

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Аналіз забруднення повітряного басейну специфічними домішками
міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я

Виконав студент 2 курсу групи МЕТ-68
спеціальності 8.04010601 «Екологія та
охорона навколишнього середовища»
Патраман Христина Сергіївна

Керівник к.геогр.н., доц.
Чугай Ангеліна Володимирівна

Рецензент д.геогр.н., проф.
Берлінський Микола Анатолійович

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки
Кафедра екології та охорони довкілля
Рівень вищої освіти магістр
Спеціальність 8.04010601 «Екологія та охорона навколишнього середовища»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Т.А. Сафранов

“ 10 ” жовтня 2016 року

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Патраман Христині Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Аналіз забруднення повітряного басейну специфічними домішками міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я
керівник роботи Чугай Ангеліна Володимирівна, к.геогр.н., доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 14 ” вересня
2016 року № 270-С

2. Строк подання студентом роботи 31 січня 2017 року

3. Вихідні дані до роботи дані літературних джерел інформації, а також моніторингових спостережень щодо вмісту в атмосферному повітрі специфічних забруднюючих речовин (формальдегід, фенол, фтористий водень) за багаторічний період

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1) Характеристика впливу антропогенної діяльності на район дослідження

2) Специфічні забруднюючі речовини та їх властивості

3) Основні методики досліджень

4) Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я специфічними домішками

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
- 1) Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря Одеської області (1 рис.).
 - 2) Обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Одеської області за видами економічної діяльності у 2015 р. (1 рис.).
 - 3) Динаміка викидів основних підприємств-забруднювачів атмосферного повітря Одеської області у 2014 – 2015 рр. (1 рис.).
 - 4) Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря Миколаївської області (1 рис.).
 - 5) Обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Миколаївської області за видами економічної діяльності у 2015 р. (1 рис.).
 - 6) Динаміка викидів основних підприємств-забруднювачів атмосферного повітря Миколаївської області у 2014 – 2015 рр. (1 рис.).
 - 7) Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря Херсонської області (1 рис.).
 - 8) Структура викидів ЗР від стаціонарних джерел в Херсонській області у 2014 р. (1 рис.).
 - 9) Обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Херсонської області за видами економічної діяльності у 2014 р. (1 рис.).
 - 10) Обсяги викидів основних підприємств-забруднювачів атмосферного повітря Херсонської області у 2015 р. (1 рис.).
 - 11) Карта-схема території Північно-Західного Причорномор'я (1 рис.).
 - 12) Значення ІЗА в найбільш забруднених містах України (1 рис.).
 - 13) Динаміка зміни ПЗ атмосферного повітря специфічними ЗР (7 рис.).
 - 14) Значення ПЗ атмосферного повітря формальдегідом міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я (3 рис.).
 - 15) Динаміка зміни ІЗА міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я в 2003 – 2015 рр. (3 рис.).
 - 16) Динаміка зміни КІЗА міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я (1 рис.).
 - 17) Середньомісячні концентрації СО та НСНО у м. Одеса у 2003 – 2013 рр. (11 рис.).
 - 18) Середньомісячні концентрації СО та НСНО у м. Миколаїв у 2013 – 2016 рр. (4 рис.).
 - 19) Середньорічні концентрації СО та НСНО у м. Херсон у 2005 – 2016 рр. (1 рис.).

6. Дата видачі завдання _____ 10 жовтня 2016 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1.	Загальна характеристика впливу антропогенної діяльності на повітряний басейн міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я	10.10.16-15.11.16	95	5 (відмінно)
2.	Стисла характеристика специфічних забруднюючих речовин, джерел їх надходження та вплив на навколишнє середовище	16.11.16-04.12.16	95	5 (відмінно)
	Рубіжна атестація	05.12.16-10.12.16	95	5 (відмінно)
3.	Загальний опис методик та методів дослідження	11.12.16-25.12.16	100	5 (відмінно)
4.	Аналіз забруднення атмосферного басейну міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я специфічними домішками	26.12.16-20.01.17	100	5 (відмінно)
5.	Оформлення роботи, підготовка доповіді та демонстраційного матеріалу до захисту	21.01.17-31.01.17	100	5 (відмінно)
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)		98,8	5 (відмінно)

Студент

_____ (підпис)

Патраман Х.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Чугай А.В.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Патраман Х.С. Аналіз забруднення повітряного басейну специфічними домішками міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Склад атмосферного повітря у великих промислових центрах залежить від виду виробництва. Проте перше місце по забрудненню повітря в більшості міст міцно утримується автомобільним транспортом – до 80 % речовин, що викидаються. Тому оцінка забруднення повітряного басейну великих промислових міст є необхідною і актуальною задачею.

Метою магістерської роботи є оцінка і аналіз забруднення повітряного басейну міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я специфічними забруднюючими речовинами, внеску цих речовин в загальний рівень забруднення повітряного басейну.

Об'єктом дослідження є міста прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я, предметом дослідження – рівень забруднення повітряного басейну міст за вмістом специфічних забруднюючих речовин.

Для аналізу в роботі використані методики оцінки якості атмосферного повітря за індексом забруднення атмосфери та показником забруднення, метод кореляційного аналізу.

Отримано, що найбільший рівень забруднення відзначається в усіх містах за вмістом формальдегіду. Найбільший рівень забруднення за усіма домішками відзначається у м. Одеса. Специфічні домішки дають значний внесок в загальний рівень забруднення повітряного басейну. Визначено, що вміст формальдегіду в атмосферному повітрі суттєво залежить від концентрацій оксиду вуглецю.

