

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохоронний
Кафедра екології та охорони довкілля

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: Динаміка забруднення оксидом вуглецю повітряного басейну
міста Одеса

Виконав студент 4 курсу групи Е-21і
спеціальності 101- Екологія
Чайковський Дмитро Володимирович

Керівник ст. викладач
Чернякова Оксана Іванівна

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

Рецензент ст. викладач
Тимошук Марина Олександрівна

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет *природоохоронний*

Кафедра *екології та охорони довкілля*

Рівень вищої освіти *бакалавр*

Спеціальність *101-Екологія*

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

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри *екології та охорони довкілля*

Сафранов Т.А.

« 01 » травня 2023 року

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

Чайковського Дмитра Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: *Динаміка забруднення оксидом вуглецю повітряного басейну міста Одеса*

Керівник роботи *Чернякова Оксана Іванівна*

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від *«24» листопада 2022 р. № 218-«С»*

2. Строк подання студентом роботи *12 червня 2023 року*

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

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): *порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря в Україні, визначення характеристик забруднення повітря по результатам спостережень, джерела надходження оксиду вуглецю та їх вплив на довкілля, характеристика стаціонарної мережі спостережень за станом атмосфери у місті Одеса, аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси оксидом вуглецю.*

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 оксиду вуглецю на стаціонарних постах м. Одеса у 2017 році (1 рис.)

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

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

5) Часовий хід ІЗА (оксид вуглецю, м. Одеса, 2017 – 2019 рр.) (1 рис.)

6) Поле середньорічних концентрацій оксиду вуглецю (м. Одеса, 2017 рік) (1 рис.)

7) Поле середньорічних концентрацій оксиду вуглецю (м. Одеса, 2018 рік) (1 рис.)

8) Поле середньорічних концентрацій оксиду вуглецю (м. Одеса, 2019 рік) (1 рис.)

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 01 травня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Оформлення супровідних документів до роботи. Складення змісту. Написання вступу.</i>	01.05.23- 04.05.23	90	відмінно
2	<i>Розділ 1. Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря в Україні. Розділ 2. Визначення характеристик забруднення повітря по результатам спостережень</i>	05.05.23- 12.05.23	90	відмінно
3	<i>Розділ 3. Джерела надходження оксиду вуглецю та їх вплив на довкілля. Розділ 4. Характеристика стаціонарної мережі спостережень за станом атмосфери у місті Одеса.</i>	13.05.23- 21.05.23	90	відмінно
	Рубіжна атестація	22.05.23- 26.05.23	90	відмінно
4	<i>Розділ 5. Аналіз стану забруднення атмосферного повітря Одеси оксидом вуглецю.</i>	27.05.23- 02.06.23	90	відмінно
5	<i>Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків та переліку посилань. Підготовка презентаційних слайдів і доповіді до захисту.</i>	03.06.23- 11.06.23	90	відмінно
6	<i>Подання роботи керівнику на перевірку. і підпис. Встановлення ступеня оригінальності та оформлення протоколу. Складення висновку керівником.</i>	12.06.23- 15.06.23	-	-
7	<i>Укладення авторського договору на розміщення роботи в репозитарії ОДЕКУ.</i>	16.06.23- 17.06.23	-	-
8	<i>Подання КРБ на перевірку завідувачу кафедри, в деканат природоохоронного факультету для перевірки, підготовки наказу і подання. Рецензування роботи.</i>	18.06.23- 25.06.23	-	-
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		90,0	

(до десятих)

Студент

_____ Чайковський Д.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Чернякова О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Динаміка забруднення оксидом вуглецю повітряного басейну міста Одеса. Д.В. Чайковський.

Актуальність теми дослідження. Атмосфера піддається величезному антропогенному впливу, що приводить до формування значного забруднення атмосфери. Це, в першу чергу, стосується таких промислово розвинених міст, як Одеса. Тому є потреба в вивченні стану забруднення повітря для виявлення його особливостей та причин.

Мета і задачі дослідження. Мета роботи – аналіз якості атмосферного повітря м. Одеса з урахуванням вмісту СО за період 2017-2019 рр. Для цього необхідно: навести характеристику СО як джерела забруднення атмосфери, провести аналіз повноти вихідної інформації, провести розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій на пунктах, зробити порівняльний аналіз зміни ІЗА за трирічний період, а вивчення просторових особливостей розподілу СО 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 оксидом вуглецю за період 2017-2019 рр.

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

Результати дослідження. Аналіз середньомісячних концентрацій виявив, що у 2017 році на ПСЗ№10,16,19 атмосферу можна вважати чистою в той період, коли велися спостереження. На ПСЗ№15 виявили поступове погіршення ситуації з 2017 року. Що стосується ПСЗ№17 та 18, то суттєвих змін не виявлено - це зона найбільшого забруднення з максимальним перевищенням ГДКсд у 2017 році в 2,5 рази, у 2018 році в 2,8 рази, та у 2019 році в 2,3 рази. Загалом якість атмосферного повітря погіршилась у 2018 та 2019 роках по відношенню до 2017 року. Проведений аналіз зміни вмісту СО виявив, що по однакової направленості тенденцій пункти спостережень можна поділити на дві групи. До першої віднесли ПСЗ№10 та 15, а до другої – ПСЗ№17 та 18. Тенденції зміни ІЗА по місяцям протягом кожного з трьох років (2017 -2019рр) значно не відрізняються, а загальний рівень забруднення має тенденцію до збільшення. 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 (23 найменувань). Робота включає 13 таблиць, 8 рисунків. Загальний обсяг роботи – 83 сторінки.

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

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП	8
1 ПОРЯДОК ЗДІЙСНЕННЯ ДЕРЖАВНОГО МОНІТОРИНГУ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ.....	10
2 ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПОСТЕРЕЖЕНЬ	32
3 ДЖЕРЕЛА НАДХОДЖЕННЯ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА ІХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ.....	38
4 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАЦІОНАРНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРИ У МІСТІ ОДЕСА.....	48
5 АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСИ ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ	56
ВИСНОВКИ	77
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

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

ВСТУП

Обґрунтування вибору теми дослідження. Проблеми забруднення повітря є важливими та актуальними для підтримки сталого розвитку та чистого навколишнього середовища. Для України проблеми оцінювання якості повітря є особливо актуальними у зв'язку з великою кількістю викидів із стаціонарних та нестаціонарних джерел забруднення та низьким рівнем розвитку системи спостережень.

Останні роки Одеса, згідно Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища, входить в п'ятірку міст України де дуже високий рівень забруднення атмосферного повітря. Викиди шкідливих речовин здійснюють підприємства теплоенергетики, промисловості і автотранспорт. Для поліпшення ситуації необхідно на основі проведеної всебічної та детальної оцінки якості повітря встановити причини формування високих рівнів забруднення, які дозволять розробити та провести ефективні природоохоронні заходи.

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

Мета і завдання дослідження. Мета роботи – аналіз якості атмосферного повітря м. Одеса з урахуванням вмісту оксиду вуглецю за період 2017-2019 рр. Для цього, необхідно вирішити такі завдання:

- навести характеристику оксиду вуглецю 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 оксиду вуглецю 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 оксиду вуглецю.

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

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

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

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

Структура та обсяг дослідження. Робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків. Робота включає 13 таблиць, 8 рисунків. Загальний обсяг роботи – 83 сторінки.

1 ПОРЯДОК ЗДІЙСНЕННЯ ДЕРЖАВНОГО МОНІТОРИНГУ В ГАЛУЗІ ОХОРОНИ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В УКРАЇНІ

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

У перекладі з англійської мови слово «monitoring» – це «контроль». У 1972 р. у Стокгольмі пройшла конференція з охорони навколишнього середовища (НС) під егідою ООН, де вперше було дано визначення поняття «моніторинг». Термін з'явився як доповнення до поняття «контроль стану навколишнього середовища». Вирішено було під моніторингом довкілля розуміти систему повторних спостережень одного або більше елементів НПС у просторі і в часі з певними цілями відповідно до заздалегідь підготовленої програми. Проте таке визначення дещо звужувало мету і задачі моніторингу довкілля. Ю.А. Ізраель розширив це поняття до комплексної системи спостережень, оцінки і прогнозу змін біосфери (БС) під впливом антропогенних факторів [1].

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

Методика спостережень і прогнозів, теорія і методологія розробки системи моніторингу складалася в 70-80-і рр. ХХ ст. в практиці робіт Держкомітету по гідрометеорології і контролю середовища колишнього СРСР. При цьому сам моніторинг НС технічно базувався в основному на

системі гідрометеорологічних спостережень та її режимній мережі. Звідси і виник запропонований Ю.А. Ізраєлем термін «кліматичний моніторинг» – це система (служба) контролю, оцінки і прогнозу змін і коливань кліматичної системи: атмосфера – океан – поверхня суші (включаючи річки й озера) – кріосфера – біота [1].

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

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

Характер часової і просторової мінливості концентрації шкідливих домішок зумовлений рядом обставин, відомості про які є необхідними для забезпечення відповідної якості атмосферного повітря. Основою для виявлення цих закономірностей є спостереження за станом забруднення повітряного басейну [1].

Спостереження за забрудненням атмосфери (ЗА) здійснюються в країнах СНД з початку 60-х рр. ХХ ст. Спочатку вони проводились санітарно-епідеміологічною службою МОЗ колишнього СРСР, а з 1964 р. здійснювались підрозділами Гідрометслужби. На території України спостереження за ЗА також почали проводити з 1961 р. У 1966 р. вони проводилися вже у 45 містах колишнього СРСР [1].

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

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

Передача Держкомгідромету головних функцій в організації мережі станцій спостережень за ЗА була зумовлена тим, що мережа моніторингу ЗА і гідрометеорологічна мережа формувалися за однотипними принципами: регулярність, єдність програм і методів спостережень, репрезентативність місць спостережень.

Крім того, в рамках ЗДССКА характеристики ЗА визначалися одночасно з необхідними для їх інтерпретації метеорологічними показниками [1]. Наукові, методологічні основи організації мережі спостережень виконувала на території колишнього СРСР Головна геофізична обсерваторія (ГГО) ім. О.І. Войєкова (м. Санкт-Петербург), де були розроблені необхідні методичні вимоги щодо організації і функціонування ЗДССКА.

В Україні подібні функції виконує Український науково-дослідний гідрометеорологічний інституту (УкрНдГМІ) і підрозділи Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів [1].

Основна мета моніторингу ЗА полягає у забезпеченні зацікавлених державних і громадських органів, підприємств, установ і інших організацій систематичною інформацією про рівень ЗА і прогноз його змін під впливом господарської діяльності і метеорологічних умов [2].

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

- оцінка рівня забруднення атмосфери;
- вивчення впливу забруднення повітряного басейну на захворюваність населення;
- оцінка збитків, які спричиняються сільському і лісовому господарству, тваринництву, будівлям і спорудам;
- планування розміщення промислових підприємств, визначення санітарно-захисних зон (СЗЗ);
- уточнення і перевірка розрахункових методів розсіювання домішок від джерел забруднення;
- оцінка фонового забруднення атмосфери [1].

Постановою Кабінету Міністрів України від 14.08.2019 р. № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» було затверджено новий «Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря» [2,3].

Основні положення Порядку наведено нижче.

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

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

населення про якість атмосферного повітря, вплив його забруднення на здоров'я та життєдіяльність населення.

На основі даних та інформації, отриманої в результаті здійснення моніторингу атмосферного повітря визначається:

- рівень забруднення атмосферного повітря на певній території за певний проміжок часу;
- відповідність стану атмосферного повітря вимогам якості повітря;
- здійснюється контроль та оцінка впливу на якість повітря заходів, спрямованих на обмеження викидів ЗР в атмосферне повітря,
- оцінка впливу забруднення атмосферного повітря на НПС, здоров'я та життєдіяльність населення.

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

Моніторинг атмосферного повітря здійснюється за показниками якості:

- атмосферного повітря;
- атмосферних опадів.

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

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

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

встановлювати пункти спостережень та вести спостереження за рівнями ЗР, визначених у списках А та Б п. 1 додатка 2 Порядку.

Підприємства, установи, організації, діяльність яких призводить або може призвести до погіршення стану атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями ЗР з виконанням вимог цього Порядку, безоплатно забезпечують доступ до первинної інформації (даних спостережень) органам управління якістю атмосферного повітря відповідних зон та агломерацій, а також Міндовкіллю у порядку, визначеному у п. 13 цього Порядку.

Для цілей здійснення моніторингу атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря на території України встановлюються зони та агломерації, перелік яких визначений у додатку 1 Порядку. Залежно від рівня ЗР для всіх зон і агломерацій встановлюється режим оцінювання для кожної ЗР, визначений у п. 2 додатка 2 Порядку.

Режим оцінювання для кожної зони та агломерації переглядається кожні п'ять років та визначається у програмі державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. Режим оцінювання, крім режиму фіксованих вимірювань, може бути переглянутий раніше за рішенням органів управління якістю атмосферного повітря за таких умов:

- режим оцінювання із застосуванням методів моделювання та об'єктивного оцінювання замінюється на режим комбінованого оцінювання;
- режим комбінованого оцінювання замінюється на режим фіксованих вимірювань.

Перевищення верхнього та нижнього порогів оцінювання визначається на основі даних про рівні ЗР за попередні п'ять років. Поріг оцінювання вважається перевищеним, якщо його було перевищено щонайменше протягом трьох років з п'яти. У разі наявності даних менш як за п'ять років для визначення перевищення нижнього та верхнього порогів оцінювання можна комбінувати результати короткострокових вимірювальних заходів протягом одного року на ділянках, рівень забруднення яких зазвичай є найвищим, з

даними з реєстру викидів та перенесення ЗР відповідно до Протоколу про реєстри викидів і перенесення забруднювачів, та застосовувати метод моделювання.

