, хімічними та гідроморфологічними показниками з метою встановлення екологічного стану масивів поверхневих вод;

- станом зрошувальних (меліоративних) та прилеглих земель (вміст ЗР в пробах ґрунту).

- Головне управління державного геологічного кадастру в Одеській області здійснює моніторинг:

- стану земель населених пунктів (вміст ЗР у пробах ґрунту);

- стану земель ділянок, зайнятих нафтогазодобувними об'єктами, очисними спорудами, гноєсховищами, складами пально-мастильних матеріалів, добрив, стоянками автотранспорту об'єктів захоронення токсичних промислових відходів і радіоактивних матеріалів, а також іншими промисловими об'єктами (вміст ЗР у пробах ґрунту).

Нинішня мережа спостережень за станом атмосферного повітря включає пункти ручного відбору проб повітря для аналізу і автоматизовані системи спостережень і контролю навколишнього середовища.

Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року № 827 “Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря” під пунктом спостереження за забрудненням атмосферного повітря розуміють комплекс, що включає фіксовану ділянку з встановленими засобами вимірювальної техніки та обладнанням, яке забезпечує автоматичну реєстрацію рівня забруднювальних речовин та метеорологічних параметрів або регулярний відбір проб атмосферного повітря для їх подальшого аналізу [5].

Виділяють три категорії пунктів спостереження за забрудненням атмосферного повітря [6]:

- стаціонарні;
- маршрутні;
- пересувні або підфакельні.

Стационарний пункт спостереження призначений для забезпечення безперервної реєстрації вмісту ЗР та регулярного відбору проб повітря для подальшого аналізу. З поміж стаціонарних виділяють опорні стаціонарні пункти, на базі яких виявляють зміни вмісту основних (пил, чадний газ (CO), діоксид сірки (SO₂), діоксид азоту (NO₂)) та найбільш поширених специфічних забруднюючих речовин (формальдегід (CH₂O), бенз(а)пірен (C₂₀H₁₂) та свинець (Pb)).

Маршрутний пункт спостереження призначений для регулярного відбору проб повітря у тому випадку, коли не має можливості або недоцільно встановлювати стаціонарний пункт спостереження чи у разі необхідності детального обстеження стану атмосферного повітря в окремих районах міста. Регулярні спостереження проводяться за допомогою спеціальних автомобілів, які пересуваються за спланованим маршрутом.

Маршрутний пункт спостереження може здійснюватися близько 5000 проб за рік (10 проб щодоби в 5 точках відбору).

Пересувний або підфакельний пункт призначений для відбору проб під димовим або газовим факелом та має на меті виявляти зони впливу даного джерела промислових викидів. Відбір проб здійснюється за допомогою спеціально обладнаного автомобіля. Підфакельні пункти - це точки, розташовані на фіксованих відстанях від джерела викиду. Вони пересуваються відповідно до напрямку факела джерела викидів, що обстежується.

Проби повітря відбирають за переважаючим напрямком вітру на відстанях: 200 м, 500 м, 1 км, 2 км, 3 км, 4 км, 5 км, 6 км, 8 км, 10 км, 15 км і 20 км від джерела викиду. Додаткові точки відбору проб встановлюють у зоні формування максимальної приземної концентрації, на межі санітарної захисної зони (СЗЗ), на відстані 200 метрів від СЗЗ. У зоні максимального забруднення відбирають більше 60 проб повітря, а в інших зонах – не більше 25 на висоті два метра від поверхні землі протягом 25 хвилин.

Суб'єкти моніторингу за станом атмосферного повітря встановлюють пункти спостережень, ведуть спостереження за вмістом найбільш поширених

забруднювальних речовин та показників атмосферних опадів, проводять аналіз і прогнозування стану атмосферного повітря та оцінювання його якості з дотриманням чинного законодавства про охорону атмосферного повітря, єдиних вимог у сфері державного моніторингу у сфері охорони атмосферного повітря, а також згідно до вимог Закону України “Про метрологію та метрологічну діяльність” [6].

Пункт спостереження повинен знаходитися за межами аеродинамічної тіні будинків та зелених насаджень. Територія пункту має добре провітрюватися та не зазнавати впливу близько розташованих низьких джерел забруднення (автостоянок, підприємств з низько розташованими газоочисними спорудами.). Кількість стаціонарних пунктів спостереження в населеному пункті визначається чисельністю населення, ландшафтом місцевості, рівнем розвитку промисловості, функціональною структурою (житлова та адміністративна забудова, зелена зона), просторово-часової мінливості полів концентрації забруднюючих речовин. Виходячи з кількості населення, кількість пунктів визначається з табл. 1.1 [7].

Таблиця 1.1 - Кількість пунктів спостережень в залежності від чисельності населення

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

А в залежності від ландшафту місцевості необхідно встановлювати пункти в містах з розрахунку один пункт на 10-20 км² у рівнинній місцевості та один пункт на 5-10 км² в гірській місцевості.

Регулярні спостереження за станом атмосферного повітря на стаціонарних пунктах здійснюють відповідно до програми спостережень, яка в свою чергу буває повною, неповною, скороченою та добовою.

Повна програма спостереження передбачає отримання інформації про разові і середньодобові концентрації ЗР щодоби шляхом безперервної реєстрації даних за допомогою автоматичних пристроїв (газоаналізаторів) або через рівні проміжки часу (від 4 разів на добу) з обов'язковим відбором проб повітря о 1-й, 7-й, 13-й та 19-й годинах за місцевим часом.

Неповна програма спостереження передбачає отримання інформації про разові концентрації ЗР щодоби о 7-й, 13-й та 19-й годинах згідно з місцевим часом.

Скорочена програма спостереження передбачає отримання інформації лише про разові концентрації ЗР щодоби о 7-й і 13-й годинах. Окрім цього, дозволяється проведення спостережень за зміненим графіком: о 7-й, 10-й, 13-й годинах у вівторок, четвер, суботу та о 16-й, 19-й, 22-й годинах в понеділок, середу, п'ятницю. Такі спостереження виконують лише з метою отримання разових концентрацій. Спостереження за скороченою програмою здійснюють там, де середньомісячні концентрації менші за $1/20$ максимально разових ГДК.

Добова програма спостереження передбачає отримання інформації про середньодобову концентрацію ЗР. Спостереження здійснюється шляхом безперервного відбору проб повітря з неможливістю отримання разових концентрацій ЗР.

Всі ці програми спостереження дозволяють одержати концентрації ЗР середні за місяць, середні за рік і середні за декілька років [7].

При відборі проб повітря визначають не тільки концентрації ЗР, а й такі метеорологічні параметри: напрямок та швидкість вітру, температуру повітря, стан погоди і підстильної поверхні. Для стаціонарних пунктів дозволено змінювати терміни спостережень на 1 годину в одну сторону. Дозволено також не проводити спостереження у неділю та під час свят.

Спостереження на маршрутних пунктах проводяться по повній, неповній та скороченій програмах. Для цих пунктів спостереження дозволяється змінювати терміни спостережень на 1 годину в обидва боки від стандартних термінів.

Терміни відбору проб повітря при проведенні підфакельних спостережень повинні забезпечувати виявлення найбільших концентрацій ЗР, пов'язаних з особливостями режиму викидів та метеорологічними умовами розсіювання ЗР і вони можуть відрізнятися від термінів на стаціонарних та маршрутних пунктах спостереження.

При несприятливих метеорологічних умовах (НМУ), що супроводжуються високим забрудненням атмосферного повітря, відбір проб повітря відбувається через кожні три години. Ці проби відбираються в місцях з найбільшою густиною населення (на стаціонарних і маршрутних) або безпосередньо під факелом джерел викидів ЗР [7].

Стандартизацію і нормування в сфері охорони атмосферного повітря проводять з метою визначення комплексу обов'язкових норм, правил, вимог до охорони атмосферного повітря від забруднення і забезпечення екологічної безпеки та спрямовані на [8]:

- покращення науково-технічної політики в сфері охорони атмосферного повітря;
- уніфікація вимог до устаткування та газоочисних споруд щодо охорони атмосферного повітря від забруднення;
- забезпечення безпеки промислових об'єктів (запобігання виникненню аварій та катастроф);
- впровадження новітніх технологій.

Відповідно до Закону України "Про охорону атмосферного повітря" визначено, що у сфері охорони атмосферного повітря встановлюються:

- нормативи екологічної безпеки;
- нормативи гранично допустимих викидів ЗР стаціонарних джерел;
- нормативи гранично допустимого впливу фізичних та біологічних факторів стаціонарних джерел;
- нормативи вмісту ЗР у відпрацьованих газах та впливу фізичних факторів пересувних джерел;
- технологічні нормативи допустимого викиду забруднюючих речовин.

Нормативи екологічної безпеки атмосферного повітря – це група нормативів, дотримання яких допоможе запобігти виникненню небезпек для здоров'я людей та стану довкілля від впливу шкідливих факторів. Ці нормативи встановлюються для оцінки стану забруднення атмосферного повітря у місцях постійного чи тимчасового знаходження людини та передбачають:

- нормативи якості атмосферного повітря;
- гранично допустимі рівні акустичного, електромагнітного, іонізуючого, інших видів впливу фізичних та біологічних факторів на стан атмосферного повітря.

Під якістю атмосферного повітря розуміють сукупність властивостей повітря, яка визначає ступінь впливу фізико-хімічних та біологічних факторів на здоров'я людини, стан біоти та навколишнє середовище в цілому.

При проведенні оцінки рівня забруднення довкілля та його якості, використовують показники гранично допустимих концентрацій (ГДК).

Гранично допустима концентрація (ГДК) – це кількість забруднюючої речовини в довкіллі, віднесена до маси чи об'єму його конкретного складового, яка при постійному контакті чи при тимчасовій дії не впливає на здоров'я людини та не призведе до патологічних змін в його майбутніх нащадків. Основним критерієм встановлення нормативів ГДК для оцінки якості атмосферного повітря є обсяг і особливості дії наявних у повітрі забруднюючих речовин на організм людини. Виділяють такі різновиди ГДК [9]:

- максимально разова (ГДК_{м.р});
- середньодобова (ГДК_{с.д});
- робочої зони (ГДК_{р.з}).

Максимально разова (ГДК_{м.р}) – основна характеристика небезпечності шкідливої речовини, яка встановлюється для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття запаху, світлової чутливості, біоелектричної активності головного мозку) при короткотривалому впливі атмосферних домішок.

Середньодобова (ГДК_{с.д}) – характеристика небезпечності шкідливої речовини, встановлена для попередження загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та інших впливів речовин на організм людини.

ГДК_{м.р} встановлюють для об'єктів промисловості, а ГДК_{с.д} – для зон житлової забудови.

Робочої зони (ГДК_{р.з}) – це концентрація забруднюючої речовини, яка при щоденному впливі протягом 8 годин на добу (40 годин на тиждень) не впливає на здоров'я.

Ієрархічний тип організації обробки дає змогу скоротити ручні розрахунки, підвищити якість та вірогідність інформації за рахунок вживання об'єктивних диференційованих критеріїв контролю, розширити діапазон статистичних характеристик, що досліджуються, а також сприяє оперативному задоволенню запитів споживачів місцевого і державного рівня, надаючи їм потрібну інформацію відповідного просторово-часового масштабу.

При цьому першочерговий збір, контроль та обробка даних за певною територією (регіону, міста) проводиться на базі територіальних або регіональних обчислювальних центрів. Дані вносяться на технічний носій в лабораторіях спостережень за забрудненням. У центрі обробки друкують [9]:

- вихідні машинні документи;
- таблиці забруднення атмосфери (ТЗА);
- таблиці, які містять характеристики забруднення повітря за різні просторові та часові інтервали.

Машинні документи супроводжуються результатами машинного контролю. Передані дані використовуються для надання інформації споживачам про стан забруднення атмосфери, а також для підготовки обов'язкових інформативних документів.

Результати одиничних спостережень на стаціонарних і маршрутних пунктах фахівець записує до таблиці щоденних спостережень за забрудненням атмосфери на пунктах спостережень (ТЗА-0).

На початку таблиці приводяться загальні відомості про місцезнаходження пункту і час відбору проб (місто, пункт, дата, строк). Далі записують результати спостережень, назву досліджуваної домішки, номери проби використаних приладів, сорбційних трубок чи фільтрів, час початку та кінця відбору проби, витрати повітря, об'єм аспіраційного повітря, примітка про температуру повітря, атмосферний тиск, напрямок та швидкість вітру, стан погоди і поверхні ґрунту. Один аркуш ТЗА використовують для запису даних за один строк. ТЗА-0 разом з пробами відправляють до лабораторії, де вона зберігається протягом року.