Робота складається зі вступу, 4 основних розділів, висновку, переліку посилань та 2 додатків. Обсяг роботи з урахуванням додатків складає 77 с., в т.ч. 42 рис., 10 табл. та 36 літературних джерел.

Ключові слова: прибережна зона, Північно-Західне Причорномор'я, специфічні забруднюючі речовини, повітряний басейн.

SUMMARY

Patraman K. Analysis of air pollution of North-western Black Sea coastal cities by specific impurities.

Ambient air composition in the large industrial centers depends on its manufacture types. However, the first place of air pollution in most cities is held by automobile transport - up to 80% of the total amount of emitted substances. In other words, evaluation of air pollution of large industrial cities is a necessary and urgent task.

The purpose of the master's work is the evaluation and analysis of air pollution of north-western Black Sea coastal cities by specific pollutants, the contribution of these substances in the general level of air pollution.

The object of research are cities of the coastal zone of the North-Western Black Sea Region, the subject of study - the level of air pollution of coastal cities in the North-western Black Sea zone containing specific pollutants.

For analysis in the study is used the estimation of atmospheric air quality methodology by atmospheric pollution index and air pollution potential, as well as correlation analysis method.

Deduced that the highest level of pollution in all the cities is held by the formaldehyde content. The highest level of pollution by all impurities is detected in Odessa. Particular impurities make a huge contribution in general level of air pollution. Definitely that formaldehyde content in atmospheric air strongly depends on carbon monoxide concentration.

The research consists of an introduction, 4 main chapters, conclusion, list of references and 2 applications. The volume of research including the applications consists of 77 pages, including 42 illustrations, 10 charts and 36 literary sources.

Key words: coastal zone, North-western Black Sea coastal zone, specific air pollutant, atmospheric air.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
1 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН РЕГІОНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я	11
1.1 Стан атмосферного повітря в Одеській області	11
1.2 Стан атмосферного повітря в Миколаївській області	15
1.3 Стан атмосферного повітря в Херсонській області	17
2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СПЕЦИФІЧНИХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН	22
3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	27
3.1 Методика розрахунку показника гранично допустимого забруднення	27
3.2 Методика розрахунку індексу забруднення атмосфери	30
3.3 Кореляційний аналіз	32
4 АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я СПЕЦИФІЧНИМИ ДОМІШКАМИ	36
4.1 Оцінка рівня забруднення на основі показника <i>ГДЗ</i>	36
4.2 Оцінка рівня забруднення на основі розрахунку <i>ІЗА</i>	47
4.3 Дослідження впливу вмісту оксиду вуглецю на вміст формальдегіду в атмосферному повітрі	51
ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	65
СПИСОК ПУБЛІКАЦІЙ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	69
ДОДАТКИ	71

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ГДЗ – гранично допустиме забруднення

ГДК – гранично допустима концентрація

ЗР – забруднююча речовина

ІЗА – індекс забруднення атмосфери

КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери

Ккд – коефіцієнт комбінованої дії

ЛВУМГ – лінійне управління магістральних газопроводів

НПЗ – нафтопереробний завод

ОБРВ – орієнтовно безпечний рівень впливу

ПЗ – показник забруднення

ВСТУП

На сьогодні проблема забруднення атмосферного повітря є особливо гострою. Склад атмосферного повітря у великих промислових центрах залежить від виду виробництва і рівня його технології. Крім того, перше місце по забрудненню повітря в більшості міст міцно утримується автомобільним транспортом – до 80 % від загальної суми речовин, що викидаються. Тому оцінка забруднення повітряного басейну великих промислових міст є необхідною і актуальною задачею. До таких міст відносяться міста прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Метою магістерської роботи є оцінка і аналіз забруднення повітряного басейну міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я (Одеса, Ізмаїл, Миколаїв, Херсон) специфічними забруднюючими речовинами, внеску цих речовин в загальний рівень забруднення повітряного басейну.

В якості вихідних даних в роботі використані матеріали літературних джерел інформації, а також моніторингових спостережень за якістю атмосферного повітря за 2003 – 2016 рр. (середньомісячні та середньорічні концентрації окремих домішок).

Об'єктом дослідження є міста прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я, предметом дослідження – рівень забруднення повітряного басейну міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я за вмістом специфічних забруднюючих речовин (формальдегід, фенол, фтористий водень).

Робота апробована на декількох наукових конференціях та конкурсах:

- I етап Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за галуззю «Екологія та екологічна безпека» (ОДЕКУ, 2015 р.);
- I Міжнародна науково-практична конференція студентів, магістрантів та аспірантів «Галузеві проблеми екологічної безпеки» (ХНАДУ, 2015);

- II етап Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за галуззю «Екологія та екологічна безпека» (ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2016);
- щорічна конференція молодих вчених ОДЕКУ (ОДЕКУ, 2016);
- XI міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні» (НУК ім. адм. Макарова, 2016);
- Міжнародна наукова конференція молодих вчених «Сучасний стан та якість навколишнього середовища окремих регіонів» (ОДЕКУ, 2016);
- XIV Міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми екологічної безпеки» (КНУ ім. М. Остроградського, 2016).