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

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

Результатом здійснення моніторингу атмосферного повітря є:

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

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

Суб'єкти моніторингу атмосферного повітря, що ведуть спостереження за рівнями ЗР, здійснюють оцінювання якості атмосферного повітря, забезпечують доступ органів управління якістю атмосферного повітря та Міндовкілля до результатів здійснення моніторингу атмосферного повітря, обмін результатами здійснення моніторингу атмосферного повітря на

безоплатній основі, а також надання ретроспективних даних за результатами проведення моніторингу атмосферного повітря. Інформація, отримана та оброблена суб'єктами моніторингу атмосферного повітря, є офіційною.

Для забезпечення інформаційної взаємодії між суб'єктами моніторингу атмосферного повітря та оперативного оприлюднення результатів моніторингу атмосферного повітря створюється інформаційно-аналітична система даних про якість атмосферного повітря у порядку, що встановлюється Міндовкіллям.

Створення та функціонування інформаційно-аналітичної системи даних про якість атмосферного повітря забезпечують: Міндовкілля – на загальнодержавному рівні, органи управління якістю атмосферного повітря – на рівні зон та агломерацій.

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

- інформацію про концентрації в атмосферному повітрі діоксиду сірки, діоксиду азоту, твердих часток (ТЧ10, ТЧ2,5), озону і оксиду вуглецю – щодня, а за можливості – щогодини;
- аналітичні дані щодо стану та оцінки якості атмосферного повітря, прогнози стану атмосферного повітря і його змін – щодня;
- у разі перевищення інформаційного або будь-якого з порогів небезпеки, визначених у п. 4 додатка 2 Порядку (Додаток Б), – про місцевість, в якій зафіксовано перевищення, час початку і тривалість перевищення, найвищу концентрацію за 1 год., найвищу середню концентрацію озону за 8 год. – в найкоротший строк з моменту отримання такої інформації;
- у випадку виявлення концентрацій ртуті в атмосферному повітрі – в найкоротший строк з моменту отримання такої інформації;
- інформацію про рівні в атмосферному повітрі свинцю і бензолу – щомісяця;

- інформацію про рівні в атмосферному повітрі миш'яку, кадмію, нікелю, бенз(а)пірену – щороку;
- інформацію про вплив рівнів ЗР в атмосферному повітрі на життя та здоров'я населення, зокрема інформацію щодо впливу на здоров'я населення перевищень граничних величин, цільових показників, інформаційного порогу, порогів небезпеки і рекомендованої для населення поведінки.

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

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

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

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

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

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

Після отримання погодження Міндовкілля програми подаються на затвердження до органу виконавчої влади Автономної Республіки Крим з питань охорони навколишнього природного середовища, відповідних обласних та міських рад. Програма розробляється строком на 5 років [2].

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

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

Загальна координація та організація моніторингу атмосферного повітря здійснюється Міндовкіллям [3].

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

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

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

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

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

- рівень забруднення, характерний для даного району міста;
- концентрацію домішок в конкретній точці, що перебуває під впливом викидів окремого промислового підприємства, великої автомагістралі [1].

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

Наказом Міністерства внутрішніх справ України від 21.04.2021 р. № 300 було затверджено «Порядок розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях». Цей Порядок визначає основні вимоги та умови розміщення ПСЗ в зонах та агломераціях, їх мінімальну кількість для проведення фіксованих вимірювань, правила кодування, документування щодо їх розміщення на території України [4].

Під час вибору ділянок під ПСЗа необхідно враховувати:

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

У разі відсутності на території зони/агломерації даних попереднього моніторингу для визначення місця розміщення пункту спостережень проводяться скринінгові дослідження для отримання інформації про стан забруднення оточуючого середовища на даній території за допомогою пересувних лабораторій моніторингу та за результатами розрахунків полів розсіювання максимальних концентрацій ЗР (метод моделювання).

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

- міський фоновий – розміщений на території міста, де вплив ЗР представляє вплив на загальну частину міського населення, наприклад, міські житлові райони;
- промисловий – розміщений у зоні впливу промислового об'єкта або підприємства;

- транспортно-орієнтований – розміщений поблизу автомобільних магістралей для визначення рівня забрудненості повітря від викидів автотранспорту;
- приміський – розміщений у передмістях агломерацій або промислових міст;
- сільський – розміщений у сільській місцевості (не урбанізовані території) не ближче ніж за 5 км від агломерації або промислових міст.

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

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

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

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

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

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

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

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

Вибір місця розміщення ПСЗа визначається відповідно до Порядку [4], погоджується комісією з питань здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря та управління якістю атмосферного повітря у відповідних зонах та агломераціях та затверджується керівником організації, якій належить ПСЗа.

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

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

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

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

визначаються зони впливу промислових комплексів і порівнюють модельні значення з вимірними, якщо існує імовірність зростання концентрації домішки вище встановлених норм, то в цьому районі необхідно встановити спостереження. При цьому за генеральним планом розвитку міста враховуються перспективи розміщення великих джерел викидів і житлових районів. Так, ПСЗа розміщуються в місцях, обраних на основі попереднього дослідження ЗА міста промисловими викидами, автотранспортом, побутовими та іншими джерелами і вивчення метеорологічних умов розсіювання домішок.

Пости необхідно встановлювати в житлових, адміністративних районах, в районах з різним типом забудови, в парках та інших зонах відпочинку. Характер просторового розподілу шкідливих домішок в атмосферному повітрі дуже складний. Тому багато вчених вважають, що для контролю ЗА в місті необхідна велика кількість постів. Для визначення необхідної кількості ПСЗа використовуються різні методи. Число стаціонарних постів непрямо визначається в залежності від чисельності населення в місті, площі населеного пункту, рельєфу місцевості і ступеня розвитку промисловості, розосередженості місць відпочинку.

Розроблено певні рекомендації щодо встановлення необхідної кількості ПСЗа, які наведено нижче [1]. На основі змінюваності в рівнях середніх концентрацій і середніх квадратичних відхилень пропонується ПСЗа в місті розміщувати рівномірно і мати 1 пост на 4 км². А виходячи з чисельності населення, кількість ПСЗа визначається згідно з табл. 1.1.

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

Таблиця 1.1 – Кількість ПСЗа в залежності від чисельності населення

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

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

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

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

Неповна програма дозволяє отримати інформацію про разові концентрації щоденно в 7, 13, 19 год. місцевого декретного часу. Також допускається проведення спостережень по зміненому графіку: в 7, 10, 13 год. у вівторок, четвер, суботу і в 16, 19, 22 год. в понеділок, середу, п'ятницю.

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

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

Всі програми дозволяють отримати середньомісячні, середньорічні і осереднені концентрації за більш тривалий термін. Одночасно з відбором проб повітря визначають такі метеорологічні параметри: напрям і швидкість вітру, температура повітря, стан погоди і підстильної поверхні.

Для стаціонарних постів допускається зміщення всіх термінів спостережень на 1 год. в один бік. Допускається не проводити спостереження у неділю і святкові дні.

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

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

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

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

Пріоритет в розробці ГДК ЗР належить колишньому СРСР, де інтенсивно проводилися роботи в галузі гігієнічної регламентації

(нормування) допустимого рівня вмісту домішок в атмосферному повітрі. В 1949 р. вченими були сформульовані основні критерії шкідливості речовин:

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

ГДК – це максимальна концентрація шкідливої домішки в атмосферному повітрі, віднесена до певного часу осереднення, яка при періодичному впливі або протягом всього життя людини не впливає і не буде впливати негативно (включаючи віддалені наслідки) на неї і на навколишнє середовище в цілому.

Раніше у визначеннях ГДК переважав антропоцентричний підхід. Так, за визначенням М.Ф. Реймерса, «гранично допустима концентрація – це норматив, при якому кількість речовини в НС при постійному контакті або при впливі за певний проміжок часу практично не впливає на здоров'я людини і не викликає несприятливих наслідків у його потомства».

На даний час при визначенні ГДК враховується не лише ступінь впливу шкідливої речовини на здоров'я людини, а також вплив на диких тварин, рослини, гриби, мікроорганізми, природні угруповання в цілому. Критерії якості довкілля пропонуються МОЗ країни після дослідів на тваринах і добровольцях-людях по визначенню безпечних рівнів впливу токсичних речовин на живі організми.

ГДК в Україні та інших країнах закріплені законодавчо. Повинно виконуватися таке співвідношення між концентрацією q і ГДК (мг/м^3):

$$q \leq \text{ГДК} \quad (1.1)$$

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

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

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

У залежності від часу впливу розрізняють такі види ГДК:

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

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

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

ГДК_{рз} – це рівень концентрації речовини, який не повинен викликати у робітників при щоденному вдиханні протягом 8 год. (але не більш 41 год. на тиждень) захворювань, або призводити до погіршення стану здоров'я у віддалені терміни.

Під робочою зоною розуміють шар повітряного простору висотою 2 м, де розташовується постійне або тимчасове робоче місце. Якщо для шкідливої речовини не розроблені ГДК, то застосовується або ОБРВ, або ТДК – тимчасово допустима концентрація терміном на 2 роки. Також можна

використовувати ЛК₅₀ і ЛК₁₀₀ – відповідно летальна концентрація, що викликає при диханні загибель 50 % і 100 % тварин.

Також розроблено чотири класи небезпеки шкідливих речовин:

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

Наказами МОЗ України № 52 від 14.01.2020 р. «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць» і № 1596 від 14.07.2020 р. «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони» було затверджено оновлений перелік ГДК і ОБРВ хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць і робочої зони підприємств [5, 6].

Дані про результати регулярних спостережень забруднення атмосфери і метеорологічних параметрів надходять у відповідні підрозділи Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, Управління гідрометеорології ДСНС, де проходять контроль і зводяться у таблиці забруднення атмосфери (ТЗА).

ТЗА – первинна форма збору результатів спостережень за концентрацією домішок і необхідними метеорологічними й аерологічними характеристиками. Використовуються ТЗА, в першу чергу, при відборі і аналізі проб методами лабораторного аналізу.

Існують такі види ТЗА:

- ТЗА–1 – містить результати разових спостережень за забрудненням атмосферного повітря на мережі постійно діючих стаціонарних і

маршрутних постів в одному місті, а також дані метеорологічних і аерологічних спостережень;

- ТЗА–2 – містить результати підфакельних спостережень;
- ТЗА–3 – включає дані середньодобових спостережень за випадінням пилу і газоподібних домішок (визначення концентрацій);
- ТЗА–4 – містить дані безперервних спостережень за допомогою газоаналізаторів (на даний час фактично не використовується).

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

Європейські індикатори не корелюють з українськими показниками по таких позиціях:

- відсутні методики виділення із загальної маси пилу часток пилу розміром 2,5 та 10 мкм (ТЧ_{2,5} і ТЧ₁₀) і не здійснюється постійний моніторинг за вмістом цих речовин;
- постійно не здійснюється моніторинг О₃, який Агенція по захисту навколишнього середовища вважає однією з основних ЗР повітря в міських умовах, оскільки О₃ вступає в хімічні реакції з оксидами азоту і може спричиняти легеневі хвороби);
- базовий 20-хвилинний інтервал усереднення концентрації ЗР не застосовується в ЄС (використовується годинний), що призводить до відмінностей при порівнянні результатів і може давати не репрезентативні результати [7].

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

Основними структурними елементами міжнародного моніторингу якості атмосферного повітря є такі:

- наявність розгалуженої системи моніторингових станцій;

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

2 ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СПОСТЕРЕЖЕНЬ

Мета обробки і узагальнення даних спостережень полягає:

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

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

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




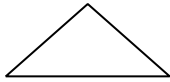

- міст з найбільш високим рівнем забруднення атмосфери;
- джерел викидів шкідливих речовин, які вносять найбільший внесок у рівень забруднення атмосфери міст;
- шкідливих речовин, вміст яких у атмосфері визначає забруднення повітря у містах.

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

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

Інформаційні документи повинні бути оформлені у відповідності з діючими нормативними матеріалами [10].

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

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

Дані спостережень за концентраціями домішок (q_i) на стаціонарних і маршрутних пунктах спостережень, а також під факелами промислових підприємств розглядають як сукупність випадкових величин – одиничних разових концентрацій ЗР в атмосферному повітрі. При дослідженні цих рядів випадкових величин користуються засобами математичної статистики. Так, у пергу чергу розраховують [10]:

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

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

Середнє квадратичне відхилення – це статистична характеристика ряду випадкових величин: разових та середньодобових концентрацій, які отримані на стаціонарному чи маршрутному пункті спостережень, що дозволяє оцінити розкид концентрацій відносно середньомісячного значення. Середнє квадратичне відхилення використовується для отримання інформації про мінливість середнього для статистичного аналізу розподілу концентрації. Для систематизації і оцінки рівня забруднення атмосфери за певний період зазвичай використовують наступні статистичні характеристики [10]:

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

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

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

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

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

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

- середньоарифметичне значення концентрації домішки за рік (q_p):

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

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

j – місяць.

- середнє квадратичне відхилення результатів вимірювань від середнього арифметичного σ :

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

де n – число спостережень.

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

- коефіцієнт варіації V :

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

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

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

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

Основним критерієм якості атмосферного повітря є гранично допустимі концентрації (ГДК), які затверджуються МОЗ. Тому, для оцінки стану або ступеню забруднення атмосфери використовуються одиничні осереднені

показники забруднення атмосфери, нормовані на ГДК відповідного періоду осереднення. Встановлюють, чи виконується співвідношення:

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

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

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

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

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

де i – домішка,

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

$\text{ГДК}_{\text{сд}}$ – середньодобова гранично допустима концентрація домішки.