Первинною формою збору результатів спостережень за концентрацією домішок та необхідними метеорологічними параметрами є заповнений бланк підготовки вихідних даних для введення до комп'ютера. В залежності від типу вимірювання виділяють: ТЗА-1, ТЗА-2, ТЗА-3 і ТЗА-4 [9].

До ТЗА-1 заносять дані спостережень на мережі постійно діючих стаціонарних і маршрутних пунктів

До ТЗА-2 заносять дані спостережень під факелами промислових підприємств на різних відстанях від джерел викидів.

До ТЗА-3 заносять дані добових спостережень на стаціонарних пунктах.

До ТЗА-4 заносять дані безперервних спостережень, які були здійснені за допомогою автоматичних приладів (газоаналізаторів).

Для ручних ТЗА-1, ТЗА-2, ТЗА-3 використовуються бланки перфорації стандартного вигляду. Занесення даних до ТЗА здійснюється кожного дня. Дані про концентрацію домішок переписують до таблиці з відповідних журналів, метеорологічні параметри - з таблиці ТЗА-0. Відомості ручної ТЗА є вихідними в автоматизованій системі обробки даних про забруднення атмосферного повітря (АСОІЗА) [9].

2 УЗАГАЛЬНЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ ПРО ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ МІСТ

Обробка та узагальнення даних спостережень проводиться з метою:

- отримання об'єктивної інформації про стан та причини забруднення атмосферного повітря;
- виявлення тенденцій змін рівнів забруднення атмосферного повітря;
- розроблення рекомендацій щодо зменшення рівня забруднення атмосферного повітря та інформування компетентних органів державної влади, що приймають відповідні управлінські рішення.

Узагальнення виконується на основі даних вимірювань разових та середньодобових концентрацій ЗР та інформації про викиди ЗР в повітряний басейн міста.

Результати узагальнення на території, яка знаходиться під управлінням Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України використовуються з метою виявлення [9]:


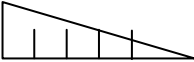



- населених пунктів з найбільш високим рівнем забруднення атмосферного повітря;
- джерел викидів ЗР, які роблять найбільший вклад в формування рівня забруднення повітряного басейну міста;
- ЗР, концентрацій яких в атмосфері визначає забруднення повітряного басейну.

Такі цілі досягаються спільним аналізом викидів ЗР, характеристики забруднення атмосфери та метеорологічних умов, які визначають перенесення та розсіювання ЗР в атмосферному повітрі.

Узагальнення матеріалів про стан забруднення повітря проводиться за період від одного місяця до одного року і більше. Узагальнення можливо здійснювати по одному та більше населених пунктах. При узагальненні

використовуються статистичні характеристики стану повітряного басейну населених пунктів.

Мапа населеного пункту виконується на білому папері розміром 150×150 міліметрів. Стрілка вказує напрямок на північ у верхній частині рисунку. У нижній частині рисунку під мапою наводиться роза вітрів по восьми румбах за січень, червень та за рік. При цьому масштаб складає: 1 см – 10%. На мапу наносять головні площі, магістральні шляхи та вулиці населеного пункту з їх назвами, головні елементи ландшафту (моря, озера, річки, парки, гори, тощо.) та місцезнаходження пунктів спостереження з їх відповідними номерами. На мапі використовуються наступні умовні позначення [9]:

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

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

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

Середнім арифметичним значенням концентрації ЗР користуються:

- під час складання довідок про стан забруднення атмосферного повітря на протязі доби, місяця та більшого періоду в місці спостережень;
- під час проведення оцінки однорідності рядів спостережень;
- під час аналізу річного ходу змін концентрацій ЗР;
- для проведення подальших розрахунків.

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

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

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

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

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

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

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

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):

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

де n – число разових або середньодобових концентрацій за рік

($n \geq 200$ для разових);

j – місяць.

- середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань від середнього арифметичного σ :

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

де n – число спостережень.

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

- коефіцієнт варіації V :

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

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 [9].

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 забруднення 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 [9]:

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

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

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

3 ОСНОВІ ДЖЕРЕЛА ВИКИДІВ ДІОКСИДУ АЗОТУ ТА ЇХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

Діоксид азоту – це газоподібна речовина бурого кольору, з вираженим неприємним запахом. Двоокис азоту при температурі 21.15 °С перетворюється на прозору жовту рідину, а при температурі -11.2°С – замерзає в прозору масу, що обумовлено його фізичними властивостями (таб. 3.1) [10].

Таблиця 3.1 – Фізичні властивості діоксиду азоту

Властивості	Значення
Молярна маса	45.0 г/моль
Зовнішній вигляд	Газоподібна речовина бурого кольору або рідина жовтого кольору
Густина	2.053 г/л (газоподібний стан); 1.491 г/см ³ (рідкий стан); 1.536 г/см (твердий стан).
В'язкість	0.532 мПа•с (при 0°С); 0.402 мПа•с (при 25°С).

При температурі близько 140 °С діоксид азоту забарвлюється в дуже темний, майже чорний колір. Молекула двоокису азоту має витягнуту форму і кут між O-N-O складає 134.3°.

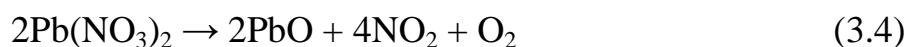
В промисловості процес отримання діоксиду азоту базується на окисненні аміаку повітрям та продукту реакції – монооксиду азоту [10]:



В лабораторних умовах двоокис азоту зазвичай отримують внаслідок реакції концентрованої нітратної кислоти в присутності міді:



Окрім цього, його можна отримати термічним розкладом нітрату свинцю:



Діоксид азоту – це сильний окисник. Він швидко окислює велику кількість неметалів, металів і їх сполук [10]:



Відповідно до наказу МОЗ від 14 січня 2020 року № 52 “Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць” діоксид азоту (NO_2) відноситься до 3 класу небезпеки і для нього встановлені наступні ГДК:

- максимальна разова (ГДК_{мр}) – 0.2 мг/м³;
- середньодобова (ГДК_{сд}) – 0.04 мг/м³.

Він має виражену токсичну дію. Проте, потрапляння в дихальну систему можна уникнути, так як його легко виявити за характерним запахом, навіть за низької концентрації [11].

Вміст діоксиду азоту в повітрі – один з критеріїв якості повітря, який відслідковується ВООЗ та майже всіма регіональними інститутами управління якістю повітря через його вплив на здоров'я людини та навколишнє середовище. Діоксид азоту – одним із видів групи забруднювачів, відомі як оксиди азоту (NO_x), які являють собою високореактивні гази. Всесвітня організація охорони здоров'я встановлює рекомендовані максимальні концентрації NO_2 на рівні 0,025 мг/м³ при цілодобовому перебуванні. Однак, ці рівні є лише рекомендацією, а не регламентованим стандартом.

Потрапляючи на поверхню слизових оболонок очей, діоксид азоту викликає подразнення, яке згодом переростає в кон'юнктивіт. Контактуючи з слизовими оболонками носової порожнини, носоглотки та глотки, діоксид азоту викликає риніт та фарингіт. Після проникнення до капілярів легень, він розчиняється у воді, викликає запалення та запускає розвиток астматичних процесів.

Серед інших патологічних змін можна виділити: зниження рівня гемоглобіну, головний біль, загальну слабкість, зниження працездатності, еритроцитоз, запалення ясен та навіть пневмосклероз.

Набряк легенів – головний симптом інтоксикації, який, як правило, розвивається через кілька годин після вдихання відносно невисоких, але потенційно небезпечних доз. Крім того, низькі концентрації можуть призвести до проблем з диханням. Існує безліч свідчень, що довготривалий вплив діоксиду азоту при концентраціях понад 100 мкг/м^3 знижує функцію легенів і збільшує ризик виникнення респіраторних захворювань [11].

Азотисті сполуки до верхньої межі біосфери – тропосфери представлені переважно оксидами азоту (NO_x). У третині випадків випадають азотнокислі дощі, які містять нітритну (HNO_2) та нітратну (HNO_3) кислоти. До складу атмосферного повітря входить безліч азотовмісних сполук, але в утворенні кислотних дощів беруть участь дві: монооксид (NO) і двоокис (NO_2) азоту.

В атмосферному повітрі сполуки азоту з киснем утворюються внаслідок природних явищ, таких як блискавки та лісові пожежі. Під дією електричного розряду азот реагує з киснем повітря утворюючи монооксид [12]:



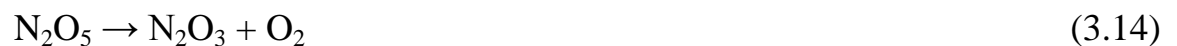
Монооксид азоту реагує з наступною молекулою кисню:



При грозі, електричні розряди в атмосфері внаслідок високої температури перетворюють молекулярний азот та кисень в оксиди азоту.

В стані плазми атоми і молекули іонізуються і швидко вступають в хімічні реакції. Загальна кількість NO_x , яка утворилася таким способом складає 8 млн т/рік.

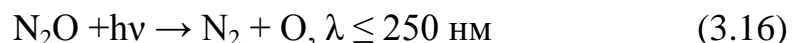
В цілому, в тропосфері оксигеновмісні сполуки азоту нестабільні, бо вони швидко розпадаються під дією УФВ та атмосферної вологи [12]:



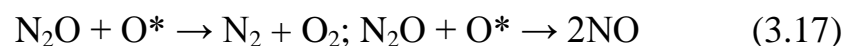
За стійкістю в тропосфері, оксиди азоту розташовуються в такому порядку:

- закис азоту (N_2O);
- монооксид азоту (NO);
- діоксид азоту (NO_2).

Щороку від природних процесів денітрифікації в атмосферне повітря надходить 100 мільйонів тон закису азоту. З атмосфери діоксид азоту виводиться в результаті процесу фотодисоціації:



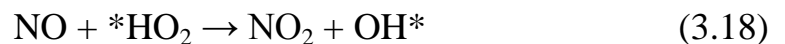
або в результаті реакції зі збудженим атомом кисню:



Довгий період знаходження закису азоту в тропосфері пояснюється тим, що там майже немає випромінювання з довжиною хвилі меншої 250 нм і невисокий вміст збуджених атомів кисню. Проте, все змінюється в стратосферному шарі, куди рухаються молекули N_2O . Швидкість їхнього розкладання різко збільшується. Вміст закису азоту на висоті 35 км в 10 разів менший, ніж в тропосфері [12].

Оксид та діоксид азоту в тропосфері взаємоперетворюються. У тропосферу надходять, в перерахунку на елементарний азот, від двадцяти до дев'яноста мільйонів тон оксидів за рік. Окрім природних оксидів азоту в атмосферу щороку викидається приблизно 20 мільйонів тон оксидів азоту антропогенного походження. Як природні, так і антропогенні викиди включають монооксид азоту (NO).

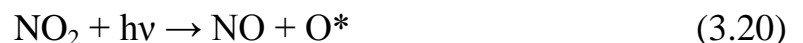
У тропосфері монооксид азоту перетворюється на діоксид азоту після взаємодії з гідропероксидними радикалами ($*HO_2$) [12]:



Монооксид азоту також окислюється при взаємодії з озоном:



Діоксид азоту під впливом сонячного світла з довжиною хвилі менше 398 нм розпадається на монооксид азоту і збуджений атом кисню:



Утворений монооксид азоту знову окислюється, в той час як атомарний кисень витрачається на утворення тропосферного озону.

Ще одним природним джерелом надходження діоксиду азоту в атмосферу є денітрифікуюча активність мікроорганізмів (бактерій, водоростей, грибів), яка

полягає в руйнуванні нітратів ґрунту та донних відкладів водою у такій послідовності: $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{NO}_2 \rightarrow \text{N}_2$.

Серед антропогенних джерел утворення оксидів азоту можна виділити спалювання викопного палива (вугілля, нафта, газ, тощо). Під час спалювання, під дією високої температури, азот та кисень повітря утворюють оксиди азоту, кількість яких пропорційна температурі горіння. Окрім цього, оксиди азоту утворюються внаслідок горіння наявних в паливі азотовмісних речовин. Спалюючи паливо, людство щороку викидає в атмосферне повітря близько 12 мільйонів тон оксидів азоту. Значний внесок в забруднення повітря оксидами азоту робить автомобільний транспорт.