1 ХАРАКТЕРИСТИКА АНТРОПОГЕННОГО ВПЛИВУ НА ПОВІТРЯНИЙ БАСЕЙН РЕГІОНІВ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я

1.1 Стан атмосферного повітря в Одеській області

Одеська область розташована на крайньому південному заході України та межує з Вінницькою, Кіровоградською, Миколаївською областями, а також з Республікою Молдова та Румунією. Північна частина області розташована в лісостеповій, а південна – в степовій зоні. Область займає територію Північно-Західного Причорномор'я від гирла р. Дунай до Тілігульського лиману (морське узбережжя в межах області простягається на 300 км), а від моря на північ – на 200 – 250 км. Загальна площа території області складає 33,3 тис. км² (5,5 % території України), що майже відповідає розмірам території Республіки Молдова (33,4 тис. км²). На лівобережжі нижнього русла р. Дунай та в долині між Кілійським гирлом та Дністровським лиманом знаходяться прісноводні озера Кагул, Ялпуг, Катлабук, Китай та солоні – Сасик, Алібей, Бурнас, Будацьке, Шагани, в східній частині – солоні лимани Хаджибейський, Куяльницький, відомі своїми цілющими грязями.

Головна особливість економіко-географічного розташування області – її приморське та прикордонне положення. Широкий вихід до Азовськочорноморського басейну та до великих річкових магістралей – Дунаю, Дністра, Дону, Дніпра визначає її великі переваги та транспортні можливості. Ефективні водні шляхи (морські та річкові) дозволяють розширювати економічні зв'язки області зі Східною та Центральною Європою (по р. Дунай). Порт Одеса та інші порти області розташовані у вузлі інтенсивних морських та річкових транспортних міжнародних зв'язків, що визначає її значний транспортнотранзитний потенціал. На сьогоднішній день

в області є 26 сільських районів, 19 міст (3,9 % міст України), у тому числі 7 – обласного підпорядкування, 12 – районного; 33 селища міського типу; 1139 сільських населених пунктів.

Кліматичні умови є визначальними для розвитку рекреаційного сектору економіки області, який має розвинені потенціал та інфраструктуру, що здатні надавати різноманітні послуги як для відпочинку, так і оздоровлення та медичної реабілітації людей. Тепле море, лікувальні грязі, мінеральні води, морські пляжі створюють винятково високий рекреаційний потенціал Одещини. У пониззі великих річок (Дунай, Дністер) і лиманів, на морських узбережжях і в шельфовій зоні розташовані високо цінні й унікальні природні комплекси, водно-болотні угіддя, екосистеми, що формують високий біосферний потенціал регіону, який має національне і міжнародне, глобальне значення [1].

Загальна кількість підприємств, що у процесі діяльності впливають на стан атмосферного повітря Одеської області складає понад 2768 суб'єктів господарювання, з них 489 підприємств, справляють або можуть справити шкідливий вплив на здоров'я людей і стан атмосферного повітря. Протягом 2015 р. у повітряний басейн області від стаціонарних джерел надійшло 26,074 тис. т шкідливих речовин, що на 2,854 тис. т (або на 12 %) більше, ніж у 2014 р. Збільшення викидів пов'язане із збільшенням виробництва на ПАТ «Одеський припортовий завод» та на Одеському лінійно-виробничому управлінню магістральних газопроводів [2].

На рис. 1.1 наведено динаміку викидів забруднюючих речовин (ЗР) в атмосферне повітря від стаціонарних та пересувних джерел по області, а у табл. 1.1 – обсяги викидів стаціонарними джерелами по окремих містах області. Аналіз показує, що в цілому з 2009 р. відзначається зменшення обсягів викидів, в першу чергу за рахунок зменшення викидів від пересувних джерел. Серед міст області перше місце за кількістю ЗР, що надходять до повітря, посідає м. Одеса, друге – м. Южне. Відзначено також збільшення викидів від стаціонарних джерел за останні 5 років у м. Чорноморськ.