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

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

Для порівняння ступеню забруднення атмосфери в різних містах використовується комплексний ІЗА (КІЗА) – безрозмірна функція характеристик ступеню забруднення атмосфери декількома речовинами.

Комплексний ІЗА, враховуючий l речовин, присутніх у атмосфері, розраховується за формулою [10]:

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

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

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

3 ДЖЕРЕЛА НАДХОДЖЕННЯ ОКСИДУ ВУГЛЕЦЮ ТА ІХ ВПЛИВ НА ДОВКІЛЛЯ

Оксид вуглецю це газ без кольору і запаху. Температура кипіння - $191,5^{\circ}\text{C}$, замерзання -204°C , тобто ця речовина в різних кліматичних умовах на землі може існувати тільки у вигляді газу. Щільність за повітрям складає - 0,97 (легше за повітря). У воді та плазмі крові розчинюється погано (біля 2% по об'єму). Погано сорбується активованим вугіллям та пористими поверхнями. Оксид вуглецю є хорошим відновником і може вступати у різні реакції окислення.

Оксид вуглецю горить синім полум'ям з утворенням двоокису вуглецю. Ця реакція проходить при нагріванні або при участі каталізатора (гопкалітового патрону, який містить 40% CuO та 60% MnO_2), тобто, при попаданні на поверхню гопкаліту виходить окислення CO до CO_2 , перетворення сполуки супертоксичної до сполуки із меншим рівнем токсичності. Цю властивість використовують для знешкодження оксиду вуглецю при застосуванні гопкалітового патрону, як спеціального засобу захисту органів дихання.

При хлоруванні у присутності світла утворюється фосген (бойова отруйна речовина).

Про ці хімічні властивості не слід забувати тоді, коли горять деякі хлор місткі полімери, тобто при їх горінні можливе утворення цієї високотоксичної сполуки.

Із солями ртуті, срібла чи паладію у водних розчинах оксид вуглецю відновлює ці метали, які випадають в осад. Так наприклад, цю реакцію можна використовувати при індикації оксиду вуглецю. Також при індикації можна використовувати реакцію із п'яти окисом йоду [11].

Оксид вуглецю, який за своєю хімічною природою є відновником, добре вступає в реакцію із двовалентним залізом гемоглобіну (HbFe^{2+}), утворюючи

карбоксигемоглобін, який не в змозі переносити кисень. Ця реакція пояснює механізм токсичної дії отрути [11].

СО з'єднується з гемоглобіном у 250 разів легше, ніж кисень — утворюється карбоксигемоглобін (HbCO), який не може транспортувати кисень, наслідком чого є гіпоксія — разом з цитохромоксидазою, що погіршує транспорт електронів у дихальному ланцюзі і призводить, поміж іншого, до утворення вільних радикалів та пошкодження мембранних структур клітин. Смертельна доза залежить від концентрації СО в повітрі, яке вдихається, часу експозиції, дихальної активності (накопичення отрути). Загрозу для життя складає концентрація 1000 часток на мільйон (0,1 %), концентрація 1500 часток на мільйон (0,15 %) швидко приводить до летального наслідку [11].

Окрім цього, оксид вуглецю може утворювати комплексні сполуки із солями металів чи вільними металами (такі сполуки отримали назву "карбоніли"), фторорганічними сполуками.

Найбільш токсичними із групи карбонілів є пентакарбоніл заліза $[\text{Fe}(\text{CO})_5]$ та тетракарбоніл нікелю $[\text{Ni}(\text{CO})_4]$. Це рідини із високим ступенем токсичності можуть проникнути у вигляді пари через легені, а також в капельно-рідинному стані через шкіру. Ці сполуки є сильними відновниками і вони можуть викликати важкі ураження слизових оболонок дихальних шляхів і привести до розвитку набряку легенів, Причому, набряк легенів може розвиватись і при резорбційному шляху проникнення. Смертельна концентрація карбонілів $0,01 \text{ г/м}^3$ [12].

Природні джерела дають близько 3800 млн. тонн СО на рік, природний рівень його концентрації в атмосфері становить менше 0,0001% [13]. Основними природними джерелами є фотохімічне окислення вуглеводнів (ураховуючи метан), лісові й степові пожежі [14].

До основних антропогенних джерел забруднення атмосфери належать:

- теплове та енергетичне устаткування;
- промислові підприємства, добувна та обробна галузь господарства;
- всі види транспорту.

Однією з основних причин забруднення атмосферного повітря є низький рівень оснащення джерел викидів пилогазоочисним обладнанням. Значно впливає на забруднення атмосфери відсутність установок по вловлюванню газоподібних сполук, а саме: діоксиду сірки, діоксиду азоту, оксиду вуглецю, летючих органічних сполук та інших.

Зазначені речовини надходять в повітря від котелень, які працюють на кам'яному вугіллі, добування та переробки корисних копалин, виробництва мінеральної продукції, діяльності виробництва та оброблення деревини та інш.

Основними напрямками зменшення надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря є, насамперед виконання природоохоронних заходів та впровадження сучасних технологій очищення промислових викидів.

Зменшення шкідливих викидів від пересувних джерел можливе за рахунок збільшення використання неетильованого бензину, посилення контролю за токсичністю відпрацьованих газів автомобільних двигунів, будівництва об'їзних автошляхів для транзитного транспорту [15].

Чадний газ може накопичуватися в приміщення з несправною технікою чи недостатньою вентиляцією і утворюється під час роботи:

- двигунів внутрішнього згорання автомобілів та суден;
- дров'яних, газових або вугільних печей;
- портативних бензинових генераторів;
- мийних машин;
- камінів;
- вугільних грилів;
- газових водонагрівачів;
- гасових обігрівачів [16].

У газифікованому приміщенні наявність чадного газу можна виявити за кольором полум'я згорання природного газу, яке з блакитного (синього) змінює свій колір на жовтий, або за допомогою сигналізатора загазованості.

Причини утворення чадного газу під час використання газу в побуті:

- неповне згоряння газу з причини незабезпечення систематичного подання до нього нормованої кількості повітря;
- неправильне користування газовими приладами та користування несправними газовими приладами;
- самовільне переустановлення газових приладів;
- самовільне перепланування приміщення;
- самовільне внесення змін у систему димовідведення та вентиляції;
- відсутність провітрювачів у пластикових вікнах;
- несправності (засміченість чи відсутність тяги) у димових та вентиляційних каналах;
- встановлення механічних витяжок у приміщеннях, де є газові прилади з відведенням димових газів у димохід;
- встановлення механічних витяжок у приміщеннях санвузлів;
- відсутність необхідної кількості кисню в повітрі для повного згоряння природного газу через зачинену квартиру, несправний димовий та вентиляційний канали [17].

Норми гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин розроблені для різних груп населення. Для повітря населених місць середньодобова норма становить $3,0 \text{ мг/м}^3$, а в атмосферному повітрі максимальна разова гранично допустима концентрація – $5,0 \text{ мг/м}^3$ (при 20-30-хвилинному впливі). У повітрі робочої зони допустима наявність $20,0 \text{ мг/м}^3$, тобто приблизно $0,002\%$ CO (протягом усього робочого дня). Клас небезпечності – 4.

Нестерпні і смертельні для людини концентрації чадного газу в суміші з повітрям становлять 1% CO при часі впливу 3 хвилини, $0,2\%$ CO за 60 хвилин та $0,3-04\%$ CO при 30-хвилинному впливі газу [13].

Оскільки окис вуглецю не має запаху і не подразнює верхні дихальні шляхи, людина не відчуває його при диханні, і тому отруєння настає непомітно. Головна небезпека полягає в тому, що чадний газ через легені

швидко проникає в клітини крові, заміняє кисень, що міститься в еритроцитах. Внаслідок цього в організмі виникає кисневе голодування.

Поява перших ознак та ступінь тяжкості отруєння оксидом вуглецю залежить від концентрації чадного газу в повітрі, яким дихає постраждалий. Крім того, великий вплив на тяжкість отруєння чадним газом має тривалість контакту людини з загазованою атмосферою, а також умови, при яких виникло отруєння.

Невеликі його дози викликають погіршення світлової та кольорової чутливості зору, сльозотечу, сухий кашель, біль у грудині, почервоніння шкіри, прискорене серцебиття, сонливість, погіршення слуху, послаблення пам'яті, уваги, головокружіння, шум у вухах, запаморочення, головний біль, відчуття втоми і вповільнення реакції постраждалого тощо. Крім того, виникає відчуття тяжкості та пульсація в голові, потемніння та мерехтіння «мушок» в очах, шум у вухах. У подальшому виникає сильний головний біль, сухий кашель, слабкість, запаморочення, нудота, порушення дихання, судоми, втрата свідомості, почервоніння обличчя, дрижання, слабкість, нудота і блювання. При тяжких отруєннях чадним газом виникає сплутаність свідомості та м'язова слабкість, дихання стає поверхневим, пульс стає частим, зіниці розширюються, наростає сонливість, яка може змінитися втратою свідомості. Обличчя набуває блідо-синюшного забарвлення. Внаслідок пригнічення серцевої діяльності, дихання, виникнення судом, може настати непритомність та припинення дихання, і внаслідок цього може настати смерть. Втрата свідомості настає поступово та супроводжується таким знесиленням, що навіть відчувши небезпеку, людина часто неспроможна врятуватись [17].

При підозрі на отруєння чадним газом необхідно вимкнути всі газові прилади, провітрити приміщення й негайно викликати швидко медичну допомогу.

До приїзду швидкої допомоги необхідно вивести постраждалого на свіже повітря та надати йому першу долікарську допомогу:

- ліквідувати перешкоди до вільного дихання: розстебнути верхній одяг, штани, комір сорочки, зняти ремінь;
- на голову і груди постраждалого необхідно покласти холодний компрес і змочений холодною водою шматок тканини, рушника, носової хустинки;
- піднести до носу постраждалого ватку з нашатирним спиртом для стимуляції у нього дихальних рухів, але обережно, щоб не завдати опіків дихальним шляхам;
- при можливості дати постраждалому подихати киснем із кисневої подушки;
- дати гарячу міцну каву чи чай, зробити розтирання та зігрівання тіла постраждалого;
- не давати постраждалому засинати;
- за відсутності у постраждалого дихання розпочати штучне дихання «рот до рота» [17].

Для запобігання самовільного витоку газу та отруєння чадним газом необхідно:

- забезпечити регулярні перевірки стану газових приладів спеціалізованою сервісною службою;
- забезпечити регулярні перевірки та прочищення димоходів опалювальних печей, ємкісних газових водонагрівачів і опалювальних котлів, які працюють сезонно – не рідше ніж один раз на рік, а які працюють цілий рік – двічі на рік;
- забезпечити регулярні перевірки та прочищення димоходів опалювально-варильних печей не рідше ніж два рази на рік;
- забезпечити регулярні перевірки стану димових та вентиляційних каналів спеціалізованою організацією;
- регулярно перевіряти, щоб оголовки димових та вентиляційних каналів не знаходились у зонах вітрового підпору, у зимовий період своєчасно очищати оголовки від обмерзання;

- не залишати без нагляду газові прилади під час їх використання;
- не встановлювати механічні витяжки у приміщеннях, де є газові прилади з відведенням димових газів у димохід;
- не використовувати газові прилади не за призначенням (наприклад: газову плиту – для обігріву приміщення) [17].

Основними напрямками зменшення надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря є, насамперед виконання природоохоронних заходів та впровадження сучасних технологій очищення промислових викидів [15].

Для посилення контролю над викидами CO у атмосферу необхідно зобов'язати підприємства обладнати джерела викидів пристроями автоматичного безперервного контролю над обсягами і складом викидів, забезпечити ведення постійного документального обліку кількісного та якісного складу цих викидів.

Насамперед - це облік екологічної ємності локальних територій під час розміщення нових виробництв чи розширення існуючих та екологічних наслідків під час проведення реструктуризації підприємств.

Реальним резервом зменшення викидів є поступовий перехід на будинкові системи опалення, дотримання технологічної дисципліни на шкідливих виробництвах та належна експлуатація існуючого газопилоочисного обладнання.

Зростання виробничої програми на кожному підприємстві має ув'язуватися з адекватними компенсаційними заходами природоохоронного напрямку.

Лише за такого підходу можливе гармонійне поєднання різних аспектів існування людини в урбанізованому середовищі [18].

Зменшення шкідливих викидів від пересувних джерел можливе за рахунок збільшення використання неетильованого бензину, посилення контролю за токсичністю відпрацьованих газів автомобільних двигунів, будівництва об'їзних автошляхів для транзитного транспорту [15].

Специфіка забруднення атмосферного повітря від пересувних джерел забруднення (автомобілів) виявляється:

- у високих темпах зростання чисельності автомобілів у порівнянні зі зростанням кількості стаціонарних джерел;
- у їхній просторовій розосередженості (автомобілі розподіляються по території та створюють загальне підвищене тло забруднення);
- у безпосередній близькості до житлових районів (автомобілі заповнюють усі місцеві проїзди та двори житлової забудови);
- у вищій токсичності викидів автотранспорту порівняно з викидами стаціонарних джерел;
- у складності технічної реалізації засобів захисту від забруднень на рухомих джерелах;
- у низькому розташуванні джерела забруднення від земної поверхні, внаслідок чого відпрацьовані гази автомобілів накопичуються у зоні дихання людей та слабше розсіюються вітром у порівнянні з промисловими викидами.

Щоб ефективніше використовувати транспорт та зменшити його негативний вплив на навколишнє середовище, необхідно провести відповідну роботу з удосконалення маршрутної мережі. Зокрема збільшили кількість вулиць, якими курсують маршрутні автобуси. Необхідно регулювати кількість та перевізну можливість, гнучкий графік перевезень (збільшення у години “пік”) автобусів на міських маршрутах. Резервом комплексного вирішення екологічних та транспортних завдань є впровадження у місті експресних автобусних маршрутів [18].