В цілому кількість природних і антропогенних викидів приблизно однакові. Необхідно відмітити, що кількість викидів оксидів азоту щороку збільшується, що призводить до утворення кислотних опадів [12].

Найбільш поширеною сполукою азоту, яка входить до складу викидів – монооксид азоту, який при взаємодії з киснем повітря утворює двоокис азоту. Останній в результаті реакції з радикалом гідроксиду перетворюється на азотну кислоту:



Отримана в ході реакції азотна кислота може тривалий час перебувати в газоподібному стані, бо вона погано конденсується. Це пояснюється тим, що азотна кислота легша, ніж, до прикладу, сірчана кислота. Випари азотної кислоти можуть поглинатися крапельками хмар, опадів або частками аерозолі та випасти на поверхню землі у вигляді азотнокислих опадів (кислотних дощів), де розпадаються на нітрати і нітрити [12].

В свою чергу, рослини поглинають нітрати і нітрити з ґрунту. Головним чинником, який визначає накопичення нітратів в овочах та фруктах є їх вид і сорт. Так, до головних "накопичувачів" нітратів відносяться такі рослини: салат, шпинат, капуста, ревінь, редька, петрушка та редиска. Вони здатні

вміщати нітратів до 4 г/кг маси рослини. Невеликі їх кількості здатні накопичувати помідори, цибуля, баклажани і огірки. Це явище пояснюється різною здатністю до поглинання нітрогену [13].

Дефіцит вологи або її надлишок у ґрунті і повітрі зі значними коливаннями температури повітря в періоді вегетації підвищують вміст нітратів в рослинах. На процес накопичення нітратів в рослинах впливає рівень освітлення. При хорошому освітленні вміст нітратів у рослинах в два рази менший ніж при поганому. Овочі, які були зібрані рано-вранці і пізно ввечері, мають менше нітратів, ніж зібрані в інший час протягом дня.

Нітрати і нітрити володіють тератогенною, ембріотоксичною і викликають порушення роботи щитоподібної залози. Чутливість до нітратів збільшується в гірських умовах внаслідок порушення транспортування кисню кров'ю та при високому рівні оксидів нітрогену, чадного газу, вуглекислоти в повітрі. Механізм токсичної дії нітритів на організм полягає у їх взаємодії з гемоглобіном крові, з утворенням метгемоглобіну, який не може зв'язувати і транспортувати кисень [13].

Процес відновлення нітратів відбувається в рослинах завдяки окисненню вуглеводів. Під впливом ферменту нітратредуктази нітрати відновлюються до нітритів. Пізніше, під дією ферменту нітритредуктази утворюються гіпонітрити. Далі, під впливом гіпонітритредуктази утворюється гідроксиламін. Залишкові нітрати у рослинах розподіляються нерівномірно. У вегетативних органах рослин їх кількість в середньому на 70 % менша ніж в генеративних.

Відомо, що рослини – це одні з найчутливіших до забруднення атмосферного повітря живі організми. Вони виступають індикаторами забруднення. Так, оксиди азоту викликають уповільнення росту і нагромадження сухої речовин, а також знебарвлення країв листків. Як біоіндикатори до забруднення атмосферного повітря оксидами азоту виступають молоді помідори і барвінки. Двоокис азоту та сірки разом викликають зниження урожайності злаків та пасовищних трав. Тут біоіндикатором виступає овес, соєві боби і тютюн [13].

Фотохімічний туман – це полікомпонентна суміш газів та аерозольних часток первинного і вторинного походження.

До складу основних компонентів фотохімічного смогу входять [14]:

- озон;
- оксиди азоту;
- оксиди сірки;
- кислоти;
- альдегіди.

Фотохімічний смог утворюються в результаті фотохімічних реакцій за певних умов, а саме:

- наявності в атмосфері високого вмісту оксидів азоту, вуглеводнів та інших поллютантів,
- інтенсивної сонячної радіації;
- безвітряна погода, що звичайно супроводжується інверсіями, необхідна для створення високої концентрації реагуючих речовин.

Такі умови створюються частіше в червні-вересні і рідше узимку.

За тривалої ясної погоди УФВ викликає розщеплення молекул діоксиду азоту з утворенням оксиду азоту й атомарного кисню. Атомарний з молекулярним киснем утворюють озон. Монооксид азоту вступає в реакції з алкенами вихлопних газів, що при цьому розпадаються та утворюють молекули озону. У результаті довготривалої дисоціації нові маси NO_2 розщеплюються і дають додаткові кількості озону. Виникає циклічна реакція, у підсумку якої в атмосфері поступово накопичується озон. Цей процес припиняється тільки вночі. В свою чергу, озон вступає в реакцію з алкенами.

В атмосфері концентруються різні перекиси, що у підсумку й утворюють характерні для фотохімічного смогу оксиданти. Останні є джерелом утворення вільних радикалів, які володіють особливо високою здатністю вступати в хімічні реакції. Фотохімічний смог – часте явище над Лондоном, Парижем, Лос-Анджелесом, Нью-Йорком, Мехіко, Пекіном та іншими мегаполісами. За своїм фізіологічним впливом на організм людини вони дуже небезпечні для

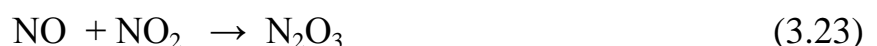
дихальної та кровоносної системи і часто бувають причиною передчасної смерті міських жителів з слабким здоров'ям. Окрім цього, агресивні хімічні речовини, які входять до складу фотохімічного смогу, прискорюють корозію металевих конструкцій, погіршують стан будівель, пам'яток та згубно діють на рослини, викликаючи їх пошкодження та загибель [14].

Основні методи санітарного очищення газів від оксидів азоту зводяться до наступних [15]:

- окислювальні;
- відновні;
- сорбційні.

Кожен клас поділяється на чотири групи, кожна з котрих об'єднує ряд однотипних методів очищення.

Монооксид азоту (NO) є індиферентною сполукою, яка не утворює солі, і важко вступає в реакції з більшістю поглинаючих сполук. Для повнішого витягу оксидів азоту з газових сумішей проводять попереднє окислення монооксиду азоту в діоксиду та азотистий ангідрид. У промисловості використовується метод гомогенного окислення монооксиду азоту у діоксид в газовій фазі за допомогою кисню [15]:



Прискорення процесу окислення й абсорбції оксидів азоту можлива за рахунок збільшення швидкості окислення NO у рідкій фазі, або в присутності каталізаторів.

Слід зазначити, що окислення оксиду азоту у рідкій фазі може позитивно впливати на процес абсорбції оксидів азоту лише у тому випадку, якщо процес протікає паралельно з окисленням оксиду азоту у газовій фазі. Сумарну швидкість абсорбції оксидів азоту в цьому випадку можна збільшити на 20% і більше.

Прискорити процес можна застосовуючи сильніші окиснювачі, наприклад, озон або суміш озону з киснем. При застосуванні озону у рідкій фазі, він виступає як каталізатор (в реакції беруть участь 3 атоми) [15]:



При застосуванні озоно-кисневої суміші у рідкій фазі досягається більша швидкість адсорбції оксидів азоту, збільшується вміст азотної кислоти, внаслідок чого знижується вміст оксидів азоту, які надходять в атмосферу.

Прискорення процесу гомогенного окислення оксиду азоту в рідкій фазі газоподібними окиснювачами (киснем чи озоном) зв'язана з дифузійною стадією останніх у рідку фазу. Дифузія кисню в розчин є повільною стадією гомогенного окислення оксиду азоту в рідкій фазі, і тому вона контролює весь процес. Швидкість дифузії газоподібних окиснювачів у рідку фазу залежить від багатьох факторів [15]:

- температури;
- тиску;
- концентрації компонентів;
- наявності турбулентних потоків.

Швидкість реакції окислення монооксиду азоту можна збільшити, якщо її проводити у рідкій фазі за допомогою рідких окиснювачів (у розчиненому стані). Швидкість реакції гомогенного окислення монооксиду азоту у рідкій фазі не буде залежати від швидкості дифузії окислювачів у розчин. Таким чином, усувається найповільніша стадія процесу.

Збільшити ступінь окислення монооксиду азоту також можна шляхом додавання до газу концентрованого двооксиду азоту. Поряд з прискоренням процесу окислення монооксиду азоту необхідної для збільшення швидкості адсорбції оксидів азоту, аналогічний ефект може бути досягнуто шляхом додатка до газу відповідної кількості NO_2 [15]:



Метод дозування діоксиду азоту має на меті збільшити ступінь окислення прийнятний тільки для систем з низькою початковою концентрацією газу та низьким ступенем окислення монооксиду азоту. У цьому випадку метод дозування двооксиду азоту з метою одержання здатної до реакції суміші азотистого ангідриду в економічному плані більш вигідний, ніж метод окислення монооксиду до азотистого ангідриду в оксидних обсягах.

Всі ці методи ґрунтуються на відновленні оксидів азоту до нейтральних сполук в присутності каталізаторів або під впливом високих температур у присутності відновників.

В залежності від умов, атоми азоту можуть приєднувати або втрачати частину чи всі атоми кисню. У першому випадку він може окислюватися до вищих оксидів азоту, а в іншому випадку – відновлюється від оксидів до азоту.

Найкращі результати можна одержати при застосуванні твердих відновників. Ці компоненти взаємодіють з оксидами азоту так [15]:



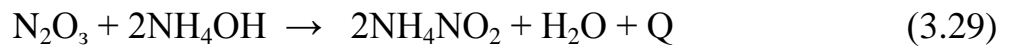
Процес розкладення оксидів азоту у присутності коксу починається при температурі 500°C. При збільшенні температури ступінь та швидкість розкладення збільшується, при 800°C ступінь розкладення досягає 96%, а при температурі 1000°C майже 100%.

Розкласти оксиди азоту також можна шляхом приведення їх до сполук з низькою температурою розкладення. Зниження температури процесу покращує техніко-економічні показники термічних методів розщеплення оксидів азоту.

Оксиди азоту перетворюють на нітрати та нітрити амонію, з температурою розкладення в 4-5 разів меншою ніж оксиди азоту. Суть методу

полягає у тому, що до газу, який містить монооксид та діоксид азоту додають аміак (газоподібний) у кількості еквівалентній утриманню оксидів азоту.

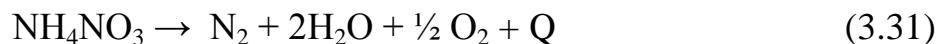
В присутності водяної пари у газовій фазі протікають наступні реакції:



Газ, який містить аерозолі, потім допалюється у камері. Нітрит амонію з великою швидкістю повністю розкладається на нейтральні сполуки при температурі близькій до 80°C [15]:



Нітрат амонію розкладається при більшій температурі (230-240 °C):



Таким чином, у камері для повного розкладення оксидів азоту необхідно підтримувати температуру близько 250°C. Розщеплення нітритів та нітратів амонію супроводжується виділенням великої кількості тепла, що сприяє зменшенню споживання електроенергії на підтримання заданої температури у реакторі. При визначеній концентрації оксидів азоту у газі, процес може тривати без підведення додаткового тепла [15].

4 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАЦІОНАРНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРИ У МІСТІ ОДЕСА

В атмосферному повітрі завжди перебуває певна кількість домішок. Навіть існує вислів про те, що повітря ніколи не буває чистим. Найбільш розповсюджені забруднювачі атмосферного повітря:

- тверді частинки (ТЧ);
- чадний газ (CO);
- сажа;
- діоксид азоту (NO₂);
- діоксид сірки (SO₂);
- фенол (C₆H₅OH);
- формальдегід (CH₂O);
- фтористий водень (HF);
- озон (O₃).

Саме за цими ЗР обов'язково повинні проводитися спостереження. Забруднення атмосферного повітря відбувається внаслідок впливу природних та антропогенних джерел.

До головних природних джерел забруднення повітря відносяться пилові бурі, виверження вулканів, лісові та степові пожежі. До основних антропогенних джерел забруднення повітря відносяться викиди промислових підприємств (діяльність ТЕС, котелень, нафтопереробних, машинобудівних, хімічних, будівельних та інших підприємств) та вихлопні гази автомобільного транспорту.

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 [16].

Сьогодні, ця організація налічує більше трьохсот співробітників, яка обладнана складною вимірною 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 [16]:

- 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.