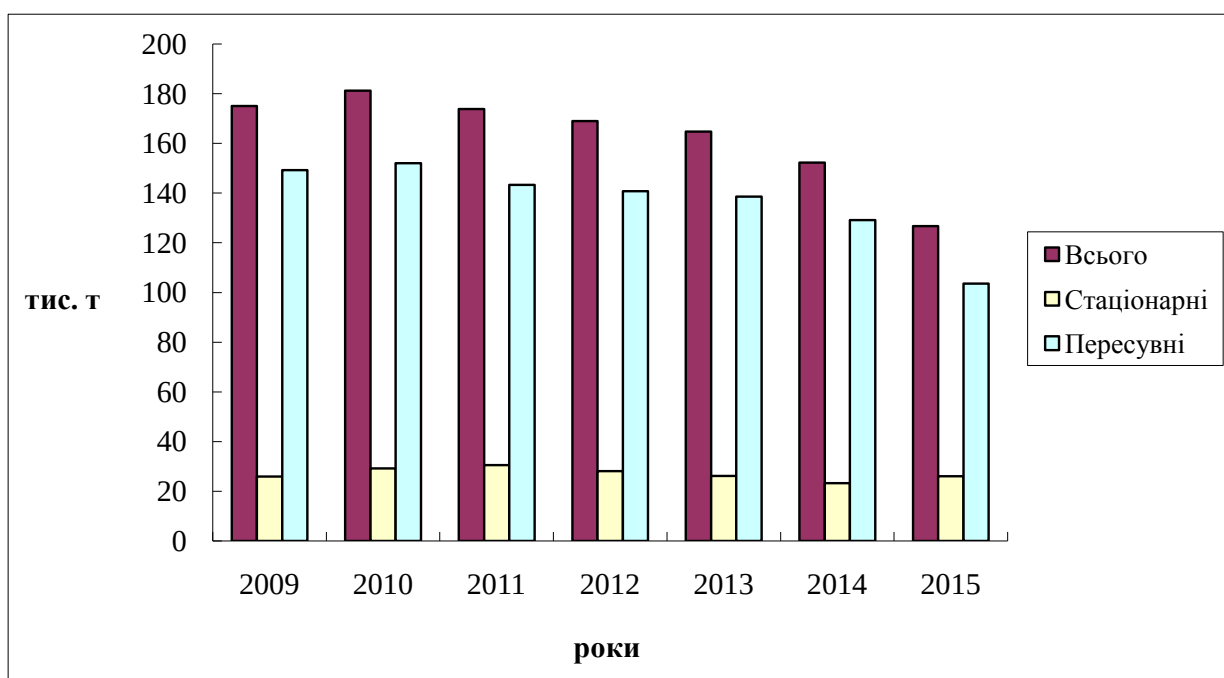


Рис. 1.1 – Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря Одеської області [2, 3].

Таблиця 1.1 – Динаміка викидів ЗР стаціонарними джерелами в атмосферне повітря по окремих містах Одеської області, тис. т [2]

Населений пункт	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
Всього:	30,494	28,138	26,196	23,220	26,074
м. Одеса	15,163	13,092	11,904	10,472	9,742
м. Ізмаїл	1,243	1,462	1,444	1,261	1,303
м. Чорноморськ	0,843	1,025	1,117	1,213	1,147
м. Южне	2,649	2,262	2,598	2,580	2,482

Відомості щодо обсягів викидів ЗР в атмосферне повітря Одеської області за видами економічної діяльності наведена на рис. 1.2. Як видно з рисунку, максимальні викиди ЗР здійснюють об'єкти промисловості, виробництва електроенергії, газу та води, а також транспорту та зв'язку.

Основними забруднювачами атмосферного повітря у 2015 р. визначено ПАТ «Одеський припортовий завод», ПрАТ «Газтранзит», ПАТ «Одесагаз». На рис. 1.3 наведено динаміку викидів цих підприємств у 2014 – 2015 рр.

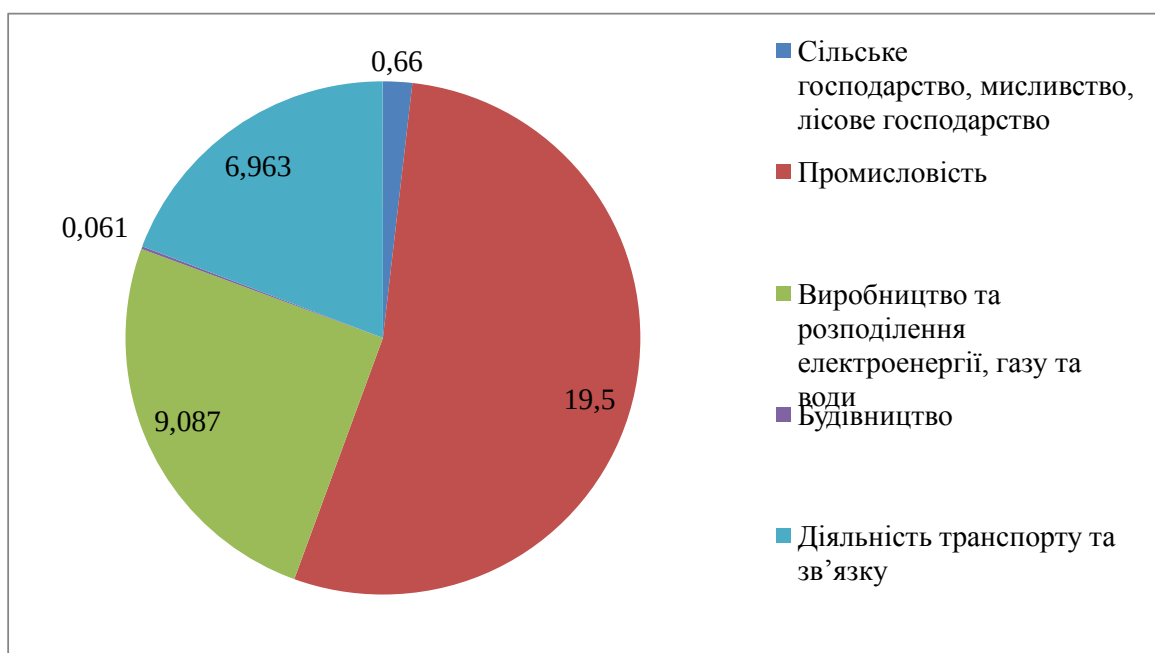


Рис. 1.2 – Обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Одеської області за видами економічної діяльності у 2015 р., тис. т [2].