Боротися з автотранспортним забрудненням навколишнього природного середовища Одеси потрібно також через покращення технічних характеристик громадського транспорту. Такого покращення можна досягти:

- через поетапне оновлення автопарків шляхом заміни застарілих транспортних засобів на більш екологічно безпечних або

модернізувати їх, обладнавши нейтралізаторами, газовою апаратурою тощо;

- через постійне дотримання відповідного рівня екологічних характеристик рухомого складу у його експлуатації.

Підприємства, які працюють на ринку міських пасажирських перевезень, повинні поступово виявляти та виводити з експлуатації машини, які не задовольняють чинним технічним та екологічним нормам. Також необхідно постійно контролювати працездатність вузлів та агрегатів, які забезпечують зниження токсичності викидів.

Забруднення повітря пересувними джерелами транспорту відбувається внаслідок спалювання палива. Хімічний склад викидів залежить від виду та якості палива, технології виробництва, засоби спалювання у двигуні та його технічного стану [18].

Несприятливими режимами роботи є малі швидкості та «холостий хід» двигуна, коли в атмосферу викидаються забруднюючі речовини у кількостях, які значно перевищують викиди на режимах навантажень. Поганий стан доріг також сприяє значному збільшенню викидів. Рівне покриття дозволяє зменшити викиди від автотранспорту на 10-30 %.

Якщо викиди свинцю та інших неорганічних речовин залежать від складу пального, то обсяг відпрацьованих газів та обсяги викидів оксиду вуглецю та вуглеводнів залежать від режиму роботи транспортного засобу. Найменш токсичним режимом роботи автотранспорту є рух із постійною швидкістю.

Отже, одним із ефективних шляхів покращення екологічної ситуації в районах інтенсивних транспортних потоків є належна організація дорожнього руху та забезпечення постійної швидкості, оптимальної для міських умов - 60 км/г.

На екологічні показники викидів також впливає технічний стан двигуна. Відпрацьовані гази бензинового двигуна з неправильно відрегульованим

запаленням та карбюратором містять оксид вуглецю у кількості, що перевищує норму у 2-3 рази [18].

Тому для Одеси, як і для всіх сучасних міст, екологічні проблеми, пов'язані зі стрімким збільшенням кількості автомобілів, є надзвичайно гострими та невідкладними. Насамперед вони стосуються центральної частини міста, історична забудова якої не була розрахована на інтенсивний дорожній рух. До цього додається функціонування промислового ринку та відсутність сучасних транспортних розв'язок.

При роботі автомобіля на стислому природному газі викиди в атмосферу оксиду вуглецю знижуються у 20 разів.

Істотне значення має також організація функціонування системи паркування та зберігання автомобілів.

Якщо платні автостоянки та гаражні кооперативи розміщуються згідно з діючими нормами та правилами, то машини на дворах знаходяться у безпосередній близькості до людей, їх постійне зберігання біля будинків може негативно вплинути на стан здоров'я мешканців. Особливо це має місце на прибудинкових територіях із забудовою закритого типу.

Пріоритети необхідно надати багатопверховим та підземним паркінгам. Впроваджена реформа дасть змогу значно скоротити кількість «безпритульного» автотранспорту та підвищить ємність міської екосистеми.

До автостоянок, які отримали «зелене» світло, необхідно збільшити вимоги: суворіше дотримання екологічних і санітарних норм, багато уваги приділять озеленення тощо.

Для Одеси екологічні проблеми, пов'язані зі стрімким збільшенням кількості автомобілів, є надзвичайно гострими та невідкладними. Насамперед вони стосуються центральної частини міста, історична забудова якої не була розрахована на інтенсивний дорожній рух. До цього додається функціонування промислового ринку та відсутність сучасних транспортних розв'язок [18].

4 ХАРАКТЕРИСТИКА СТАЦІОНАРНОЇ МЕРЕЖІ СПОСТЕРЕЖЕНЬ ЗА СТАНОМ АТМОСФЕРИ У МІСТІ ОДЕСА

Атмосферне повітря - важливіше для усього живого природний ресурс, від якісного стану якого значною мірою залежить здоров'я людини. Саме тому наукові дослідження відносно оцінки антропогенного навантаження на повітряний басейн великих промислових міст, розробка методів його регуляції з урахуванням правових і нормативних аспектів відносяться до актуальних проблем. Наявність промислових і автотранспортних джерел обумовлюють значне навантаження на повітряний басейн великого міста, одним з яких і є Одеса.

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

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

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

Спостереження за станом навколишнього середовища проводяться Департаментом екології та природних ресурсів Одеської обласної державної адміністрації. З інформацією моніторингу можна ознайомитись на сайті Департаменту. В регіоні моніторинг довкілля здійснюють територіальні

органи суб'єктів моніторингу. До основних суб'єктів регіональної системи моніторингу довкілля області відносяться:

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

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

Основна мета підготовлених матеріалів – це висвітлення та ознайомлення широкого загалу державних та громадських органів, підприємств, установ, організацій і громадськості про стан природного середовища в області, його проблеми та перспективи подальшого розвитку та раціонального природокористування [20].

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

Гідрометеорологічний центр Чорного та Азовського морів (ГМЦ ЧАМ) – оперативно-виробнича та методична організація ДСНС, головна організація з морського оперативно-прогностичного обслуговування морських галузей господарства України на Азовсько-Чорноморському басейні [21].

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

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

Головні завдання ГМЦ ЧАМ зводяться до наступних:

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

ГМЦ ЧАМ складається з таких підрозділів [21]:

- 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.

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

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

Відбір проб атмосферного повітря здійснюється на стаціонарних пунктах спостереження за забрудненням (ПСЗ), які знаходяться в різних частинах міста (рис. 4.1).

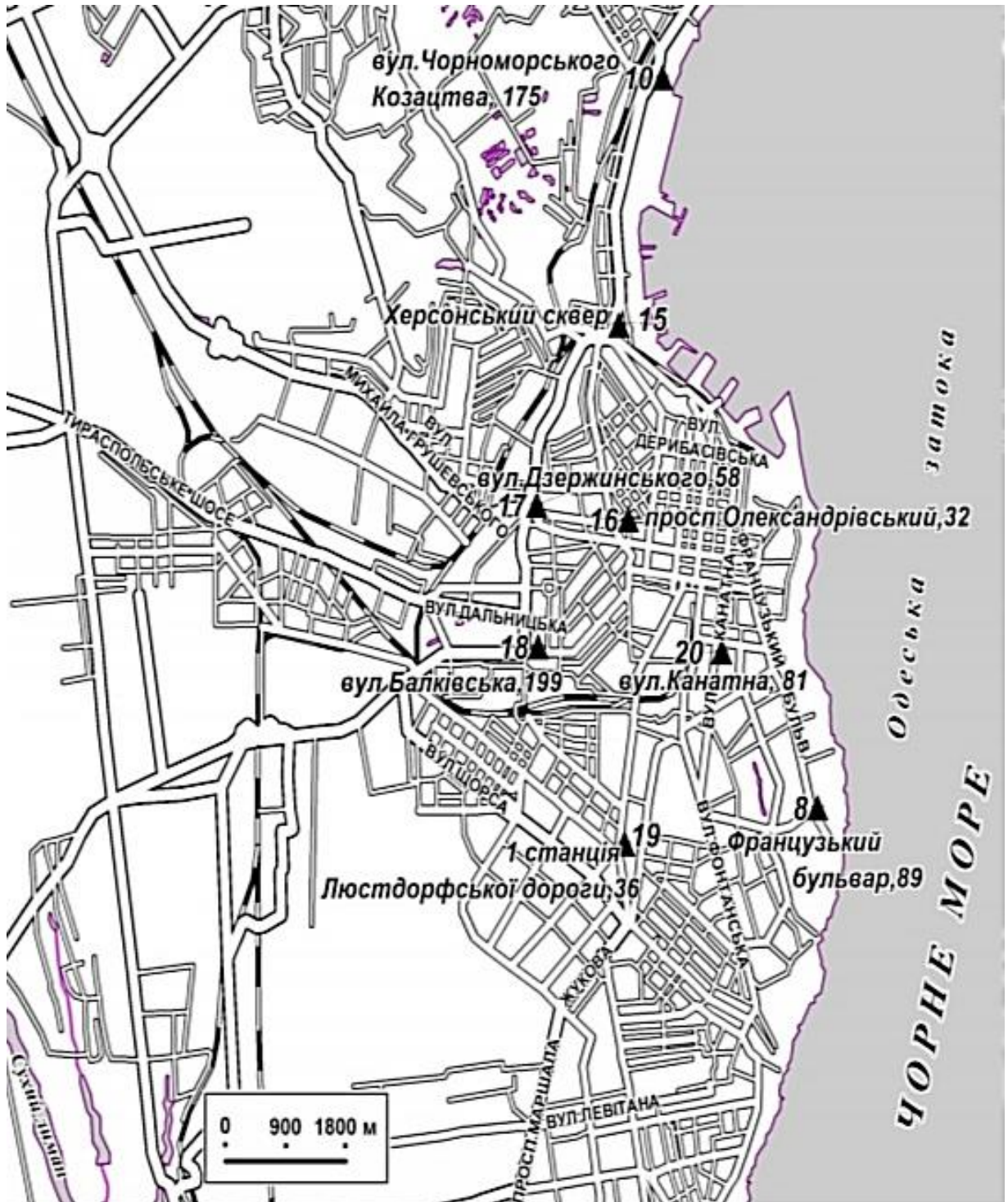


Рисунок 4.1 – Ситуаційна карта-схема розташування стаціонарних пунктів в Одесі

Мережа складається з восьми стаціонарних пунктів де проводяться спостереження відповідно до однієї з програм: 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 [22].

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

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

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

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

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

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

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

ПСЗ №20 (вул. Канатна, 81) розташовується поблизу залізничного вокзалу ”Одеса-Головна” та площі-скверу ”Куликове поле”. Це район, де немає промислових підприємств, але на цих вулицях спостерігається великий

рух автотранспорту, особливо під час пік. Пост розташований на деякій відстані (приблизно 30 м) від автодоріг.

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

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

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

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

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

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

Реалізація права людини на сприятливе для її здоров'я й добробуту навколишнє природне середовище є головною метою сталого розвитку

України, у зв'язку з цим виникає необхідність в організації і подальшому вдосконаленні моніторингу довкілля. Це дозволить підвищити ефективність заходів, що вживаються для запобігання, мінімізації та ліквідації небезпечних наслідків антропогенного навантаження. Основними недоліками існуючої системи моніторингу атмосферного повітря в Одесі та області на сьогодні є:

- відсутність узгодженості та уніфікованості інформаційних технологій, недостатнє забезпечення мереж засобами інформаційного обміну і, як наслідок, низька оперативність у наданні інформації користувачам;
- відсутність єдиної комплексної мережі спостережень регіонального рівня, до складу якої мають входити мережі суб'єктів моніторингу, мережа автоматизованих постів та центр збору та обробки інформації за результатами моніторингу;
- недостатній рівень технічного та методичного забезпечення функціонування мереж спостережень [22].

5 АНАЛІЗ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСИ ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ

Одеса – це один з потужних економічних регіональних центрів країни, її «морські ворота». Значне різноманіття природних і соціально-економічних умов міста, вигідне економіко-географічне розташування території, багаті рекреаційні ресурси сприяли розвитку багатопрофільного, достатньо складного промислово-господарського комплексу з транспортно-розподільчими функціями, розвиненими галузями соціальної сфери в поєднанні з наявною курортною інфраструктурою та потенційно перспективною індустрією туризму.

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

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

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

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

Починаючи з 2012 року в місті спостерігається поступове зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел. Проблему забруднення повітря визначають, головним чином, викиди автотранспорту, які складають понад 80% від загального обсягу викидів [23].

Для вивчення особливостей зміни рівнів забруднення повітряного басейну міста Одеса оксидом вуглецю, в якості вихідних даних були використані результати спостережень за його вмістом на мережі стаціонарних постів 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 «Керівництвом по контролю забруднення атмосфери» та [10] доцільно обмежити ряд даних спостережень, які використовують для проведення аналізу від трьох до п'яти років.

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

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

Дослідження особливостей забруднення атмосфери Одеси оксидом вуглецю з 2017 по 2019 рік проводився у чотири етапи.

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

На наступному етапі проведено розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій оксиду вуглецю на кожному з пунктів, де велися спостереження, та по місту в цілому, а також розглянули особливості взаємних змін рівнів забруднення на постах протягом року.

На третьому етапі роботи провели розрахунок ІЗА по місту в цілому та дослідили тенденції за трирічний період.

На останньому етапі були визначені середньорічні концентрації на стаціонарних постах, які використали для побудови поля та вивчення просторових особливостей розподілу оксиду вуглецю.

Нижче наведені результати роботи першого етапу, де був проведений аналіз надійності вихідної інформації за період 2017-2019 років. Для цього,

спочатку була проведена оцінка наявності спостережень протягом 2017 року (табл. 5.1).

Таблиця 5.1 – Відомості про пропуски даних спостережень за СО на стаціонарних постах (м. Одеса, 2017 рік)

ПСЗ	Місяці							
	5	6	7	8	9	10	11	12
10	Відсутні з 21 - 31	Відсутні з 1 - 15						
15	Відсутні з 21 -31	Відсутні з 1 - 15						
16			Відсутні з 18 - 31	Немає даних	Немає даних	Немає даних	Немає даних	Немає даних
17				Відсутні з 20 - 31	Немає даних	Немає даних		
18				Відсутні з 20 -31	Відсутні з 1 - 17			
19			Відсутні з 17 - 31	Немає даних	Немає даних	Немає даних	Немає даних	Немає даних

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

- тривалість відсутності вимірювань на ПСЗ №10, 15, 18 змінюється від 10 до 15 діб у двох місяцях 2017 року;
- на ПСЗ№ 17 не проводили спостереження 11 днів у серпні та наступні два місяці (вересень, жовтень)⁴

- загалом не вели спостереження з 17 липня та до кінця року на ПСЗ№16 та 19.