Відбір проб атмосферного повітря здійснюється на стаціонарних пунктах спостереження за забрудненням (ПСЗ), які знаходяться в різних частинах міста (рис. 4.1). Мережа стаціонарних пунктів складається з восьми лабораторій : ПСЗ №8, ПСЗ №10, ПСЗ №15, ПСЗ №16, ПСЗ №17, ПСЗ №18, ПСЗ №19 та ПСЗ №20. Спостереження на стаціонарних пунктах проводяться відповідно до однієї з програм спостережень: повній, неповній, скороченій, добовій. Паралельно з відбором проб повітря визначають наступні метеорологічні параметри: напрямок та швидкість вітру, температура повітря, стан погоди і підстильної поверхні, відносна вологість повітря та парціальний тиск водяної пари [16].

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 (Херсонський сквер) 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”.



Рисунок 4.1 – Карта-схема розташування стаціонарних пунктів в Одесі

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".

П'ять пунктів спостережень (ПСЗ №20, 19, 17, 16 та 8) знаходяться в Приморському районі міста, один в Малиновському (ПСЗ №18), два в Суворівському районі (ПСЗ №10 та 15) та жодного в Київському районі.

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.

В таблиці 4.1 представлена характеристика кількості видів домішок, за якими ведуться спостереження на пунктах спостережень та їхні адреси.

З таблиці видно, що спостереження за пилом, діоксидом азоту, чадним газом та діоксидом азоту проводяться на всіх ПСЗ, а за сульфатами, сірководнем, фенолом, сажею, фтороводнем та формальдегідом – на окремих пунктах [16].

Найбільше коло домішок (дев'ять) вимірюється на ПСЗ №15 та 19, найменше (п'ять) на ПСЗ № 8. На інших пунктах спостереження вимірювання проводиться за сімома домішками [17].

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 перепрофілювалися і як наслідок, суттєво зменшилось забруднення повітря прилеглих до них територій.

Таблиця 4.1 – Характеристика програм спостережень на стаціонарних пунктах м. Одеса

№ ПСЗ	Адреса ПСЗ	Шифр забруднюючих речовин										
		01	02	03	04	05	06	08	10	11	13	22
		Пил	SO ₂	Сульф.	CO	NO ₂	NO	H ₂ S	Фенол	Сажа	HF	CH ₂ O
8	вул. Французький бульвар, 89	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-
10	вул. Чорноморського козацтва, 175	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-
15	Херсонський сквер	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
16	просп. Олександрійський, 32	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-
17	вул. Колонтаївська, 58	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+
18	вул. Балківська, 199	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+
19	1 станція Люстдорфської дороги	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+
20	вул. Канатна, 81	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+

Натомість, нерідко у віддалених частинах міста сформувались інші стаціонарні об'єкти викидів в атмосферу. Сьогодні, у разі збільшилась кількість автомобільного транспорту і змінилися маршрути найінтенсивніших вантажних та пасажирських потоків. Окрім того, чисельність населення та площа м. Одеси значно збільшились з часу формування мережі стаціонарних пунктів.

Отже, існуюча мережа стаціонарних пунктів спостережень в сучасних умовах не є оптимальною для виявлення та порівняння фонових, середніх та максимальних рівнів забруднення атмосферного повітря.

Для усунення вказаних недоліків доцільно доповнити існуючу мережу новими пунктами, пріоритетом розміщення яких повинно бути відображення забруднення біля найбільших автошляхів, нових промислових зон, у зелених зонах міста – для отримання концентрацій домішок у повітрі, близьких до фонових по місту та в ”спальних” районах.

Окрім цього, є недоліки в роботі самих пунктів та методології моніторингу [17]:

- не проводиться моніторинг твердих частинок ТЧ₁₀ і ТЧ_{2.5};
- не проводиться моніторинг таких речовин: поліциклічних ароматичних вуглеводнів, миш'яку, ртуті, кадмію, нікелю та деяких інших.
- даних про забруднення атмосферного повітря з мережі стаціонарних пунктів по місту немає у відкритому доступі (наявна актуальна інформація тільки з пунктів громадських організацій і лише для точок, де здійснювалися виміри)
- моніторинг проводиться не цілодобово, а максимум 4 рази за добу;
- організація та методологія моніторингу забруднення не відповідають стандартам Європейського Союзу;
- гігієнічні нормативи ГДК застаріли, а для багатьох речовин взагалі не розроблені [17].

5 АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСИ ДІОКСИДОМ АЗОТУ

Місто Одеса вже котрий раз входить в п'ятірку лідерів у всеукраїнському рейтингу населених пунктів з найбільшим рівнем забруднення атмосферного повітря. Так, у 2020 році Одеса посіла п'яте місце за значенням комплексного індексу забруднення атмосфери 12,7 при середньому в Україні 7,0. Це, в першу чергу, пов'язано з викидами вихлопних газів автомобільного транспорту. Викиди від автотранспорту становлять майже 70% від загальної кількості забруднюючих речовин, які надходять в повітря. Лише вантажних автомобілів через м. Одеса в рік проходить майже півмільйона [18].

Проте, на рівень забруднення атмосферного повітря впливає не тільки кількість автомобілів, а і якість палива та стан самого транспорту. Тому, проблема забруднення повітряного басейну міста є дуже актуальною.

Для визначення динаміки рівня забруднення повітряного басейну міста Одеса діоксидом азоту, в якості вихідних даних були використані результати спостережень за його вмістом на мережі восьми стаціонарних пунктів за період 2017-2019 рр. Ці дані представлені у вигляді ТЗА-1 і були надані Лабораторією спостережень за забрудненням атмосферного повітря ГМЦ ЧАМ.

Згідно з “Руководством по контролю загрязнения атмосферы. РД52.04.186-89. Москва Госкомгидромет, 1991” [19] доцільно обмежити ряд даних спостережень, що використовуються для проведення аналізу трьома-п'ятьма роками.

Обробку та узагальнення даних спостережень проводять для:

- отримання достовірної інформації про стан та причини забруднення атмосферного повітря;
- виявлення тенденцій змін рівня забруднення атмосферного повітря;
- розробки рекомендацій щодо зменшення рівня забруднення атмосферного повітря та інформування уповноважених органів державної влади для прийняття управлінських рішень.

З цією метою, за допомогою формул (2.1) – (2.3) були розраховані середньомісячні та середньорічні концентрації діоксиду азоту, які зведені у вигляді таблиць (5.8) – (5.10) та (5.11).

В таб. (5.1) представлена характеристика програм спостереження за вмістом діоксиду азоту на стаціонарних пунктах спостережень в м. Одеса.

Таблиця 5.1 – Характеристика програм спостережень на стаціонарних пунктах за вмістом NO₂ в м. Одеса

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

Спостереження на стаціонарних пунктах проводяться за трьома різними програмами, а саме:

- за повною програмою: ПСЗ №15, 17, 20;
- за неповною програмою: ПСЗ №8, 16, 19;
- за скороченою програмою: ПСЗ №10, 18.

Аналіз рівнів забруднення атмосфери в м. Одеса за період 2017-2019 рр. проводився у чотири етапи, а саме:

- на першому етапі роботи був проведений аналіз повноти інформації з урахуванням програм спостережень на пунктах;
- на другому етапі роботи був проведений розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на пунктах та по місту

в цілому та вивчено тенденції зміни рівнів забруднення протягом року на пунктах спостереження;

- на третьому етапі роботи був проведений розрахунок ІЗА по місту в цілому та проведений порівняльний аналіз тенденцій за трирічний період;
- на четвертому етапі роботи був проведений розрахунок середньорічних концентрацій на пунктах для побудови поля та вивчення просторових особливостей розподілу діоксиду азоту.

На першому етапі роботи був проведений аналіз надійності вихідної інформації за період 2017-2019 років. Для цього, спочатку була проведена оцінка наявності спостережень протягом 2017 року (таб. 5.2).

Таблиця 5.2 – Відомості про пропуски даних спостережень за NO₂ на стаціонарних пунктах (м. Одеса, 2017 рік)

ПСЗ	Місяці					
	5	6	7	8	9	10
8			Відсутні з 21	Відсутні з 1 по 13		
10	Відсутні з 21	Відсутні з 1 по 15				
15	Відсутні з 21	Відсутні з 1 по 15				
16					Відсутні з 17	
17				Відсутні з 20	Немає даних	Немає даних
18				Відсутні з 20	Відсутні з 1 по 17	
19					Відсутні з 17	
20			Відсутні з 21	Відсутні з 1 по 13		

Як можна побачити з таблиці, протягом року, пропуски спостережень були на всіх восьми стаціонарних пунктах у період з травня по жовтень.

Найкраща ситуація спостерігалась на ПСЗ №16 та ПСЗ №19, де спостереження не проводилися тільки у вересні та лише по 13 днів.

На інших пунктах середня тривалість пропусків спостережень складає приблизно 12 діб з 30.

Потім, була проведена оцінка наявності спостережень протягом 2018 року (таб. 5.3).

Таблиця 5.3 – Відомості про пропуски даних спостережень за NO₂ на стаціонарних пунктах (м. Одеса, 2018 рік)

ПСЗ	Місяці					
	5	6	7	8	9	10
8			Відсутні з 20	Відсутні з 1 по 13		
10	Відсутні з 20	Відсутні з 1 по 15				
15	Відсутні з 20	Відсутні з 1 по 15				
16			Відсутні з 12 по 23			Відсутні з 4 по 19
17				Відсутні з 1 по 15	Відсутні з 1 по 7	
18				Відсутні з 12	Відсутні з 1 по 7	
19			Відсутні з 12 по 23			Відсутні з 3 по 19
20			Відсутні з 20	Відсутні з 1 по 13		

Як можна побачити з таблиці, протягом року, пропуски спостережень були на всіх восьми стаціонарних пунктах починаючи з травня. Пропуски даних спостережень є у двох місяцях на кожному з пунктів.

В середньому, тривалість часу, коли не проводився відбір проб повітря складав близько 12 діб з 30.

Далі, була проведена оцінка наявності спостережень протягом 2019 року (таб. 5.4).

Таблиця 5.4 – Відомості про пропуски даних спостережень за NO₂ на стаціонарних пунктах (м. Одеса, 2019 рік)

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

Як можна побачити з таблиці, пропуски спостережень були на всіх стаціонарних пунктах, окрім ПСЗ №8.

Найгірша ситуація спостерігалася на ПСЗ №19, де відбір проб повітря здійснювався лише повні 4 місяці.

На інших пунктах середня тривалість пропусків спостережень складає близько 15 діб з 30.

Далі, була розрахована кількість спостережень на мережі стаціонарних пунктів протягом 2017 року (таб. 5.5).

З таблиці видно, що кількість відбору проб на пунктах змінюється в досить широких межах від 24 до 104 вимірювань протягом місяця.

Найбільшу кількість проб здійснили на ПСЗ №15 та ПСЗ №20, а найменшу кількість на ПСЗ №10 та ПСЗ №18.

Таблиця 5.5 – Кількість спостережень за діоксидом азоту в атмосферному повітрі м. Одеса (2017 рік)

Місяць	Номер стаціонарного пункту								По місту
	8	10	15	16	17	18	19	20	
січень	72	48	96	72	96	48	72	96	600
лютий	72	48	96	72	96	48	72	96	600
березень	78	52	104	78	104	52	78	104	650
квітень	72	48	96	72	96	48	72	96	600
травень	72	30	60	72	96	48	72	96	546
червень	72	24	48	72	96	48	72	96	528
липень	51	52	104	78	104	52	78	68	587
серпень	45	52	104	78	68	34	78	60	519
вересень	78	52	104	42	-	24	42	104	446
жовтень	78	52	104	78	-	52	78	104	546
листопад	78	52	104	78	104	52	78	104	650
грудень	75	50	100	75	100	50	75	100	625

Потім, було розраховано кількість спостережень на мережі стаціонарних пунктів впродовж 2018 року (таб. 5.6).

Як можна побачити з таблиці, число вимірювань на пунктах спостережень змінюється в широкому діапазоні від 26 до 104 за місяць.

Найбільшу кількість вимірювань провели на ПСЗ №15, ПСЗ №17 та ПСЗ №20, а найменшу кількість на ПСЗ №10 та ПСЗ №18.