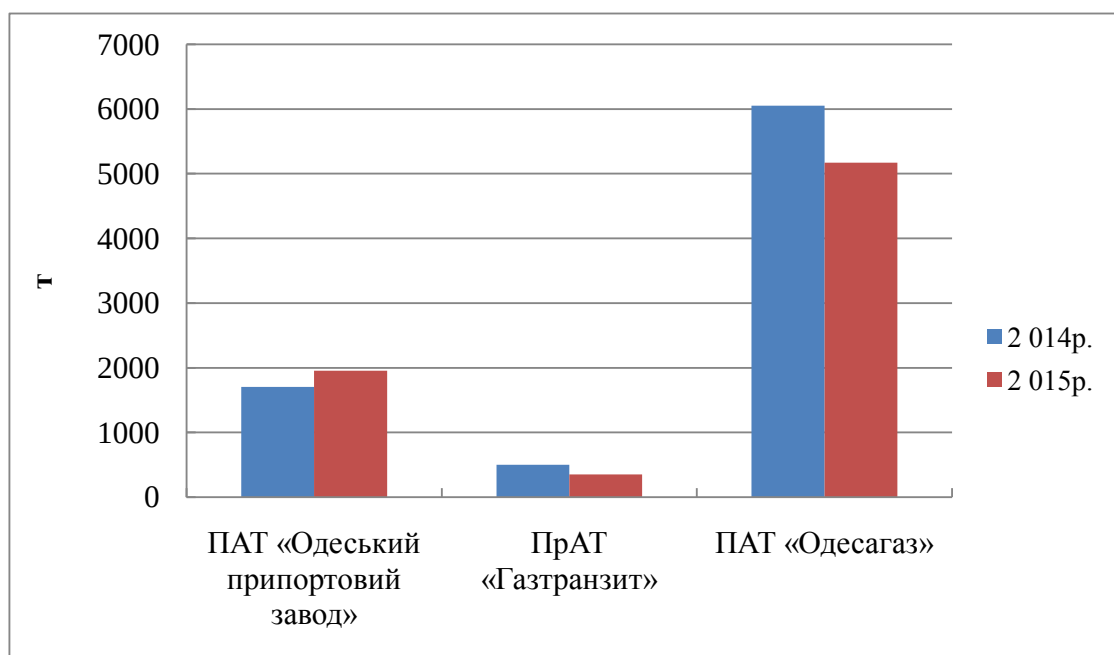


Рис. 1.3 – Динаміка викидів основних підприємств-забруднювачів атмосферного повітря Одеської області у 2014 – 2015 рр. [2].

Аналіз рисунку показує, що головним забруднювачем за кількістю викидів є ПАТ «Одесагаз», хоча у 2015 р. кількість ЗР у викидах зменшилась майже на 1000 т.

1.2 Стан атмосферного повітря в Миколаївській області

Миколаївська область розташована між $46^{\circ}30'$ і $48^{\circ}15'$ півн.ш. та між $30^{\circ}15'$ і $33^{\circ}05'$ сх.д. За розмірами території вона знаходиться на 15 місці серед політико-адміністративних формувань України. Площа – 24,6 тис. км². Кількість населення – 1163,6 тис. осіб (за станом на 01 січня 2015 р.). Центр області – м. Миколаїв.

За особливістю природних умов Миколаївська область розташована на півдні країни в межах двох фізико-географічних зон – лісостепової (Кривоозерський і західна половина Первомайського району) і степової (решта території) в басейні нижньої течії р. Південний Буг.

На заході межує з Одеською, на півночі з Кіровоградською, на сході та північному сході з Дніпропетровською та на південному сході з Херсонською областями. Південна частина Миколаївщини омивається водами Чорного моря [4].

Рівень техногенного навантаження на навколишнє природне середовище Миколаївської області нижчий, ніж в середньому по Україні. У 2015 р. в розрахунку на 1 км² території регіону припадало 2,584 т викинутих в атмосферу ЗР. В середньому по країні зазначені показники становили 4,954 т.

У 2015 р. в атмосферне повітря області надійшло 63,519 тис. т ЗР, що на 6,191 тис. т (8,9 %) менше порівняно з 2014 р.

На рис. 1.4 представлена динаміка викидів ЗР в атмосферне повітря області від стаціонарних та пересувних джерел, а у табл. 1.2 – обсяги викидів стаціонарними джерелами по окремих містах області. Аналогічно Одеській області, в Миколаївській також відзначається загальне зниження обсягів викидів ЗР за період 2011 – 2015 рр. Найбільший внесок у рівень забруднення повітряного басейну області стаціонарними джерелами дають м. Миколаїв, та в останні роки мм. Первомайськ і Южноукраїнськ.



Рис. 1.4 – Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря Миколаївської області [5].

Таблиця 1.2 – Динаміка викидів ЗР стаціонарними джерелами в атмосферне повітря по окремих містах Миколаївської області, тис. т [5]

Населений пункт	2011 р.	2012 р.	2013 р.	2014 р.	2015 р.
Всього по області:	25,69	25,14	20,37	15,91	15,79
м. Миколаїв	8,181	7,592	6,202	4,99	5,473
м. Вознесенськ	0,537	0,599	0,408	0,09	0,078
м. Очаків	0,515	0,487	0,316	0,117	0,064
м. Первомайськ	0,509	0,593	0,303	0,142	0,154
м. Южноукраїнськ	0,019	0,019	0,088	0,145	0,139

На рис. 1.5 наведено відомості щодо обсягів викидів ЗР за видами економічної діяльності в Миколаївській області. Як видно, основний внесок в забруднення повітряного басейну вносять підприємства енергетики, промисловості, а також видобутку та розподілу палива та енергії.

До переліку основних підприємств-забруднювачів області у 2015 р. віднесено 13 підприємств, обсяги викидів від яких перевищують 100 т/рік.