Розглянемо ситуацію, яка склалася протягом 2018 року (табл. 5.2).

Таблиця 5.2 - Відомості про пропуски даних спостережень за СО на стаціонарних постах міста Одеса (2018 рік)

ПСЗ	МІСЯЦЬ			
	5	6	8	9
10	Відсутні з 20 - 31	Відсутні з 1 - 15		
15	Відсутні з 20 - 31	Відсутні з 1 - 15		
17			Відсутні з 12 - 31	Відсутні з 1 - 7
18			Відсутні з 12 - 31	Відсутні з 1 - 7

У 2018 році скоротилися кількість стаціонарних постів, де велися спостереження за вмістом СО з шести до чотирьох, з відбором проб два рази на добу (7 та 19 годин).

Загалом кількість та тривалість періодів, коли були виявлені пропуски даних, зменшилась в порівнянні з 2017 роком. Виміри епізодично не проводили у двох місяцях з травня по вересень 2018 року з інтервалом від 6 до 19 діб.

Усі виявлені пропуски спостережень у 2019 році наведені у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Відомості про пропуски даних спостережень за СО на стаціонарних постах (м. Одеса, 2019 рік)

ПСЗ	Місяці					
	5	6	7	8	9	11
10				Відсутні 11 - 31	Відсутні з 1 - 5	
15				Відсутні з 11- 31	Відсутні з 1 - 5	
17	Відсутні з 19 - 31	Немає даних	Відсутні з 1 - 8			Відсутні з 3 - 17
18	Відсутні з 19 - 31	Немає даних	Відсутні з 14 - 31	Відсутні з 1 по 7		

Відбір проб СО проводили також на чотирьох постах по скороченій програмі. Відсутність спостережень виявили у шести місяцях з травня по листопад 2019 року. На ПСЗ№10, 15 пропуски були тільки у двох місяцях тривалістю від 4 до 10 діб, а найбільша кількість та тривалість зареєстрована на ПСЗ№17, 18 – від 4 до 12 діб у трьох місяцях та повною відсутністю даних протягом одного місяця.

Для розрахунку середньомісячних концентрацій на стаціонарних постах та по місту в цілому необхідно визначити кількість спостережень. Результати для кожного року представлені в табл. 5.4 – 5.6.

У 2017 році (табл. 5.4) довжина рядів на пунктах спостережень змінювалася у 2,2 рази від 24 до 52 значень. З урахуванням того, що надійність розрахованих характеристик залежить від об'єму вибірки, встановили:

- менш забезпеченими є ПСЗ№16 та 19;
- з серпня по жовтень загальна кількість спостережень була менше 200 значень.

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

Загальна кількість вимірних разових концентрацій у 2017 році – 2788.

Таблиця 5.4 – Кількість спостережень за оксидом вуглецю в атмосферному повітрі м. Одеса (2017 рік)

Місяць	Номер стаціонарного посту						По місту
	10	15	16	17	18	19	
січень	48	48	48	48	48	48	288
лютий	48	48	48	48	48	48	288
березень	52	52	52	52	52	52	312
квітень	48	48	48	48	48	48	288
травень	30	30	48	48	48	48	252
червень	24	24	48	48	48	48	240
липень	52	52	27	52	52	27	262
серпень	52	52	-	34	34	-	172
вересень	52	52	-	-	24	-	128
жовтень	50	50	-	-	50	-	150
листопад	52	52	-	52	52	-	208
грудень	50	50	-	50	50	-	200
Рік	558	558	319	480	554	319	2788

Далі проведемо оцінку повноти вихідної інформації у 2018 році з використанням даних табл. 5.5. Динаміка вибори на стаціонарних постах змінювалася в 2.6 рази від 20 до 52 значень. Основна причина такого розбросу – це відсутність спостережень в установлені скороченою програмою строки. Загальна кількість вимірювань на ПСЗ склала 2248, тобто зменшилась по

відношенню до 2017 року за рахунок того, що спостереження проводили на чотирьох, а не на шести пунктах.

Таблиця 5.5 – Кількість спостережень за вмістом СО в атмосферному повітрі міста Одеса (2018 рік)

Місяць	Номер стаціонарного посту				По місту
	10	15	17	18	
січень	50	50	50	50	200
лютий	48	48	48	48	192
березень	52	52	52	52	208
квітень	48	48	48	48	192
травень	30	30	48	48	156
червень	26	26	50	50	152
липень	52	52	52	52	208
серпень	52	52	20	20	144
вересень	50	50	40	40	180
жовтень	52	52	52	52	208
листопад	52	52	52	52	208
грудень	50	50	50	50	200
Рік	562	562	562	562	2248

Проведений аналогічний аналіз таблиці 5.6 дозволив констатувати, що кількість спостережень на стаціонарних постах змінювалася у 2,9 рази від 18 до 52 і основна причина – це пропуски спостережень у встановлені строки. Загальна кількість також зменшилась та склала 2140 значень за 2019 рік.

Таблиця 5.6 – Кількість спостережень за вмістом СО в атмосферному повітрі міста Одеса (2019 рік)

Місяць	Номер стаціонарного посту				По місту
	10	15	17	18	
січень	50	50	50	50	200
лютий	48	48	48	48	192
березень	50	50	50	50	200
квітень	50	50	50	50	200
травень	50	50	28	28	156
червень	46	46	-	-	92
липень	54	54	40	24	172
серпень	18	18	52	40	128
вересень	42	42	50	50	184
жовтень	52	52	52	52	208
листопад	52	52	52	52	208
грудень	50	50	50	50	200
Рік	562	562	522	494	2140

По результатам першого етапу роботи, де був проведений аналіз повноти та надійності інформації з урахуванням длин рядів разових концентрацій СО за 2017 - 2019 роки, можливо зробити загальні висновки:

- виявлена значна кількість пропусків спостережень практично на всіх постах з травня по грудень;
- скоротилася кількість пунктів спостережень за оксидом вуглецю з шести у 2017 році до чотирьох у 2018 та 2019 роках.

Всі ці фактори не сприяють отриманню якісної інформації по стан атмосферного повітря у місті Одеса.

На наступному етапі роботи був проведений розрахунок та аналіз середньомісячних концентрацій оксиду вуглецю для кожного пункту

спостережень та по місту в цілому з використанням формули (2.2). Результати розрахунку за трирічний період з 2017 по 2019 рік наведені у табл. 5.7 -5.9.

В результаті аналізу таблиці 5.7 зробили наступні висновки:

- в районі розташування ПСЗ№ 10, 16, 19 атмосфера була чистою протягом всього 2017 року;
- повітря більшу частину року було чистим в районі ПСЗ№15, за виключенням періоду з липня по листопад 2017 року (5 місяців);
- атмосфера була забруднена в місті розташування ПСЗ№ 17 та 18 з перевищенням ГДКсд від 1.1 до 2.5 разів;
- найбільша ступінь забруднення атмосфери зафіксована в березні на ПСЗ№18 зі значенням середньомісячної концентрації 7,44 мг/м³ (2.5ГДКсд).

Таблиця 5.7 – Середньомісячні концентрації СО в атмосферному повітрі (м. Одеса, 2017 рік)

Місяць	ПСЗ						По місту
	10	15	16	17	18	19	
січень	1,54	2,58	2,00	4,96	5,25	2,10	3,072
лютий	1,46	2,42	2,38	6,00	5,69	2,35	3,383
березень	1,25	2,67	2,54	5,85	7,44	2,52	3,712
квітень	1,23	2,25	2,48	5,94	6,06	2,50	3,410
травень	1,37	2,37	2,54	5,92	6,00	2,52	3,453
червень	1,88	2,58	2,73	6,08	6,10	2,63	3,667
липень	1,90	3,12	2,78	5,81	5,77	2,63	3,668
серпень	1,71	3,02	-	5,56	5,65	-	3,985
вересень	1,60	3,44	-	-	5,83	-	3,623
жовтень	1,18	3,26	-	-	3,44	-	2,627
листопад	1,10	3,06	-	4,44	3,56	-	3,040
грудень	1,02	2,36	-	3,66	3,40	-	2,610

З використанням значень табл. 5.7 отримали графік часового ходу середньомісячних концентрацій (рис. 5.1) для проведення аналізу тенденцій зміни вмісту СО як протягом 2017 року, так і між різними частинами міста Одеса, де проводилися спостереження.

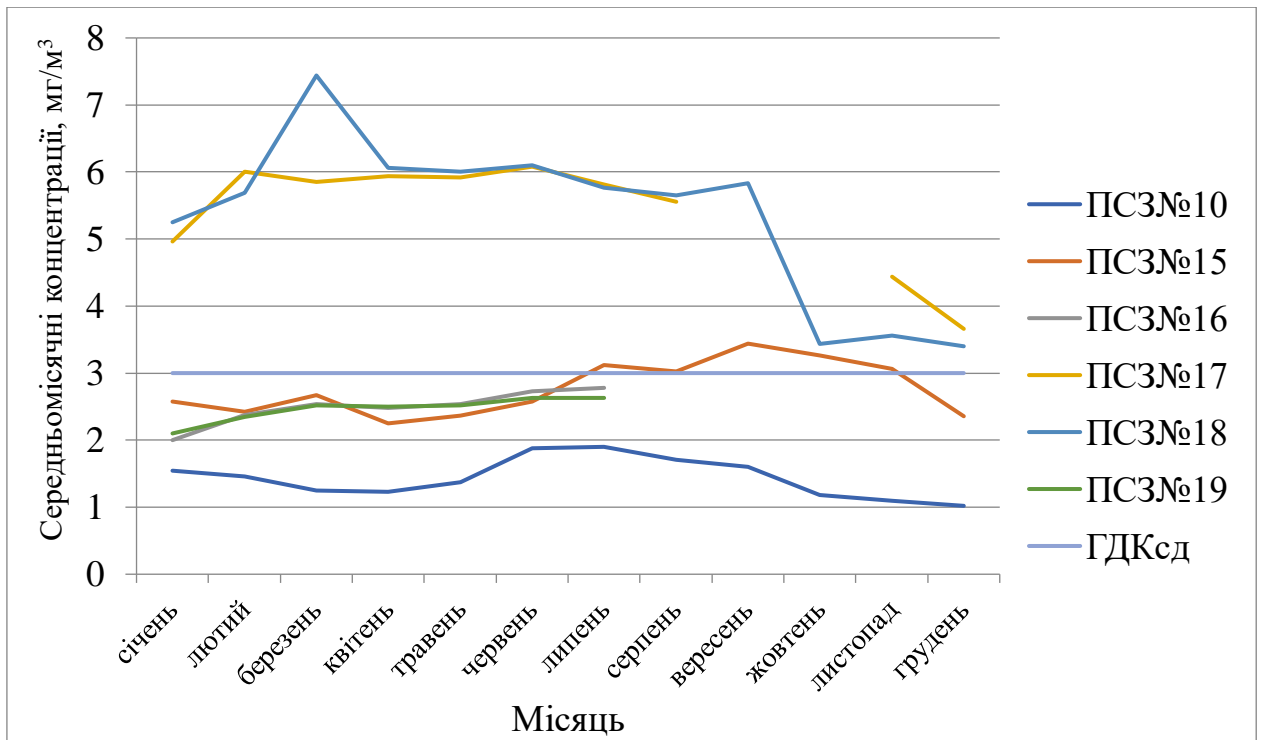


Рисунок 5.1 – Часовий хід середньомісячних концентрацій СО (м. Одеса, 2017 рік)

В результаті аналізу графіка (рис. 5.1) виявили, що тенденції зміни вмісту оксиду вуглецю загалом не співпадають між пунктами спостережень протягом року. Можна відмітити синхронний хід кривих на ПКЗ№ 19 та 16. В той частині міста, де атмосферу можна вважати чистою (ПКЗ№10,15, 16,19) , середньомісячні концентрації значно не змінюються. Більш значна амплітуда коливань середньомісячних концентрацій спостерігається на ПКЗ№18 та 19, де атмосфера забруднена. Причому більша ступінь забруднення спостерігається на ПКЗ№18 чим на 17, та загалом на цих пунктах рівень забруднення повітря зменшується від початку до кінця 2017 року.

Розглянемо ситуацію, яка склалася у 2018 році. Для цього використали отримані за допомогою формули (2.2) значення таблиці 5.8.

Таблиця 5.8 – Середньомісячні концентрації СО в атмосферному повітрі (м. Одеса, 2018 рік)

Місяць	ПСЗ				По місту
	10	15	17	18	
Січень	1,23	2,58	5,39	5,40	3,65
Лютий	1,25	2,67	5,69	5,95	3,89
Березень	1,32	2,84	7,09	7,06	4,58
Квітень	1,53	3,08	6,30	6,61	4,38
Травень	1,43	3,30	6,80	7,04	4,64
Червень	1,54	3,59	7,81	8,28	5,31
Липень	1,64	3,88	5,80	6,61	4,48
Серпень	1,59	3,99	7,28	7,46	5,08
Вересень	1,61	3,91	6,38	6,69	4,64
Жовтень	1,67	3,82	6,30	6,45	4,56
Листопад	1,74	3,50	6,32	6,54	4,52
Грудень	1,59	3,44	6,60	6,81	4,61

Виходячи з отриманих результатів видно, що по відношенню до ГДКсд (ГДКсд = 3 мг/м³), атмосфера чиста на ПСЗ№ 10 і на ПСЗ№ 15 з січня по березень включно, на всіх інших постах атмосфера була забруднена. Максимальна середньомісячна концентрація СО спостерігалася на ПСЗ№18 в червні (8,28 мг/м³). Мінімум був на ПСЗ № 10 у січні (1,23 мг/м³).