Таблиця 5.6 – Кількість спостережень за діоксидом азоту в атмосферному повітрі м. Одеса (2018 рік)

Місяць	Номер стаціонарного пункту								По місту
	8	10	15	16	17	18	19	20	
січень	75	50	100	75	100	50	75	100	625
лютий	75	48	96	72	96	48	72	96	603
березень	78	52	104	78	104	52	78	104	650
квітень	72	48	96	72	96	48	72	96	600
травень	72	30	60	72	96	48	72	96	546
червень	75	26	52	75	100	50	75	100	553
липень	48	52	104	51	104	52	51	64	526
серпень	48	52	104	78	40	20	78	64	484
вересень	75	50	100	75	80	40	75	100	595
жовтень	78	52	104	78	104	52	78	104	650
листопад	78	52	104	42	104	52	42	104	578
грудень	75	50	100	75	100	50	-	100	550

Потім, було розраховано кількість спостережень на мережі стаціонарних пунктів протягом 2019 року (таб. 5.7).

Як можна побачити з таблиці, число вимірювань на пунктах змінюється в діапазоні від 18 до 108 впродовж місяця. Найбільше проб провели на ПСЗ №15 і ПСЗ №20, а найменшу на ПСЗ №19.

Таблиця 5.7 – Кількість спостережень за діоксидом азоту в атмосферному повітрі м. Одеса (2019 рік)

Місяць	Номер стаціонарного пункту								По місту
	8	10	15	16	17	18	19	20	
січень	75	50	100	75	100	50	-	100	550
лютий	72	48	96	72	96	48	-	96	528
березень	75	50	100	75	100	50	-	100	550
квітень	75	50	100	75	100	50	-	100	550
травень	75	50	100	75	56	28	24	100	508
червень	69	46	92	39	-	-	39	92	377
липень	81	54	108	81	80	24	81	48	557
серпень	78	18	36	78	104	40	78	80	512
вересень	75	42	84	-	100	50	-	100	451
жовтень	78	52	104	78	104	52	78	104	650
листопад	78	52	104	42	104	52	42	104	578
грудень	75	50	100	75	100	50	75	100	625

За відсутності спостережень за вмістом NO₂ точність розрахованих характеристик забруднення атмосферного повітря дещо знижується. Тому, це потрібно враховувати при аналізі характеристик забруднення забруднення повітря.

На другому етапі роботи був проведений розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на пунктах та по місту в цілому і вивчено тенденції зміни рівнів забруднення на пунктах спостереження.

Для цього, спершу були розраховані середньомісячні концентрації діоксиду азоту на кожному пункті та по місту в цілому для 2017 року (таб. 5.8).

Таблиця 5.8 – Середньомісячні концентрації NO₂ в атмосферному повітрі
(м. Одеса, 2017 рік)

Місяць	Номер стаціонарного пункту								По місту
	8	10	15	16	17	18	19	20	
січень	0,030	0,060	0,059	0,062	0,058	0,063	0,059	0,057	0,056
лютий	0,033	0,060	0,059	0,062	0,055	0,065	0,056	0,059	0,056
березень	0,032	0,064	0,064	0,069	0,062	0,071	0,059	0,061	0,060
квітень	0,027	0,062	0,062	0,064	0,060	0,070	0,062	0,061	0,058
травень	0,030	0,062	0,065	0,072	0,063	0,076	0,064	0,063	0,062
червень	0,035	0,070	0,067	0,068	0,061	0,072	0,065	0,065	0,063
липень	0,041	0,073	0,070	0,072	0,066	0,077	0,070	0,066	0,067
серпень	0,035	0,072	0,070	0,072	0,071	0,078	0,070	0,066	0,067
вересень	0,037	0,057	0,059	0,066	-	0,062	0,061	0,053	0,056
жовтень	0,034	0,063	0,063	0,063	-	0,070	0,058	0,061	0,059
листопад	0,030	0,061	0,060	0,063	0,059	0,063	0,057	0,056	0,056
грудень	0,033	0,058	0,059	0,063	0,059	0,063	0,055	0,055	0,055

Як можна побачити з таблиці, атмосфера була чистою лише в місці розташування ПСЗ №8.

Над іншими пунктами міста атмосфера була забруднена, оскільки виявлено перевищення ГДК_{сд}.

Рівень забруднення атмосферни над цими пунктами спостережень змінюється у кратності ГДК_{сд} від 1,30 до 1,95 разів. Найбільший ступінь забруднення атмосферного повітря зафіксований у липні-серпні на ПСЗ №18 в 1,95 разів.

Далі, на основі даних таб. 5.8 був побудований графік часового ходу середньомісячних концентрацій (рис. 5.1).

З графіка видно синхронний хід кривих середньомісячних концентрацій протягом року на всіх пунктах, окрім ПСЗ №8.

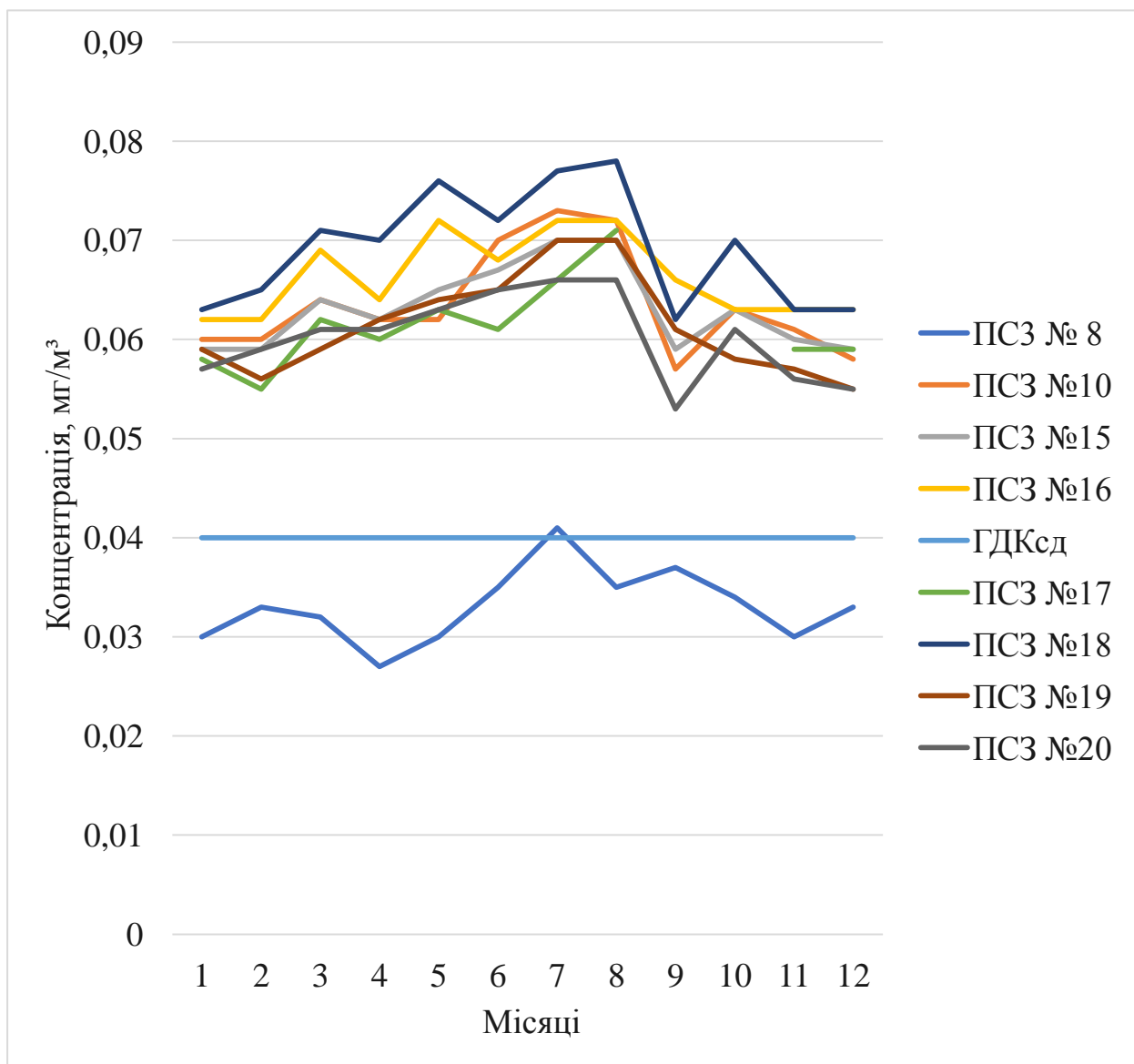


Рисунок 5.1 – Часовий хід середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на стаціонарних пунктах (м. Одеса, 2017 рік)

На графіку можна побачити загальну тенденцію збільшення рівня забруднення повітря у період з січня по серпень на всіх пунктах.

Також чітко видно зменшення середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на всіх пунктах з жовтня по грудень. Середньомісячні концентрації на всіх пунктах впродовж року змінюються у вузьких межах.

Потім, були розраховані середньомісячні концентрації діоксиду азоту на кожному пункті та по місту в цілому для 2018 року (таб. 5.9).

Таблиця 5.9 – Середньомісячні концентрації NO₂ в атмосферному повітрі
(Одеса, 2018 рік)

Місяць	Номер стаціонарного пункту								По місту
	8	10	15	16	17	18	19	20	
січень	0,020	0,055	0,053	0,055	0,052	0,058	0,048	0,053	0,049
лютий	0,022	0,053	0,055	0,061	0,055	0,059	0,053	0,055	0,052
березень	0,024	0,049	0,056	0,058	0,054	0,059	0,052	0,052	0,051
квітень	0,024	0,060	0,063	0,066	0,061	0,069	0,058	0,061	0,058
травень	0,031	0,065	0,066	0,067	0,064	0,073	0,063	0,066	0,062
червень	0,040	0,064	0,064	0,069	0,065	0,073	0,065	0,063	0,063
липень	0,035	0,068	0,062	0,060	0,063	0,069	0,064	0,055	0,060
серпень	0,028	0,064	0,064	0,066	0,062	0,063	0,059	0,061	0,058
вересень	0,028	0,058	0,060	0,062	0,056	0,063	0,052	0,054	0,054
жовтень	0,028	0,063	0,057	0,062	0,058	0,062	0,060	0,057	0,056
листопад	0,029	0,063	0,06	0,064	0,060	0,064	0,060	0,058	0,057
грудень	0,026	0,061	0,061	0,059	0,057	0,065	-	0,056	0,048

Як можна побачити з таблиці, атмосфера була чистою лише в місці знаходження ПСЗ №8. Над іншими пунктами міста атмосфера була забруднена.

Рівень забруднення атмосфери над цими пунктами спостережень змінюється у кратності ГДК_{сд} від 1,30 до 1,83 разів. Найбільший ступінь забруднення атмосферного повітря виявлений у травні-червні на ПСЗ №18 в 1,83 рази.

Далі, на основі даних таб. (5.9) було побудовано графік часового ходу середньомісячних концентрацій (рис. 5.2).

На графіку можна побачити загальну тенденцію збільшення рівня забруднення повітря у період з січня по червень на всіх пунктах.