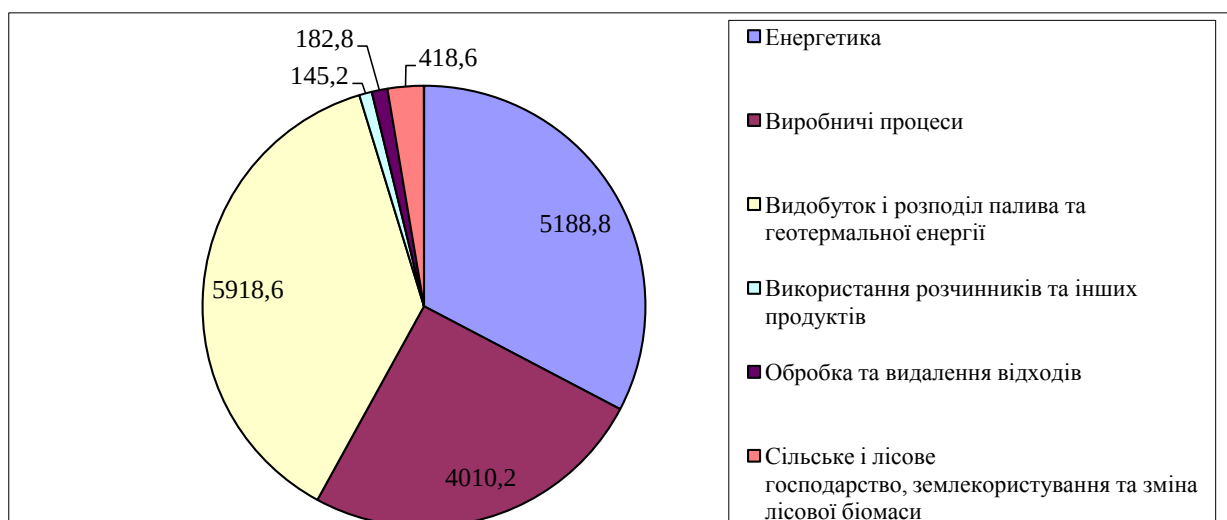


Рис. 1.5 – Обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Миколаївської області за видами економічної діяльності у 2015 р., т [6].

Кількість цих підприємств становить 3,3 % від загальної кількості, разом з тим обсяги їх викидів становлять 82,3 % від обсягів викидів всіх підприємств області. На рис. 1.6 наведено динаміку викидів ЗР від цих підприємств у 2014 – 2015 рр.

Аналіз наведеного рисунку показує, що головними підприємствами-забруднювачами Миколаївської області є ПАТ «Югцемент», ТОВ «Миколаївський глиноземний завод», Миколаївське ЛВУМГ ПАТ «Укртрансгаз», ПАТ «Миколаївгаз».

1.3 Стан атмосферного повітря в Херсонській області

Херсонська область розташована в басейні нижньої течії р. Дніпро в межах Причорноморської низовини. Омивається Чорним і Азовським морями, Сивашем та Каховським водосховищем. Найбільші ріки області: Дніпро довжиною 178 км, Інгулець довжиною 180 км, 24 малі річки загальною довжиною 547,7 км. Кількість озер в області – 693 загальною