Рівень забруднення атмосфери в районі розташування трьох стаціонарних постів (ПСЗ№15,17,18) змінюється упродовж усього року в діапазоні від 1,03 до 2,8 ГДК.

Для виявлення тенденції зміни вмісту СО протягом 2018 року в різних районах Одеси побудували часовий хід середньомісячних концентрацій з використанням даних табл. 5.8, які представлені на рисунку 5.2.

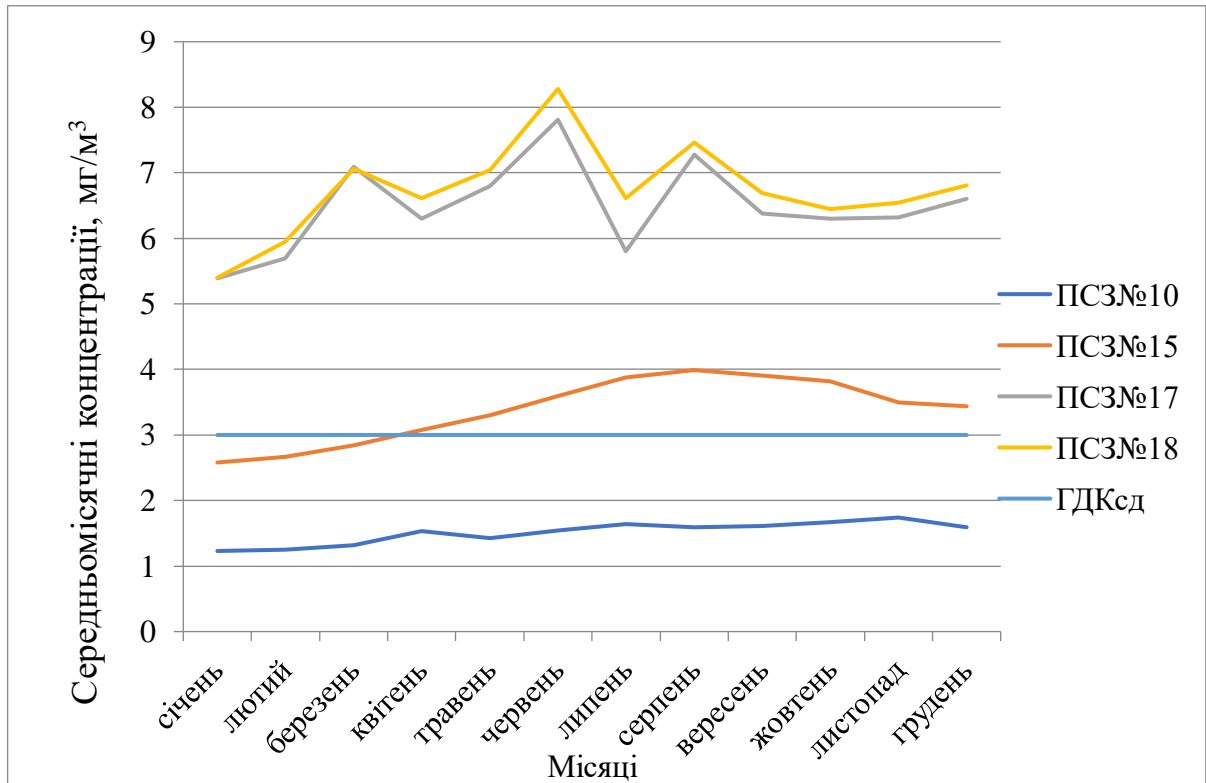


Рисунок 5.2 - Часовий хід середньомісячних концентрацій СО на стаціонарних постах м. Одеса (2018 рік)

Проаналізувавши графік на рисунку 5.2, можна поділити пункти спостережень на дві групи по однонаправленості тенденцій зміни вмісту СО. До першої віднесемо ПСЗ№ 10 та №15, а до другої –ПСЗ№17 та №18. Для обох груп постів загальною тенденцією є невелике збільшення вмісту СО від початку до кінця 2018 року, але для першої групи – це поступове зростання, а для другої – з більш значними коливаннями. Максимальна середньомісячна концентрація СО спостерігалася на ПСЗ№18 в червні зі значенням 8,28 мг/м³ (2.76 ГДКсд).

Проведемо аналіз ситуації, яка склалася у 2019 році. Результати розрахунків середньомісячних концентрацій по формулі (2.2) наведені в табл. 5.9

Таблиця 5.9 – Середньомісячні концентрації СО в атмосферному повітрі (м. Одеса, 2019 рік)

Місяць	ПСЗ				По місту
	10	15	17	18	
січень	1,588	3,496	6,618	6,912	4,654
лютий	1,706	3,427	6,377	6,528	4,510
березень	1,808	3,466	6,656	6,750	4,670
квітень	1,844	3,700	6,572	6,850	4,742
травень	2,348	3,592	6,154	6,171	4,566
червень	1,741	3,780	-	-	2,761
липень	1,898	3,843	5,980	6,338	4,515
серпень	1,944	3,594	6,079	6,083	4,425
вересень	1,917	3,812	5,644	5,676	4,262
жовтень	1,802	4,008	5,321	5,346	4,119
листопад	2,117	4,148	5,444	5,458	4,292
грудень	2,132	3,952	5,434	5,344	4,216

З урахуванням значення ГДКсд (3 мг/м^3), територію Одеси, де велися спостереження за СО, можливо поділити на дві групи. До першої віднесли район розташування ПСЗ№ 10, де атмосфера була чистою протягом 2019 року, а до другої – ПСЗ№ 15,17,18, де ступінь забруднення повітря змінювався приблизно в два рази від 1,1ГДКсд ($3,43 \text{ мг/м}^3$) до 2,3ГДКсд ($6,91 \text{ мг/м}^3$). Найбільше забруднення характерно для ПСЗ№17 та 18, а для ПСЗ№15 – перевищення нормативу змінювалось в досить вузькому діапазоні (1.1 – 1.4ГДКсд).

Аналіз тенденцій зміни рівнів забруднення у 2019 році проводили з на основі графіку часового ходу середньомісячних концентрацій (рис. 5.3), який побудували з використанням характеристик табл.5.9.

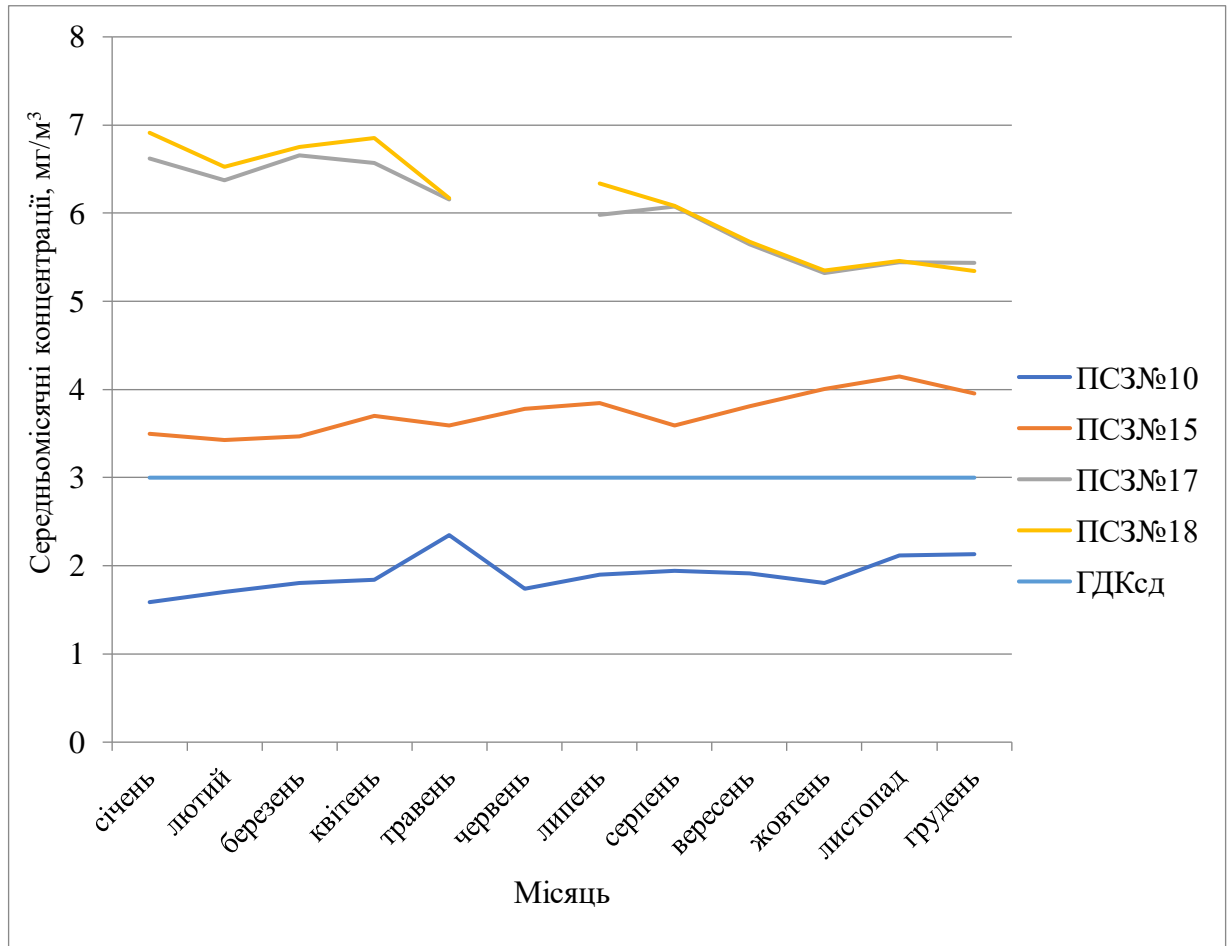


Рисунок 5.3 – Часовий хід середньомісячних концентрацій СО на стаціонарних постах (м. Одеса, 2019 рік)

Враховуючи загальну тенденцію, можливо відмітити, що для ПСЗ№10 та 15 – це поступове незначне збільшення вмісту оксиду вуглецю протягом 2019 року, а для ПСЗ№ 17 та 18 – навпаки, зменшення рівня забруднення, однакові тенденції і дуже близькі значення середньомісячних концентрацій.

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

З цією метою, на основі даних табл. 5.7 – 5.9 та з використанням формули (2.8) були отримані ІЗА для кожного місяця протягом 2017-2019 рр. (табл. 5.10).

Таблиця 5.10 – Значення ІЗА в м. Одеса (2017-2019 рр.) CO

Місяць	Рік		
	2017	2018	2019
січень	1,02	1,19	1,48
лютий	1,11	1,26	1,44
березень	1,21	1,46	1,49
квітень	1,12	1,41	1,51
травень	1,14	1,48	1,46
червень	1,20	1,67	0,93
липень	1,20	1,44	1,44
серпень	1,29	1,61	1,42
вересень	1,19	1,48	1,37
жовтень	0,89	1,46	1,33
листопад	1,01	1,45	1,38
грудень	0,88	1,47	1,36

Розраховані значення ІЗА в цілому для той частини міста Одеса, де велися спостереження, дають можливість розширити масштаб осереднення та оцінити загалом ситуацію. Порівнюючи ІЗА у 2017 році з наступними двома роками, виявили збільшення його значень, що є досить негативною тенденцією. Стосовно аналізу ситуації, яка склалася у 2019 році по відношенню до 2018 року, то тільки перші чотири місяці з січня по квітень зберіглася тенденція по збільшенню характеристик, а в подальшому спостерігається зменшення забруднення повітря.

Графічно представлені дані табл. 5.10 дозволили провести одночасний аналіз тенденцій зміни значень ІЗА за 2017 -2019 роки (рис.5.4).