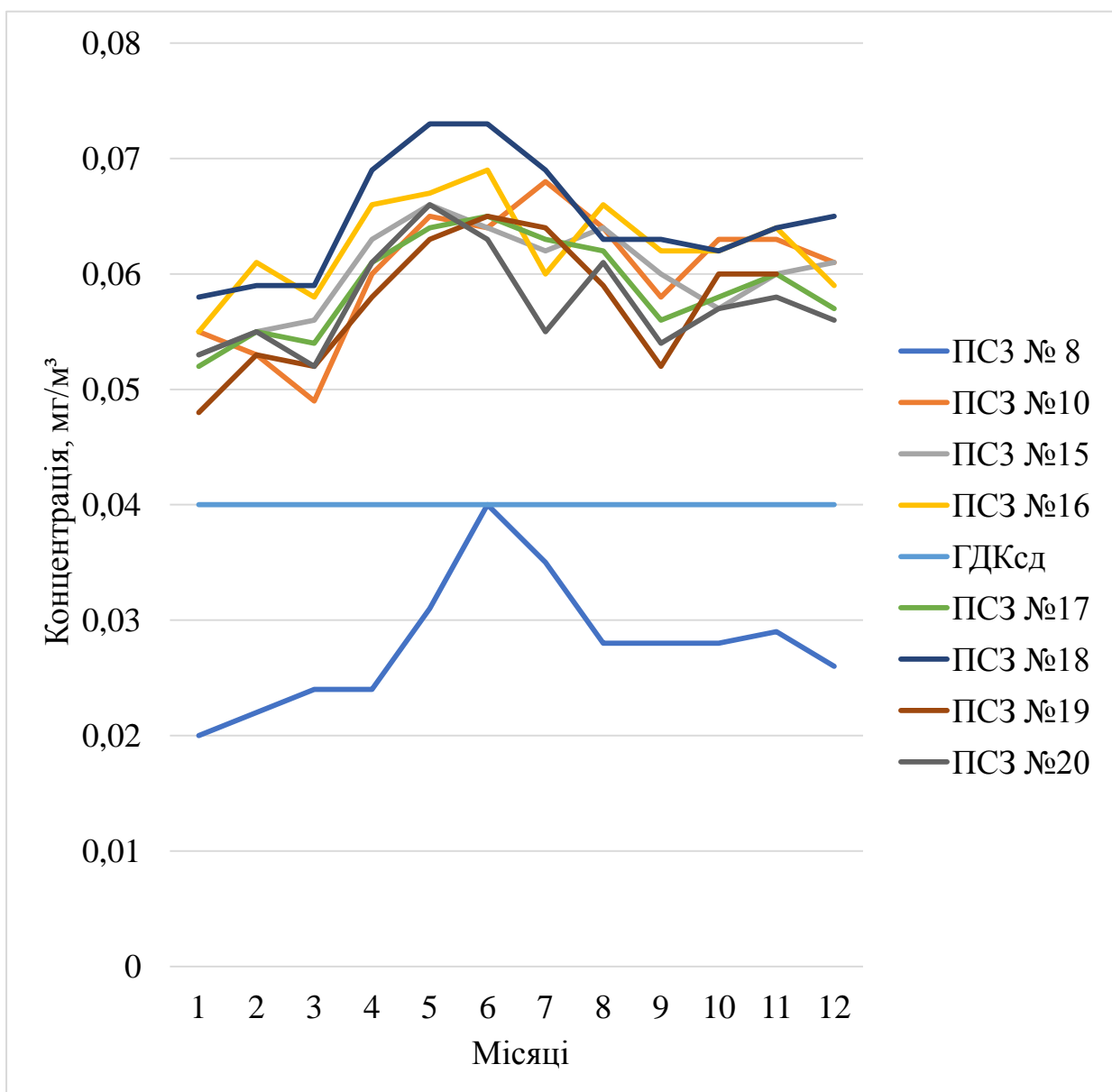


Рисунок 5.2 – Часовий хід середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на стаціонарних пунктах (м. Одеса, 2018 рік)

Також тут чітко простежується загальна тенденція зменшення середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на всіх пунктах з липня по грудень. Середньомісячні концентрації на всіх пунктах протягом року змінюються у вузькому діапазоні.

Далі, були розраховані середньомісячні концентрації діоксиду азоту на кожному пункті та по місту в цілому для 2019 року (таб. 5.10).

Таблиця 5.10 – Середньомісячні концентрації NO₂ в атмосферному повітрі
(Одеса, 2018 рік)

Місяць	Номер стаціонарного пункту								По місту
	8	10	15	16	17	18	19	20	
січень	0,036	0,062	0,063	0,066	0,061	0,067	-	0,060	0,059
лютий	0,040	0,073	0,066	0,069	0,063	0,071	-	0,065	0,064
березень	0,024	0,065	0,064	0,066	0,060	0,071	-	0,060	0,058
квітень	0,037	0,074	0,066	0,070	0,064	0,072	-	0,065	0,064
травень	0,035	0,071	0,068	0,068	0,063	0,068	0,061	0,064	0,062
червень	0,040	0,069	0,067	0,074	-	-	0,069	0,066	0,064
липень	0,036	0,062	0,060	0,063	0,056	0,061	0,057	0,056	0,056
серпень	0,039	0,067	0,067	0,070	0,066	0,072	0,065	0,068	0,064
вересень	0,039	0,072	0,067	-	0,066	0,071	-	0,066	0,063
жовтень	0,037	0,068	0,066	0,066	0,064	0,072	0,064	0,063	0,062
листопад	0,035	0,068	0,064	0,063	0,063	0,068	0,059	0,066	0,061
грудень	0,041	0,070	0,066	0,067	0,062	0,070	0,062	0,065	0,063

З таблиці можна побачити, що повітряний басейн був чистий тільки в районі розташування ПСЗ №8. Над іншими пунктами спостереження атмосфера була забруднена.

Рівень забруднення атмосферни над цими пунктами спостережень змінюється у кратності ГДК_{сд} від 1,40 до 1,85 разів Найбільший ступінь забруднення атмосферного повітря зафіксований у квітні на ПСЗ №10 та в червні на ПСЗ №16 в 1,85 рази.

Потім, на основі даних з таб. (5.10) був побудований графік часового ходу середньомісячних концентрацій (рис. 5.3).

З графіка видно, що в цілому простежується синхронний хід кривих на всіх пунктах спостережень. Тут не можна виділити особливо великого періоду збільшення рівня забруднення, але чітко видно зниження вмісту діоксиду азоту

на всіх пунктах у березні та липні. Середньомісячні концентрації на всіх пунктах спостережень протягом року змінюються у вузьких межах.

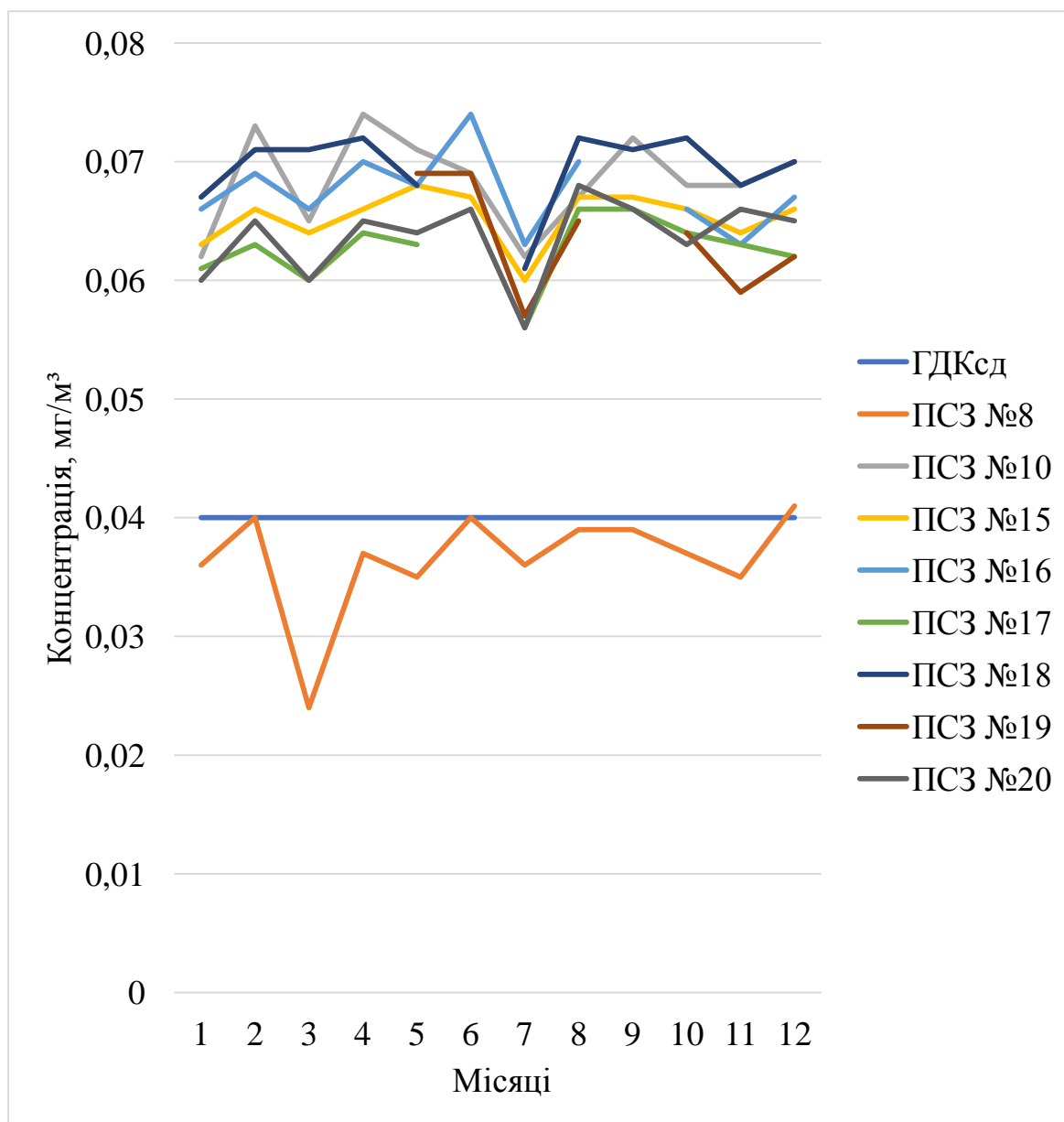


Рисунок 5.3 – Часовий хід середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на стаціонарних пунктах (м. Одеса, 2019 рік)

Тому, можна припустити, що у процесі формування рівнів забруднення повітряного басейну міста значною мірою впливали метеорологічні чинники.

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

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

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

Місяць	Рік		
	2017 рік	2018 рік	2019 рік
січень	1,40	1,23	1,48
лютий	1,40	1,30	1,60
березень	1,50	1,28	1,45
квітень	1,45	1,45	1,60
травень	1,55	1,55	1,55
червень	1,58	1,58	1,60
липень	1,68	1,50	1,40
серпень	1,68	1,45	1,60
вересень	1,40	1,35	1,58
жовтень	1,48	1,40	1,55
листопад	1,40	1,43	1,53

Потім, на основі даних таб. (5.11) був побудований графік часового ходу ІЗА за трирічний період (рис. 5.4).

З графіка можна побачити, що найбільші значення ІЗА спостерігалися в липні-серпні 2017 року, в червні 2018 року, а також в лютому, квітні, червні та серпні 2019 року.

Найменші ж значення ІЗА спостерігалися в грудні 2017-2018 років і в липні 2019 року.

Тут не можна виявити стійких періодів збільшення або зменшення рівнів забруднення протягом цих трьох років.

В середньому, значення ІЗА у 2017 році складає 1.5, у 2018 році – 1.4 та у 2019 році – 1.54.

Значення ІЗА перевищувало одиницю протягом трьох років, тому повітряний басейн в м. Одеса увесь час був забруднений.

В цілому, спостерігаються невеликі коливання середньорічного значення ІЗА протягом 2017-2019 років.

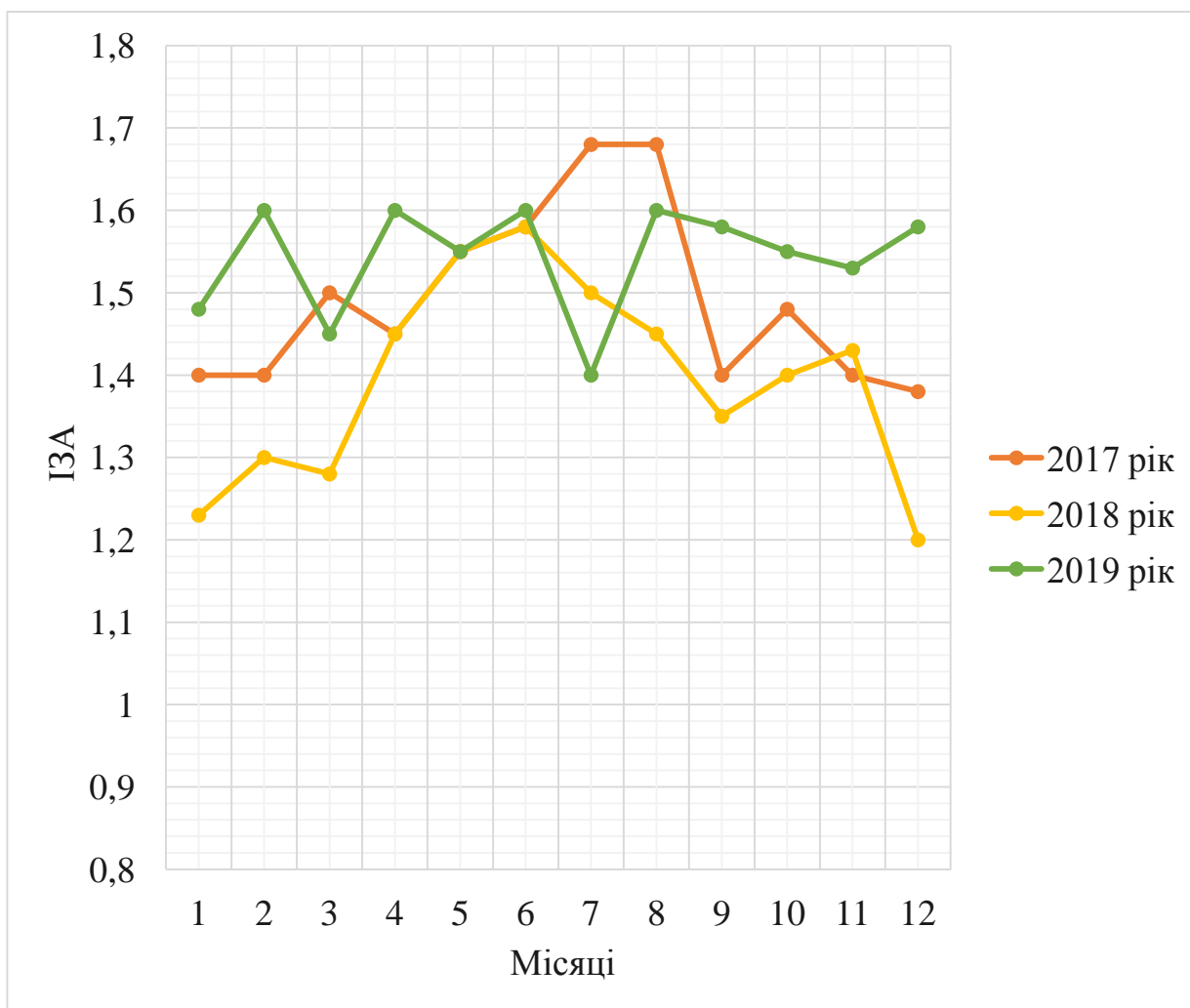


Рисунок 5.4 – Часовий хід ІЗА в м. Одеса (2017-2019 рр.)