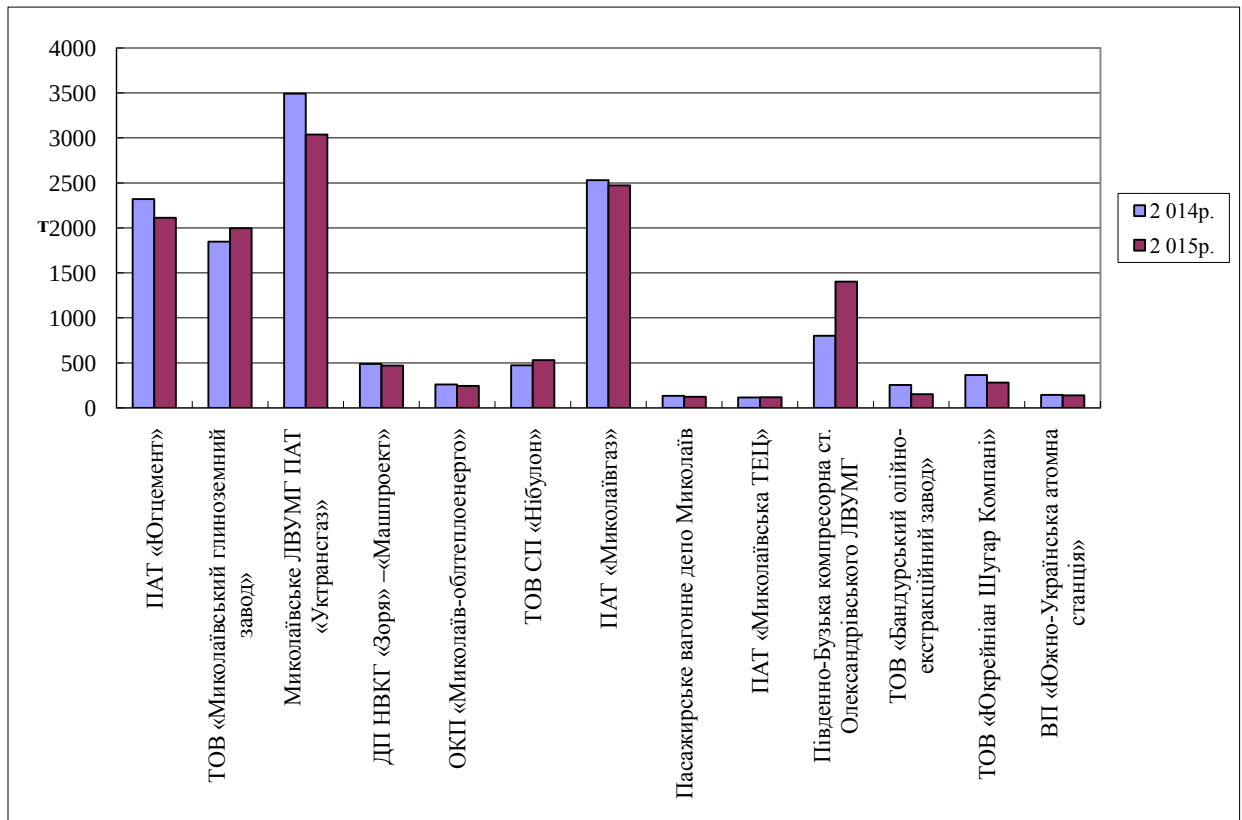


Рис. 1.6 – Динаміка викидів основних підприємств-забруднювачів атмосферного повітря Миколаївської області у 2014 – 2015 рр. [5].

площею водного дзеркала 170,22 тис. га. Водними об'єктами зайнято 15,1 % території області, що у 3 рази перевищує відповідний середньоукраїнський показник (4,8 %). В області виділяється безстічний район – 9,9 тис. км² (34,7 % загальної площі).

Область межує на сході із Запорізькою, на північному заході – з Миколаївською, на півночі – з Дніпропетровською областями, на півдні по Сивашу та Перекопському перешийку – з Автономною Республікою Крим. По території області проходить державний кордон протяжністю 458 км, у т.ч. по морям: Чорному – 350 км, Азовському – 108 км.

За кількістю викидів область посідає 6 місце серед регіонів України. У 2014 р. шкідливі викиди в повітряний басейн області здійснювали 180 підприємств. Від них протягом 2014 р. в атмосферу надійшло 7,2 тис. т ЗР, що на 1,2 тис. т (або на 20,0 %) більше, ніж у 2013 р. Найбільша кількість

забруднень потрапила в атмосферу від підприємств м. Херсон (5,4 тис. т або 75,5 %) [7].

На рис. 1.7 наведено динаміку викидів ЗР в атмосферне повітря області від стаціонарних та пересувних джерел забруднення. Аналіз показує, що головним джерелом забруднення атмосферного повітря є автотранспорт. Хоча з 2011 р. відзначається значне зниження обсягів його викидів (близько 25 %).

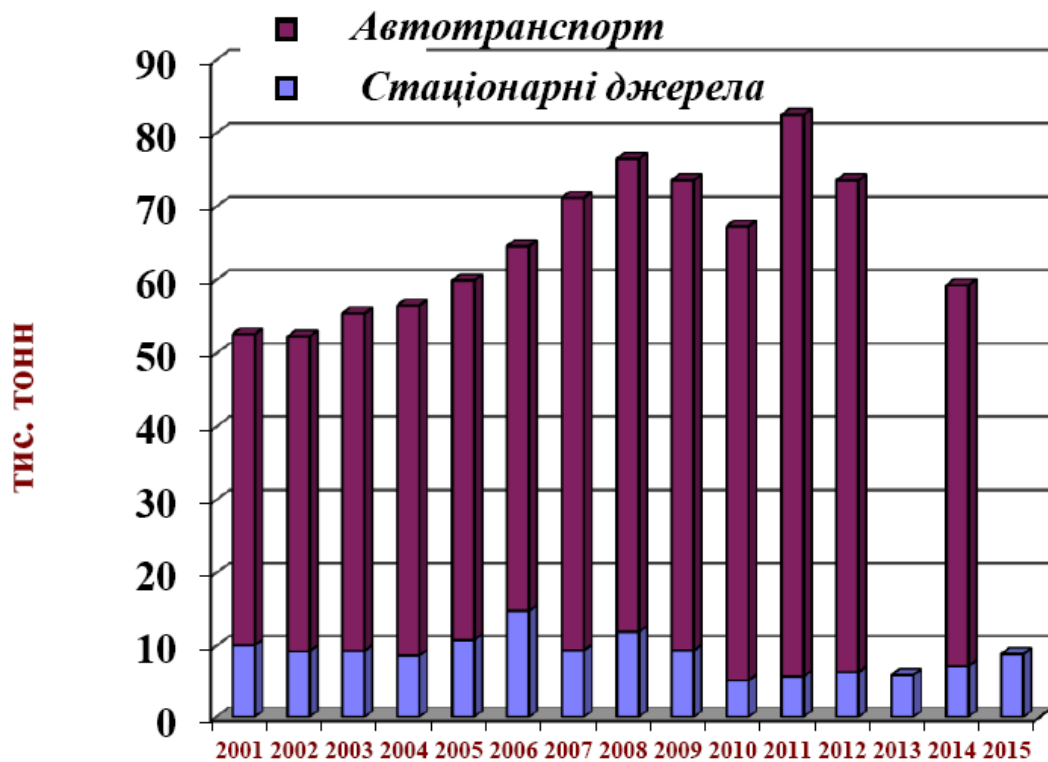


Рис. 1.7 – Динаміка викидів ЗР стаціонарними та пересувними джерелами в атмосферне повітря Херсонської області [8].