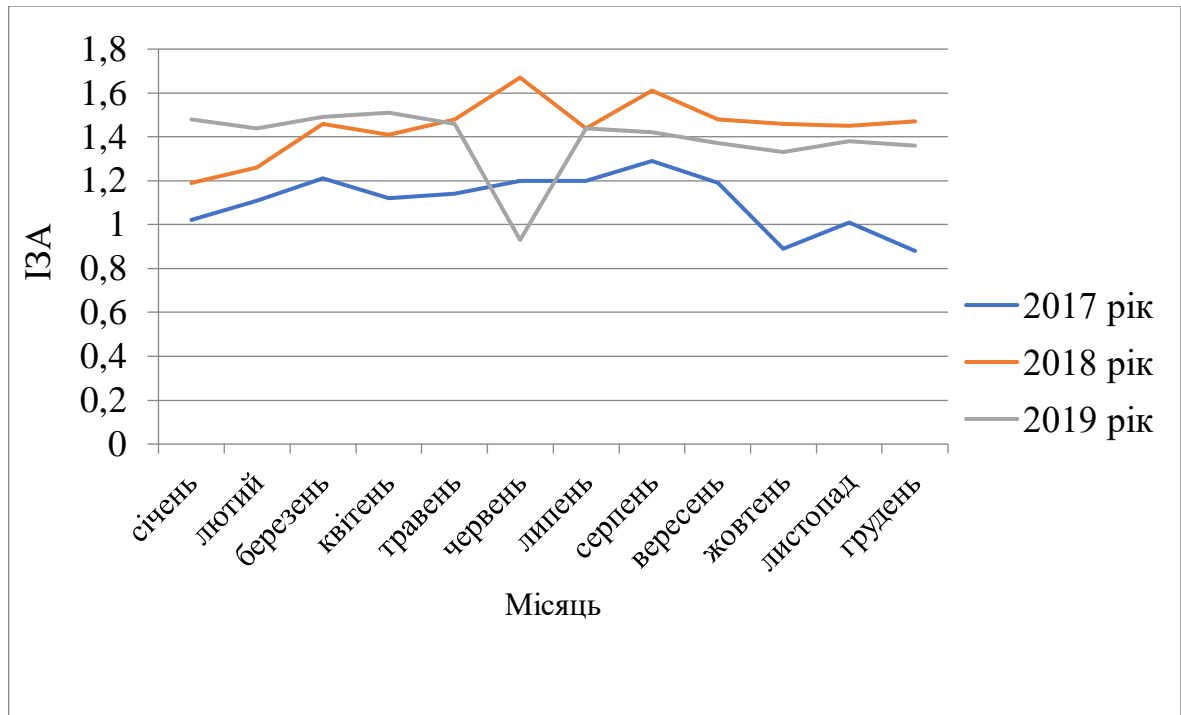


Рисунок 5.4 – Часовий хід ІЗА в м. Одеса (2017-2019 рр.) СО

Загалом тенденції зміни ІЗА по місяцям протягом кожного з трьох років (2017 – 2019 рр.) значно не відрізняються, виключення складає червень 2019 року, яке дуже вибивається з загальної картини. Але враховуючи, що це значення (0,93) отримали з використанням тільки двох пунктів спостережень (ПСЗ№10 та 15), які характеризують ту частину міста, де атмосфера була чиста чи з невеликим перевищенням ГДКсд, а на інших двох стаціонарних постах (ПСЗ№17 та 18) де зареєстровані найбільші рівні забруднення, взагалі цілий місяць не проводили спостереження, то вважати це значення ІЗА надійним не можна. Така ж ситуація спостерігається і для ІЗА за жовтень та грудень 2017 року.

Враховуючи вище наведене, а також те, що ІЗА перевищував одиницю, можливо стверджувати, що загалом атмосферне повітря Одеси в районі розташування чотирьох постів, забруднене протягом всього трирічного періоду з 2017 по 2019 рр.

На четвертому етапі роботи був проведений розрахунок середньорічних концентрацій за 2017 -2019 рр. на пунктах спостережень за забрудненням

атмосфери з використанням раніш розрахованих характеристик в таблицях 5.7 – 5.9 та формули (2.3). Результати представлені в табл. 5.11.

Таблиця 5.11 – Середньорічні концентрації СО на мережі пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в м. Одеса (2017-2019 рр.)

ПСЗ	Рік		
	2017	2018	2019
10	1,44	1,51	1,90
15	2,76	3,38	3,74
16	2,49	-	-
17	5,42	6,48	6,03
18	5,35	6,74	6,13
19	2,46	-	-

Отримані характеристики (табл. 5.11) були використані для побудови поля середньомісячних концентрацій оксиду вуглецю для кожного з трьох досліджуваних років окремо. Для цього на ситуаційну карту-схему розташування ПСЗ м. Одеса [9] нанесли їх місцеположення згідно з координатами, які наведені у табл. 5.12.

Таблиця 5.12 – Координати пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря у м. Одеса

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

Позначили ПСЗ згідно з вимогами [9] п.2.1 теоретичної частини. Над позначкою поста підписати номер ПСЗ, під ним середньорічні значення оксиду вуглецю, які приведені у табл.5.11. Методом лінійної інтерполяції провели ізолінії рівних значень середньорічних концентрацій CO.

На рис. 5.5 наведено поле середньорічних концентрацій оксиду вуглецю в м. Одеса для 2017 року.

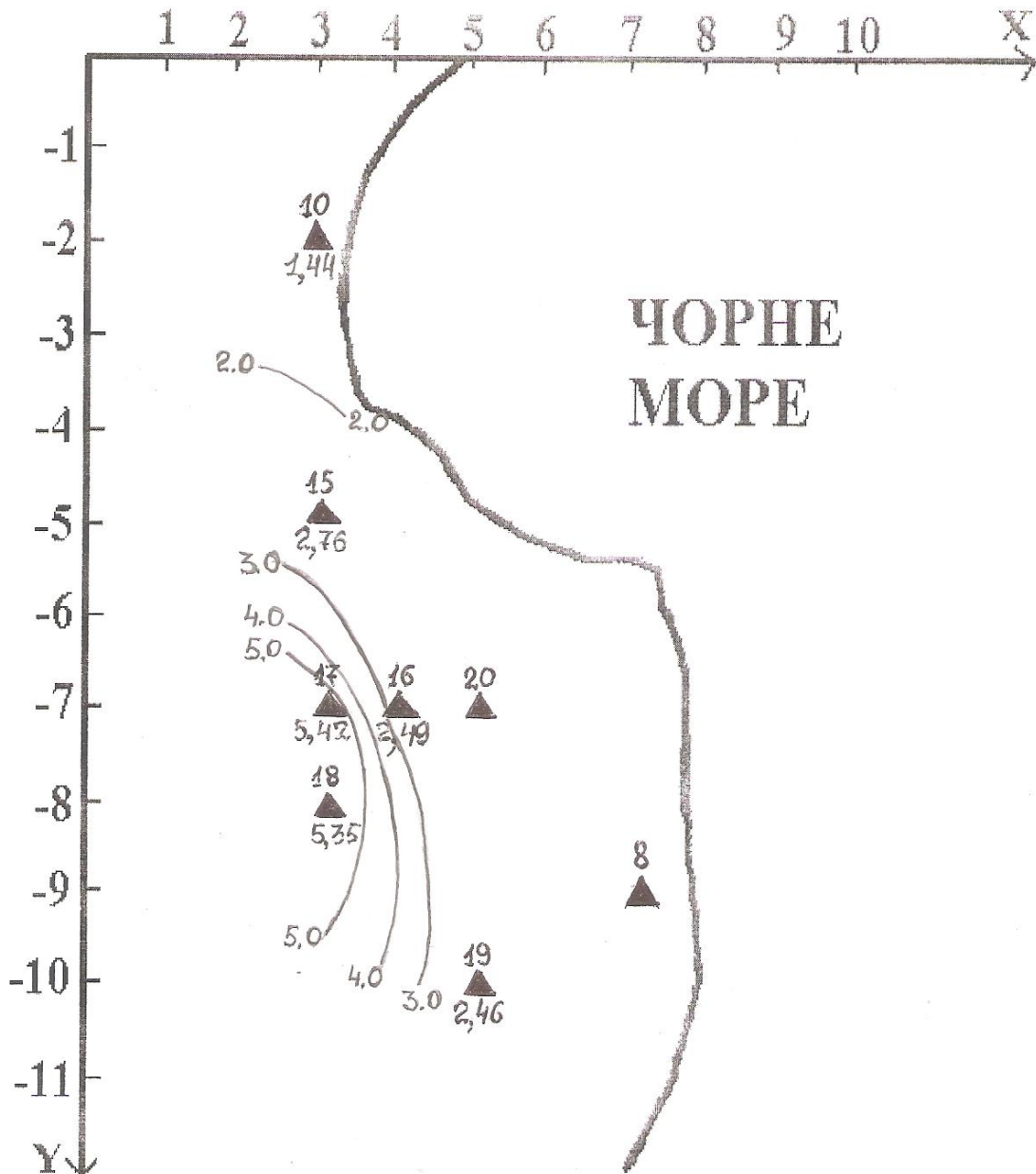


Рисунок 5.5 – Поле середньорічних концентрацій CO (Одеса, 2017 р.)

З урахуванням інтервалу змін річних концентрацій CO, було проведено чотири ізолінії зі значенням 2,3,4,5 мг/м³ (рис.5.5). Конфігурація ізоліній

загалом повторюють форму берегової лінії у той частині, де розташовані пункти спостережень. Ізолінія 3 мг/м^3 , яка дорівнює ГДКсд, поділяє територію міста Одеса на ту, де атмосфера була забруднена (ПСЗ№ 17,18) та іншу частину, де атмосферу можна вважати чистою (ПСЗ№ 10,15,16,19).

Загалом ступінь забруднення зменшується в напрямку з заходу на схід.

Розглянемо ситуацію, яка склалася у 2018 році (рис.5.6).

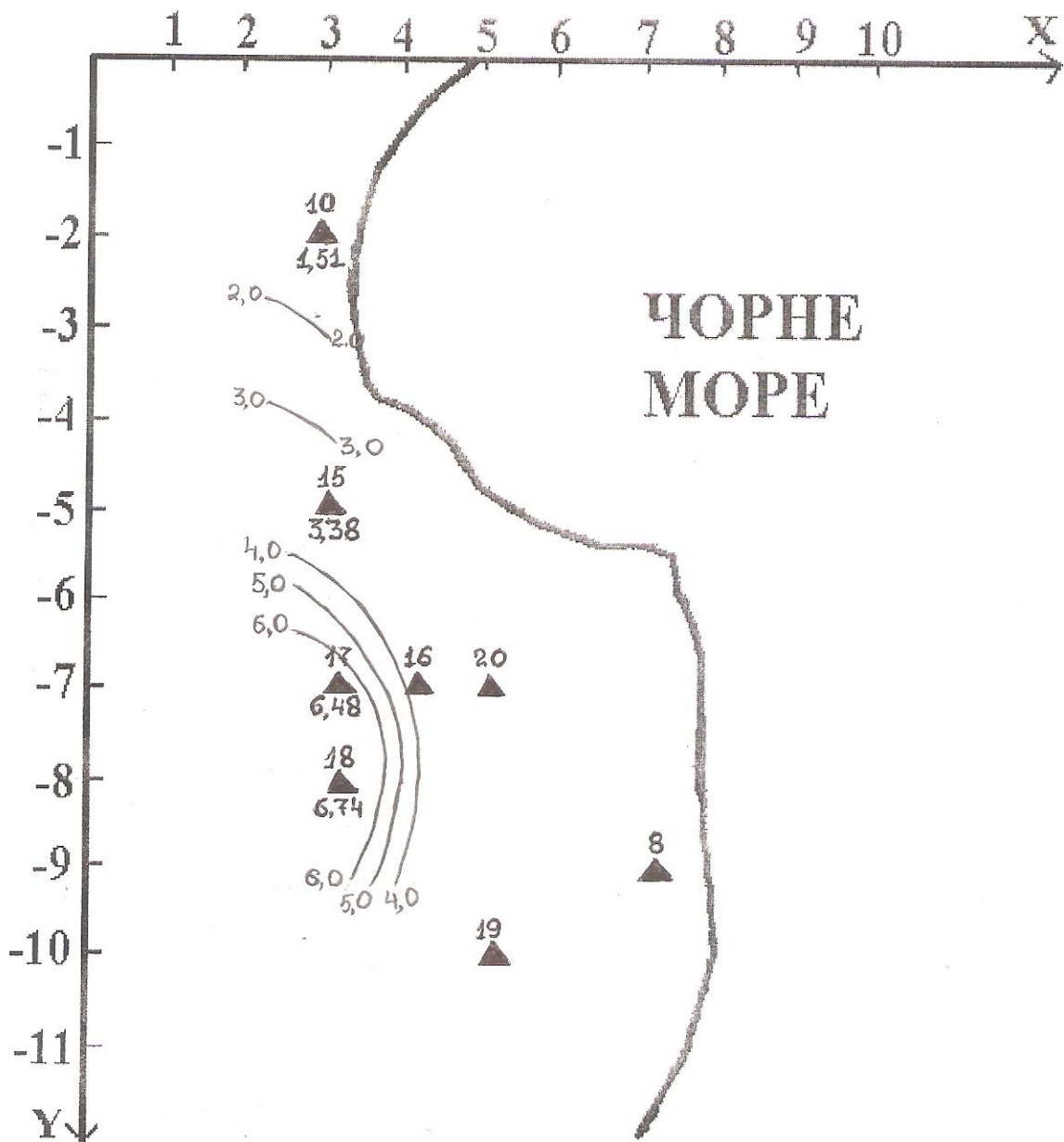


Рисунок 5.6 – Поле середньорічних концентрацій CO (Одеса, 2018 р.)

Поле середньорічних концентрацій СО (рис.5.6) представлено п'ятьма ізолініями зі значенням від 2 мг/м³ до 6 мг/м³, тобто інтенсивність поля збільшилась. Також збільшився район Одеси, де атмосфера була забруднена, тепер до нього відноситься ПСЗ№15,17,18. Ізолінії загалом мають форму, яка повторює берегову лінію у цій частині міста. Ступінь забруднення зменшується при наближенні до прибережної зони.

Отримане поле середньорічних концентрацій для 2019 року дозволило вивчити просторові особливості зміни рівнів забруднення СО (рис.5.7).