У порівнянні зі значенням ІЗА у 2017 році, у 2018 році, спостерігалось невелике зменшення рівня забруднення, а потім, у 2019 році відбулося незначне збільшення рівня забруднення, яке незначно перевищує рівень 2017 року.

На четвертому етапі роботи був проведений розрахунок середньорічних концентрацій на пунктах для побудови поля та вивчення просторових особливостей розподілу діоксиду азоту.

За допомогою даних таб. (5.8) – (5.10) та формули (2.3) були отримані середньорічні концентрації діоксиду азоту на кожному пункті за трирічний період (таб. 5.12).

Таблиця 5.12 – Середньорічні концентрації NO₂ на мережі стаціонарних постів спостережень в м. Одеса (2017-2019 рр.)

ПСЗ	Рік		
	2017 рік	2018 рік	2019 рік
8	0,033	0,028	0,036
10	0,063	0,060	0,068
15	0,063	0,060	0,065
16	0,066	0,062	0,067
17	0,061	0,059	0,062
18	0,069	0,065	0,069
19	0,061	0,058	0,062
20	0,060	0,058	0,064

Далі, на основі даних таб. (5.12) були побудовані поля середньорічних концентрацій діоксиду азоту за три роки.

На рис. (5.5) наведено поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту в м. Одеса для 2017 року.

На рисунку проведено три ізолінії зі значенням 0,040 мг/м³, 0,050 мг/м³ та 0,060 мг/м³. Ізолінія зі значенням 0,040 мг/м³ відповідає значенню ГДК_{сд} та умовно поділяє всю територію міста на дві частини: забруднену та чисту.

Ізолінії зі значення 0,050 мг/м³ та 0,04 мг/м³ витягнуті вздовж узбережжя Чорного моря.

Ізолінія зі значенням 0,060 мг/м³ має складну конфігурацію. В районі розташування ПСЗ №16 та 18 спостерігається найбільше забруднення.

Рівень забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту зменшуються із заходу на схід.

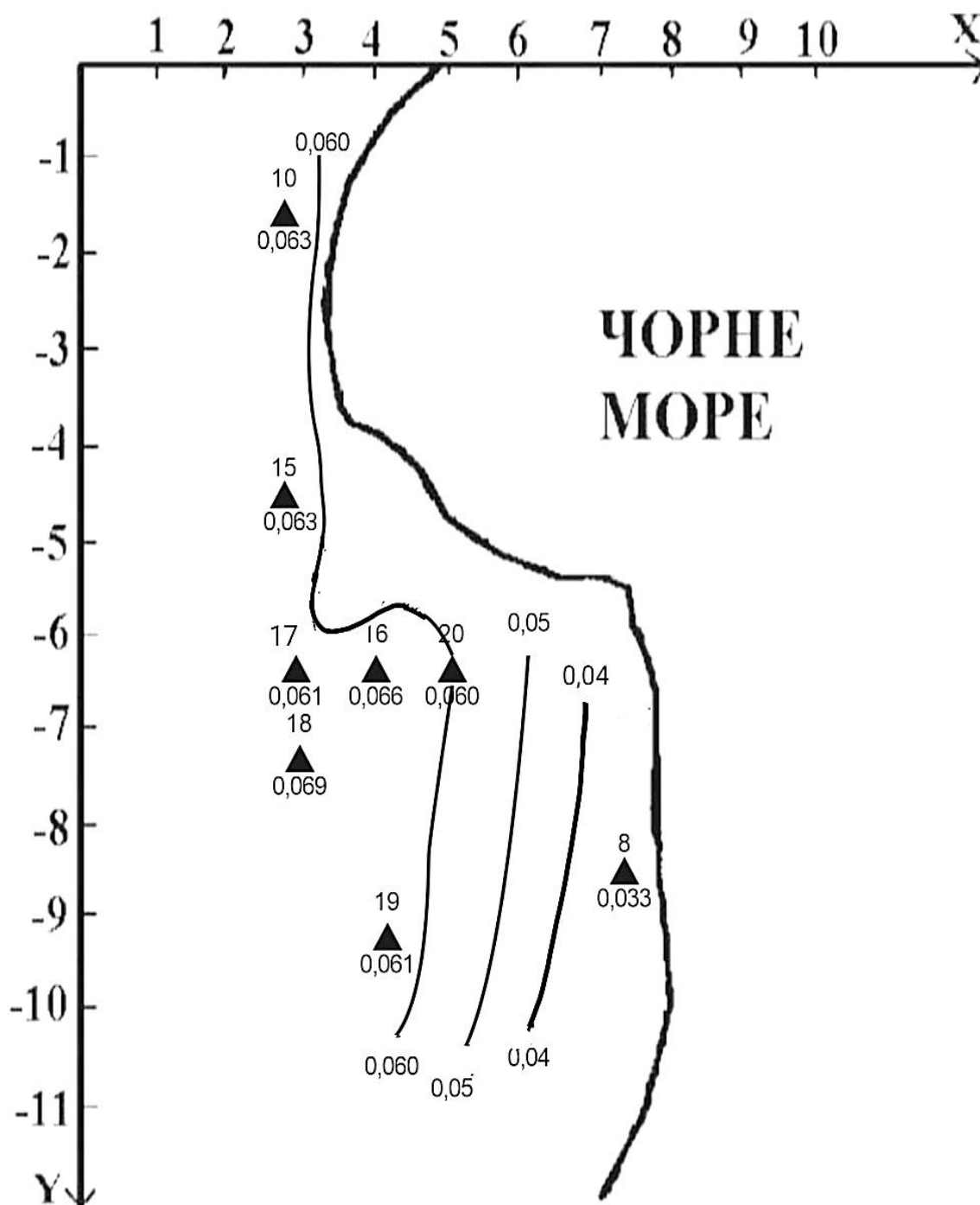


Рисунок 5.5 – Поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту у місті Одеса (2017 рік)

На рис. (5.6) наведено поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту в м. Одеса для 2018 року.

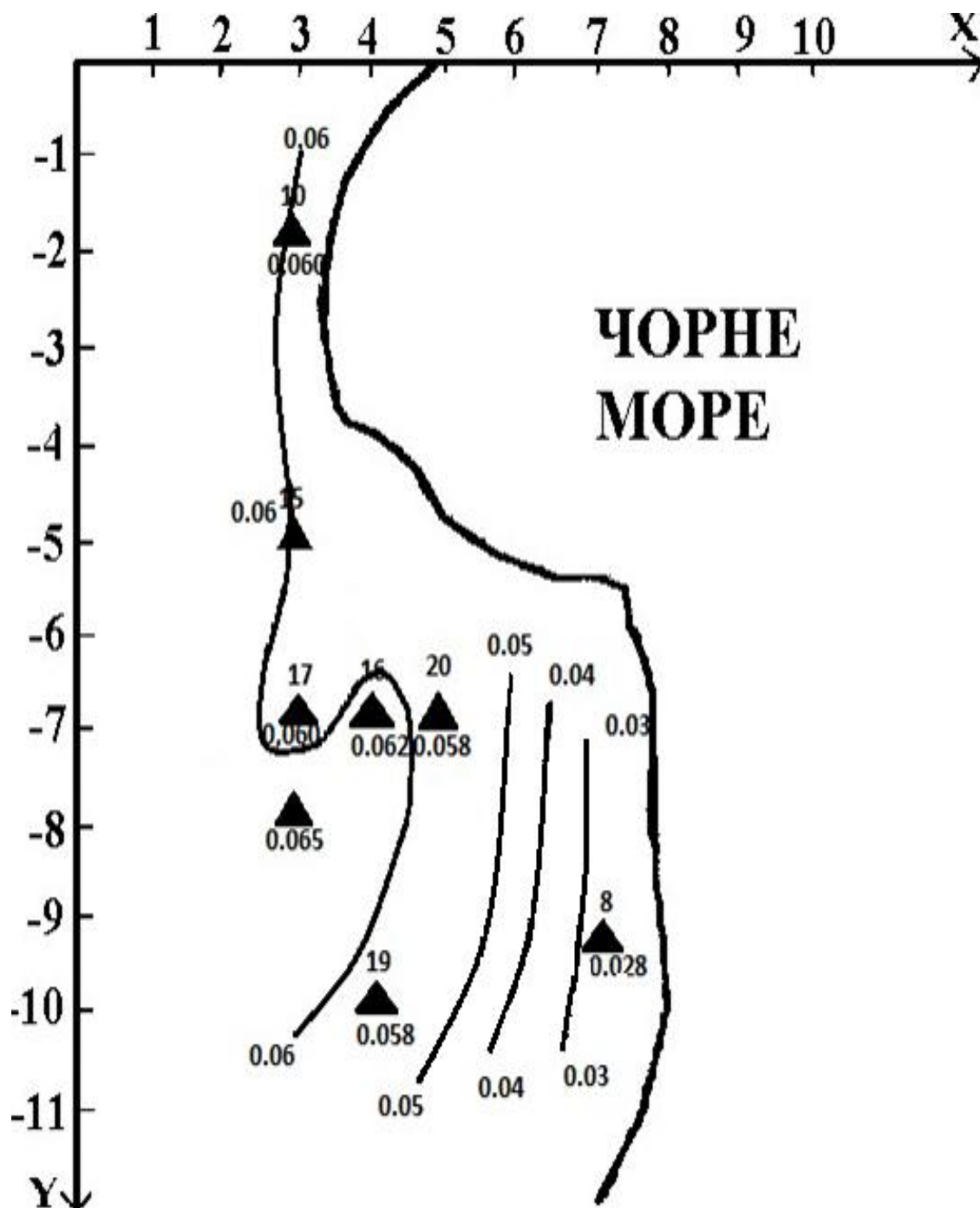


Рисунок 5.6 – Поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту у місті Одеса (2018 рік)

На рисунку проведено чотири ізолінії зі значенням $0,030 \text{ мг/м}^3$, $0,040 \text{ мг/м}^3$, $0,050 \text{ мг/м}^3$ та $0,060 \text{ мг/м}^3$. Ізолінія зі значенням $0,040 \text{ мг/м}^3$ дорівнює значенню ГДК_{сд} та умовно розділяє територію міста на дві частини: чисту і забруднену.

Ізолінії зі значенням $0,050 \text{ мг/м}^3$, $0,04 \text{ мг/м}^3$ та $0,030 \text{ мг/м}^3$ проходять вздовж узбережжя Чорного моря.

Ізолінія зі значенням $0,060 \text{ мг/м}^3$ територіально виділяє в місці знаходження ПСЗ №16 та 18 зону найбільшого забруднення атмосфери.

Загалом рівень забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту збільшується зі сходу на захід.