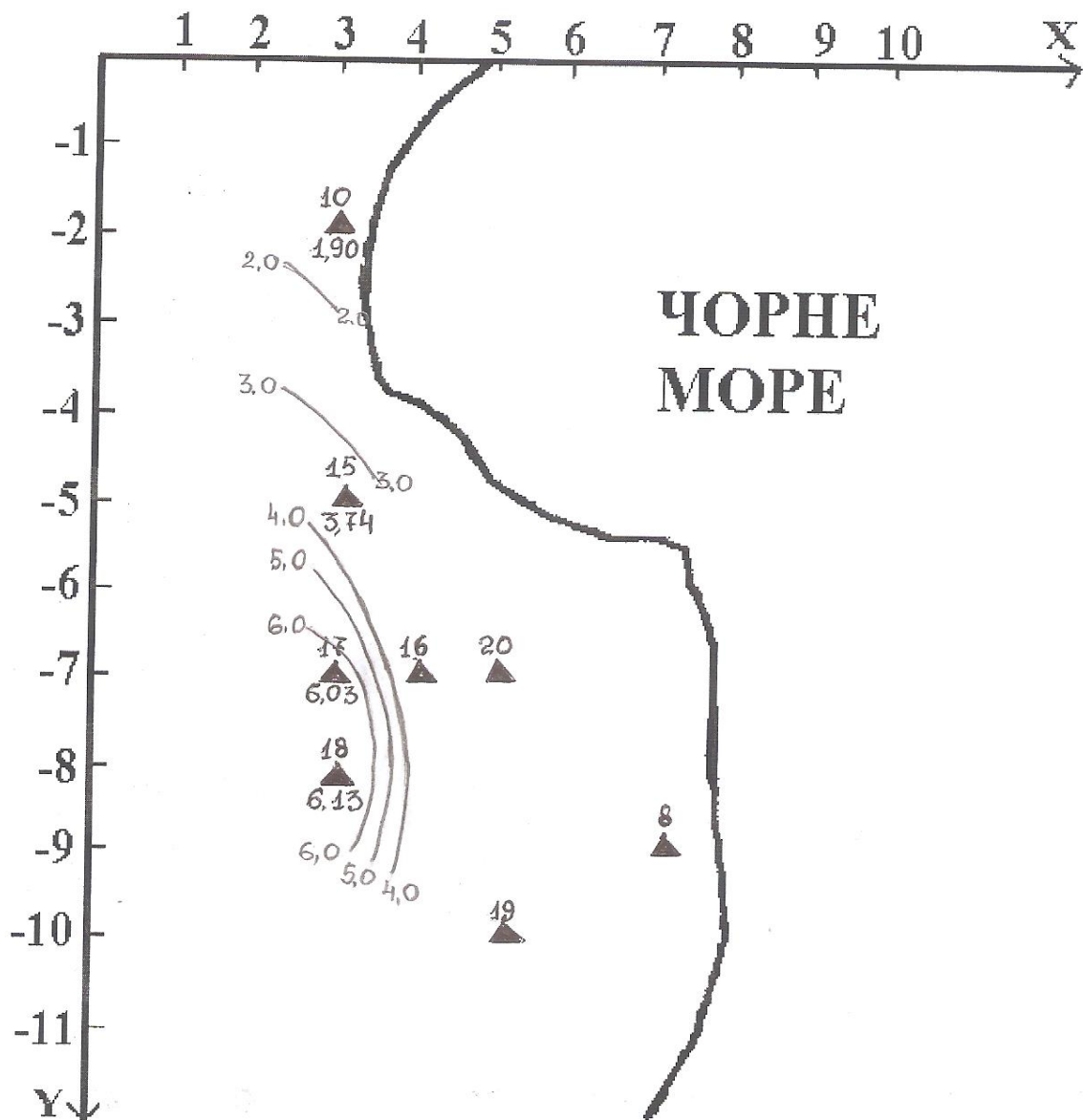


Рисунок 5.7 – Поле середньорічних концентрацій СО (Одеса, 2019 р.)

Конфігурацію поля середньорічних концентрацій оксиду вуглецю у 2019 році визначають також п'ять ізоліній зі значеннями 2 - 6 мг/м³. Ізолінія зі значенням 3 мг/м³ відокремлює ПСЗ№10, де атмосфера чиста, від території, де спостерігається забруднення атмосфери різної інтенсивності (ПСЗ№ 15,17,18). Найбільше перевищення нормативів якості повітря спостерігається в районі розташування ПСЗ№17 та 18. Розміри зони забруднення, конфігурація та інтенсивність поля по відношенню до 2018 року значно не змінилися. Простежується зменшення ступеня забруднення атмосферного повітря при просуванні с заходу на схід до берегової лінії.

В результаті спільного аналізу полів середньорічних концентрацій оксиду вуглецю за трирічний період (2017 -2019рр.) можна зробити наступні висновки:

- інтенсивність полів і розміри зони забруднення з 2017 року хоч незначно, але збільшилась;
- форма ізоліній практично не змінювалась, що може свідчити про однакові причини формування територіальних особливостей розподілу вмісту СО;
- рівні забруднення зменшуються при наближенні до берегової лінії в напрямку с заходу на схід, що може бути обумовлено впливом промислової зони, яка розташована на сході від ПСЗ№17 та 18.

ВИСНОВКИ

В рамках виконання кваліфікаційної роботи бакалавра був проведено аналіз якості атмосферного повітря міста Одеса з урахуванням вмісту оксиду вуглецю за 2017 – 2019рр.

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

З восьми стаціонарних постів, які функціонують в Одесі, спостереження за вмістом оксиду вуглецю проводилися тільки на шести у 2017 році (ПСЗ№10,15,16,17,18,19), а потім у 2018 та 2019 роках їх кількість скоротилася до чотирьох (ПСЗ№10,15,17,18). Спостереження проводилися по єдиній програмі – скороченій у 7 та 19 годин.

Дослідження часових та територіальних особливостей забруднення повітря оксидом вуглецю проводився за трирічний період (2017 -2019рр) у чотири етапи.

В результаті проведення на першому етапі аналізу надійності вихідної інформації встановлено:

- значна кількість пропусків спостережень на всіх постах виявлена з травня по грудень;
- період, коли не проводили необхідні спостереження, змінюється в досить великому діапазоні - від чотирьох днів до декількох місяців;
- кількість пунктів спостережень за забрудненням скоротилася з шести у 2017 році до чотирьох у 2018 та 2019 рр.

Всі ці фактори не тільки знижують надійність розрахованих характеристик, але і суттєво зменшують можливості проведення аналізу ситуації. Це, в свою чергу, не сприяє встановленню реальної картини по оцінці якості повітря м. Одеса.

На другому етапі роботи розраховали та проаналізували середньомісячні концентрації на постах та в цілому по місту Одеса. Спочатку оцінили ситуацію окремо для кожного року, потім провели сумісний аналіз. В результаті зроблені наступні загальні висновки з урахуванням району розташування постів спостережень за забрудненням повітря.

У 2017 році на ПСЗ№10,16,19 атмосферу можна вважати чистою в той період, коли велися спостереження за вмістом СО. Ця тенденція зберігалася і в подальшому на ПСЗ№10. Оцінити якість повітря в районі ПСЗ№16 та 19 немає можливості, бо спостереження на цих постах у 2018 та 2019 роках не проводилися.

На території розташування ПСЗ№15 виявили поступове погіршення ситуації. У 2017 році повітря більшу частину року було чистим (7 місяців) за виключенням періоду з липня по листопад (5 місяців). У 2018 році - було чисте тільки три місяця з січня по березень, а вже у 2019 році атмосфера була забруднена з перевищенням ГДКсд у 1,1 – 1,4 рази.

Що стосується ПСЗ№17 та 18, то суттєвих змін не виявлено. Всі три роки – це зона найбільшого забруднення з максимальним перевищенням ГДКсд у 2017 році в 2,5 рази, у 2018 році в 2,8 рази, та у 2019 році в 2,3 рази.

Загалом якість атмосферного повітря погіршилась у 2018 та 2019 роках по відношенню до 2017 року.

Далі побудували графік часового ходу середньомісячних концентрацій для проведення аналізу тенденцій зміни вмісту СО для кожного року. Проведений аналіз цих графіків дозволив виявити, що по однонаправленості тенденцій пункти спостережень можна поділити на дві групи. До першої віднесли ПСЗ№10 та 15, а до другої – ПСЗ№17 та 18. Причому у другій групі амплітуда коливань середньомісячних концентрацій більша ніж у першій. Також різні і загальні тенденції від початку до кінця року. Для першої групи це невелике збільшення рівня вмісту СО, а для другої – зменшення.

На третьому етапі роботи розраховали ІЗА по місту в цілому та провели порівняльний аналіз тенденцій за трирічний період. Можна відмітити, що

загалом тенденції зміни ІЗА по місяцям протягом кожного з трьох років (2017 -2019рр) значно не відрізняються, а загальний рівень забруднення має тенденцію до збільшення.

На четвертому етапі роботи був проведений розрахунок середньорічних концентрацій за 2017 -2019 рр. на пунктах спостережень за забрудненням атмосфери, які використали для побудови полів та вивчення просторових особливостей розподілу оксиду вуглецю. В результаті спільного аналізу полів за трирічний період (2017 -2019рр.) можна зробити наступні висновки:

- інтенсивність полів і розміри зони забруднення з 2017 року хоч незначно, але збільшилась;
- форма ізоліній практично не змінювалась, що може свідчити про однакові причини формування територіальних особливостей розподілу вмісту СО;
- рівні забруднення зменшуються при наближенні до берегової лінії в напрямку с заходу на схід.

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

- вдосконалення системи моніторингу (розширення мережі спостережень, модернізація пунктів з урахуванням європейських вимог);
- встановлення сучасних газоочисних установок на джерелах промислових викидів;
- озеленення міських та приміських територій стійкою до забруднення рослинністю та висадка зелених насаджень на території вздовж автомобільних шляхів;
- покращення стану та збільшення кількості громадського електротранспорту;
- вдосконалення планування всіх функціональних зон міста з урахуванням інфраструктури промисловості, транспорту та дорожнього руху, розробку рішень щодо раціонального

землекористування та забудови територій, збереження природних ландшафтів, озелененню і благоустрою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища. Навчальний посібник. Київ: КНТ, 2007. 172 с.
2. Постанова КМУ «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/391-98-%D0%BF#Text> (дата звернення: 1.05.2023).
3. Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення: 5.05.2023).
4. Порядок розміщення пунктів спостережень за забрудненням атмосферного повітря в зонах та агломераціях. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0635-21#Text> (дата звернення: 5.05.2023).
5. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#n16> (дата звернення: 6.05.2023).
6. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин у повітрі робочої зони. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0741-20#Text> (дата звернення: 6.05.2023).
7. Кольцов М., Шевченко Л. Моніторинг якості атмосферного повітря: український та міжнародний досвід. Аналітична записка. Київ : ГО «Фундація «Відкрите Суспільство», 2018. 13 с.
8. Чугай А. В. Моніторинг довкілля (стану природних середовищ): конспект лекцій. Одеса: ОДЕКУ, 2022. 156 с. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/id/eprint/10517/1/Chuhay_AV_Monitoring_KL_2022.pdf (дата звернення: 6.05.2023).

9. Чернякова О. І., Грабко Н. В., Наконечна З. В. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни «Моніторинг довкілля» для студентів III – IV курсів денної та заочної форм навчання за спеціальністю 101 «Екологія». Одеса : ОДЕКУ, 2019. 105 с. URL: http://eprints.library.odeku.edu.ua/6190/1/ChernyakovaOI_Monitor_MV_PR_2019.pdf (дата звернення: 10.05.2023).
10. Керівництво по контролю забруднення атмосфери та РД [211.0.8.107-05](#) «Методичні рекомендації з питань створення систем моніторингу довкілля регіонального рівня» / Варламов Є. М., Юрченко Л. Л., Катриченко Г. М., Єрмоленко Ю. В. К.: Мінприроди, 2005. 35 с.
11. Отруйні речовини: оксид вуглецю та синильна кислота. URL: <https://osvita.ua/vnz/reports/dpju/24298/> (дата звернення: 13.05.2023).
12. Окис вуглецю (чадний газ). Медицина Практична. URL: <https://empendium.com/ua/chapter/B27.II.20.10>. (дата звернення : 13.05.2023).
13. Чадний газ: вплив на організм людини URL: <https://sambircity.gov.ua/2021/11/23/chadnij-gaz-vpliv-na-organizm-lyudini/> (дата звернення : 13.05.2023).
14. Попередня оцінка якості атмосферного повітря в зоні «Чернігівська» URL: <http://ecoconference.kpi.ua/article/view/233160> (дата звернення : 13.05.2023).
15. Регіональна доповідь про стан Житомирської області у 2014 році URL: <https://eprdep.zht.gov.ua/ND2014-2.htm> (дата звернення : 13.05.2023).
16. Що таке чадний газ і як він діє на організм людини. URL: <https://www.the-village.com.ua/village/knowledge/edu-news/333283-chomu-chadnyy-gaz-nebezpechniy-ta-yak-uniknuti-otruennya> (дата звернення : 14.05.2023).

- 17.Що таке чадний газ і чим він небезпечний. URL:
<https://artemrada.gov.ua/articles/31106> (дата звернення: 14.05.2023).
- 18.Програма «Чисте повітря Одеси» 2015 – 2020. URL:
<https://omr.gov.ua/ua/projects/923/?print> (дата звернення: 14.05.2023).
19. «Стратегія розвитку Одеської області на період 2021-2027 роки» URL:
<https://oda.od.gov.ua/wp-content/uploads/2020/06/5e07257157f31.pdf>
(дата звернення: 15.05.2023).
- 20.Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2017 році. URL: <https://ecology.od.gov.ua/zvity/>(дата звернення:15.05.2023).
- 21.Український гідрометеорологічний центр офіційний сайт.
URL: <https://meteo.gov.ua/> (дата звернення 15.05.2023).
- 22.Забруднення атмосфери викидами від промислових підприємств та автотранспорту. Колегія Одеської ОДА (6.10.2021р.) URL:
<https://odrda.od.gov.ua/2021/10/06/zabrudnennya-atmosfery-vykydamy-vid-promyslovyh-pidpryyemstv-ta-avtotransportu-obgovoryly-na-kolegiyi-odeskoji-oda/>(дата звернення 16.05.2023).
- 23.Міська цільова програма охорони і поліпшення стану навколишнього природного середовища м. Одеси на 2017-2021 роки
URL: <https://ips.ligazakon.net/document/OD170050>
(дата звернення17.05.2023).