На рис. (5.7) наведено поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту у місті Одеса для 2019 року.

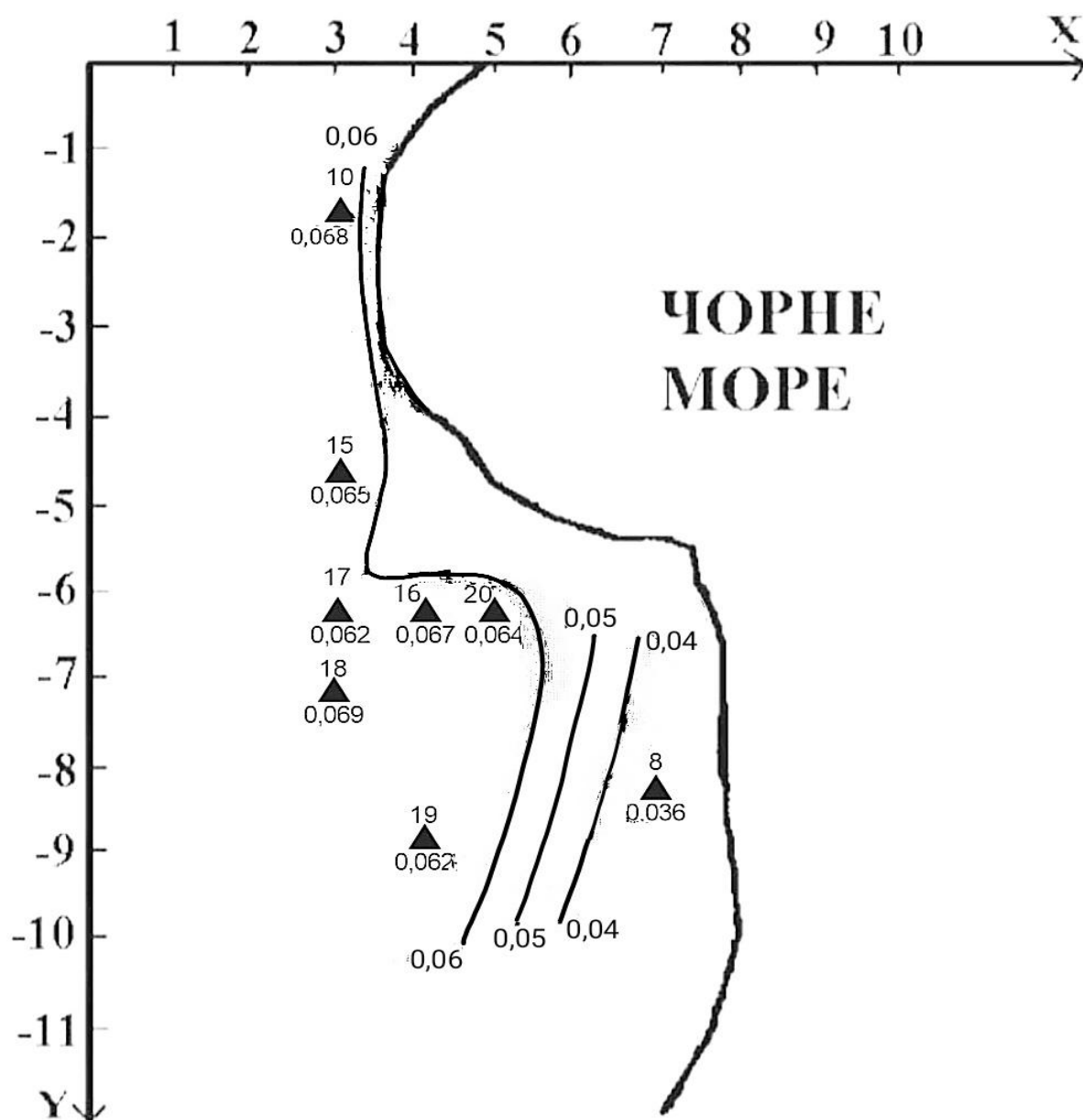


Рисунок 5.7 – Поле середньорічних концентрацій діоксиду азоту у місті Одеса (2019 рік)

На рисунку проведено три ізолінії зі значенням $0,040 \text{ мг/м}^3$, $0,050 \text{ мг/м}^3$ та $0,060 \text{ мг/м}^3$. Ізолінія зі значенням $0,040 \text{ мг/м}^3$ відповідає значенню середньодобової гранично допустимої концентрації та умовно ділить територію міста на дві частини: забруднену та чисту.

Ізолінії зі значення $0,050 \text{ мг/м}^3$ та $0,04 \text{ мг/м}^3$ проходять паралельно до узбережжя Чорного моря.

Ізолінія зі значенням $0,060 \text{ мг/м}^3$ відокремлює територію з найбільшим рівнем забруднення.

Загалом рівень забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту зменшуються в напрямку із заходу на схід.

В цілому, з рисунків (5.5) – (5.7) можна побачити, що територіальний розподіл рівнів забруднення повітряного басейну за період 2017-2019 рр. принципово не змінився.

ВИСНОВКИ

Основною метою кваліфікаційної роботи бакалавра була оцінка якості атмосферного повітря в м. Одеса з урахуванням вмісту діоксиду азоту за період 2017-2019 рр.

В якості вихідних даних були використані результати спостережень за його вмістом на мережі стаціонарних пунктів за 2017-2019 рр. Ці дані представлені у вигляді ТЗА-1 і були надані Лабораторією спостережень за забрудненням атмосферного повітря ГМЦ ЧАМ.

Спостереження за вмістом діоксиду азоту проводилися на восьми стаціонарних пунктах.

Відбір проб повітря на пунктах здійснювався за трьома різними програмами, а саме: за повною (ПСЗ №15, 17, 20), за неповною (ПСЗ №8, 16, 19) та скороченою (ПСЗ №10, 18).

Аналіз рівнів забруднення атмосфери в м. Одеса за період 2017-2019 рр. проводився у чотири етапи.

На першому етапі роботи був проведений аналіз надійності вихідної інформації за період 2017-2019 років.

Загалом, за трирічний період спостерігається тенденція збільшення кількості та тривалості пропусків спостережень.

Так, впродовж 2017-2018 рр. пропуски спостережень були на всіх восьми стаціонарних пунктах з травня по жовтень. Пропуски даних були у двох місяцях на кожному з пунктів. В середньому, тривалість часу, коли не проводився відбір проб повітря складав близько 12 діб з 30. У 2019 році, найгірша ситуація спостерігалася на ПСЗ №19, де відбір проб повітря проводився тільки повні 4 місяці. На інших пунктах, в середньому, проміжок часу, коли не проводився відбір проб повітря складав близько 15 діб з 30.

На другому етапі роботи був проведений розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій діоксиду азоту на пунктах та по місту в цілому та вивчено тенденції зміни рівнів забруднення на пунктах спостереження.

Повітряний басейн впродовж трьох років був чистий тільки в районі розташування ПСЗ №8, на інших пунктах спостережень рівень забруднення атмосферного повітря змінюється у кратності ГДК_{сд} від 1,30 до 1,95 рази.

Впродовж 2017 року спостерігається тенденція збільшення рівня забруднення атмосфери з січня по серпень, а у 2018 році з січня по червень. У 2019 році неможливо виділити стійкий період збільшення рівня забруднення.

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

По-перше, значення ІЗА перевищувало одиницю протягом трьох років, тому повітряний басейн в м. Одеса увесь час був забруднений.

По-друге, впродовж трьох років спостерігаються невеликі коливання середньорічного значення ІЗА. Середньорічне значення ІЗА для 2017 року дорівнює 1.5, для 2018 року – 1.4, а для 2019 року – 1.54.

У порівнянні зі значенням ІЗА впродовж 2017 року, у 2018 році, спостерігалось невелике зменшення рівня забруднення, а потім, у 2019 році відбулося незначне збільшення рівня забруднення, яке незначно перевищує рівень 2017 року.

На четвертому етапі роботи був проведений розрахунок середньорічних концентрацій на пунктах для побудови поля та вивчення просторових особливостей розподілу діоксиду азоту.

По-перше, виходячи зі значень середньорічних концентрацій діоксиду азоту на кожному пункті, територію м. Одеси можна умовно поділити на дві частини. Повітряний басейн був чистий лише в прибережній зоні місця розташування ПСЗ №8. На іншій території, де здійснювався відбір проб, повітряний басейн був забруднений.

По-друге, загалом рівень забруднення атмосферного повітря діоксидом азоту збільшується зі сходу на захід.

По-третє, в цілому, територіальний розподіл рівнів забруднення повітряного басейну за ці три роки принципово не змінився.

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

- вдосконалення системи моніторингу (оптимізація мережі спостережень, збільшення кола домішок, які вимірюються на цих пунктах);
- встановлення сучасних газоочисних установок на газовивідних спорудах промислових підприємств;
- озеленення міських та приміських територій стійкою до забруднення рослинністю, висадка зелених насаджень на території вздовж автомобільних шляхів;
- покращення стану та збільшення кількості (за необхідності) громадського електротранспорту;
- вдосконалення планування всіх функціональних зон міста (промислової, житлової, транспортної, санітарно-захисної, рекреаційної та ін.) 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. Навчальний посібник «Моніторинг довкілля» для студентів напряму підготовки 101 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» / Рома В.В., ст. викладач, Степова О.В., к.т.н., доцент. – Полтава: ПолтНТУ, 2016. – 117 с.
2. Закон України “Про охорону навколишнього природного середовища” від 26.06.1991р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text>
(дата звернення: 16.04.2022 р.)
3. “Про затвердження положення про державну систему моніторингу довкілля”: Постанова Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text> (дата звернення: 16.04.2022 р.)
4. “Про утворення Міжвідомчої комісії з питань моніторингу довкілля”: Постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.2001 р.
URL : <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1551-2001-%D0%BF#Text>
(дата звернення: 16.04.2022 р.)
5. “Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря”: Постанова Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 16.04.2022 р.)
6. Моніторинг довкілля: підручник / [Боголюбов В.М., Клименко М.О. Мокін В. Б. та ін. : за ред. проф Боголюбова. В.М. вид. 2-ге, переробл. і доповн. Київ: НУБПУ, 2018. 435 с.
7. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища. Навчальний посібник. К.:КНТ, 2007. 172

8. Закон України “Про охорону атмосферного повітря” від 16.10.1992 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2707-12#Text>
(дата звернення: 20.04.2022 р.)
9. Чернякова О. І., Грабко Н. В., Наконечна З. В. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Моніторинг довкілля» для студентів III – IV курсів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 101 «Екологія». Одеса : ОДЕКУ, 2019. 105 с.
10. Загальна та неорганічна хімія: підручник для студентів вищ. навч. закладів / Левітін Є.Я., Бризицька А.М., Ключова Р.Г. : за ред. Левітіна Є.Я. 3-тє вид. Харків : НфаУ : Золоті сторінки, 2017. 512 с.
11. Наказ МОЗ “Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць” від 14.01.2020 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>
(дата звернення: 26.04.2022 р.)
12. Костік В. В. Екологічна хімія : конспект лекцій. Одеса : Одеський державний екологічний університет, 2019. 127 с.
13. Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів: підручник / Воронов С.А., Стецишин Ю.Б., Панченко Ю.В., Васильев В.П.: за ред. проф. Воронова С.А. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. 316 с.
14. Метеорологія та кліматологія: конспект лекцій / Мельник С. В. Одеський національний політехнічний університет. 2-е вид., стер. О.: Наука і техніка, 2013. 131 с.
15. Чернякова О.І. Методи захисту атмосфери: конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2019. 89 с.
16. Український гідрометеорологічний центр офіційний сайт.
URL: <https://meteo.gov.ua/> (дата звернення 01.05.2022 р.)
17. Програма «Чисте повітря Одеси».
URL: <https://omr.gov.ua/ua/projects/923/?print>

(дата звернення: 29.04.2022 р.)

18. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2020 році. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України, 2020 рік.

URL: <https://mepr.gov.ua/news/38840.html>

(дата звернення: 01.06.2022 р.)

- 19.Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04.186-89.
Москва: Госкомгидромет, 1991. 447 с.

ДОДАТОК А

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Грамащук Р.С. Аналіз забруднення атмосферного повітря міста Одеса діоксидом азоту у 2019 році. Матеріали Студентської наукової конференції Одеського державного екологічного університету . Одеса: ОДЕКУ, 2022. С. 261 - 262.