Структура викидів від стаціонарних джерел забруднення наведена на рис. 1.8.

Основними забруднювачами довкілля області залишаються підприємства, які займаються виробництвом та розподіленням електроенергії, газу та води (60,3 %). На рис. 1.9 наведено відомості щодо обсягів викидів ЗР за видами економічної діяльності.

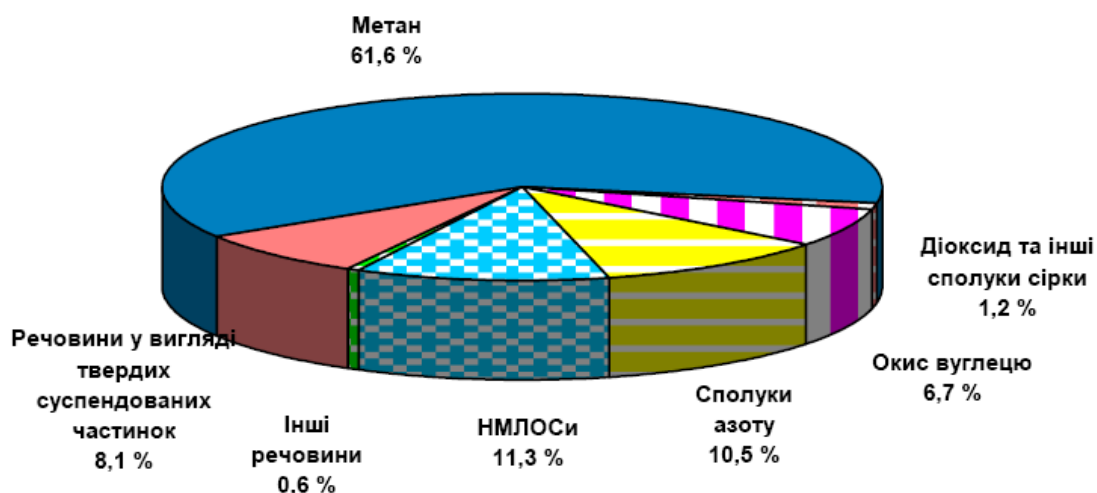


Рис. 1.8 – Структура викидів ЗР від стаціонарних джерел в Херсонській області у 2014 р. [7].

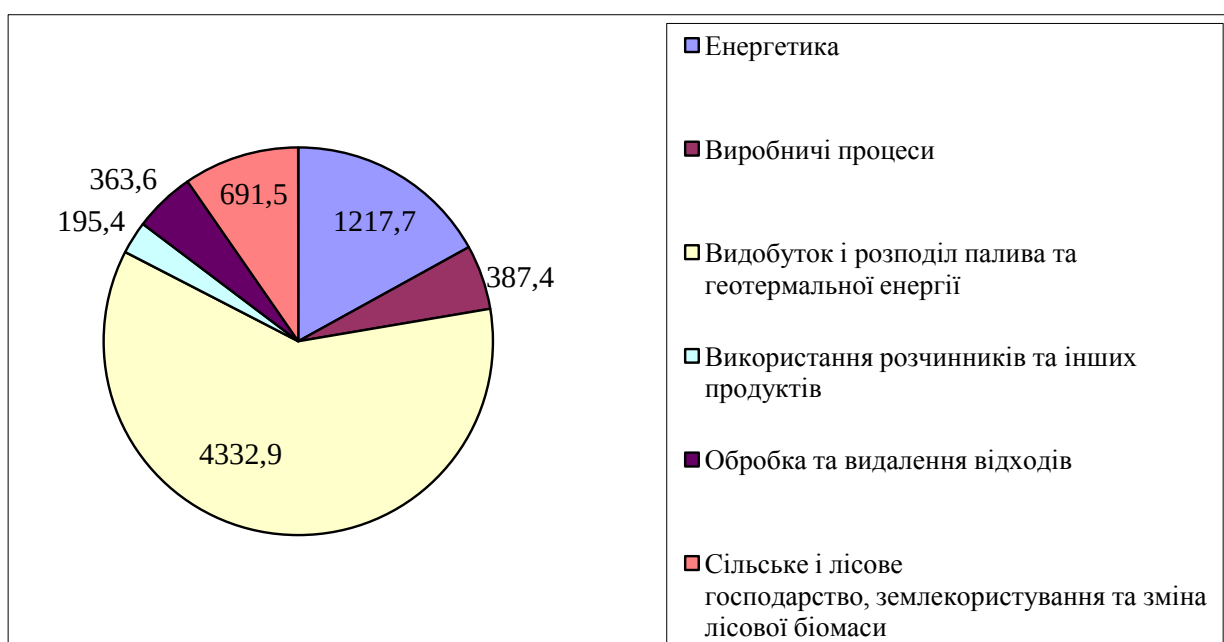


Рис. 1.9 – Обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря Херсонської області за видами економічної діяльності у 2014 р., т [7].

Основними забруднювачами атмосферного повітря серед стаціонарних джерел у 2015 р. було визначено 6 підприємств. На рис. 1.10 наведено відомості щодо обсягів викидів ЗР від цих підприємств. Аналіз рисунку

показує, що найбільший внесок в рівень забруднення повітряного басейну серед стаціонарних джерел дають Херсонське ЛВУМГ та Херсонський НПЗ.

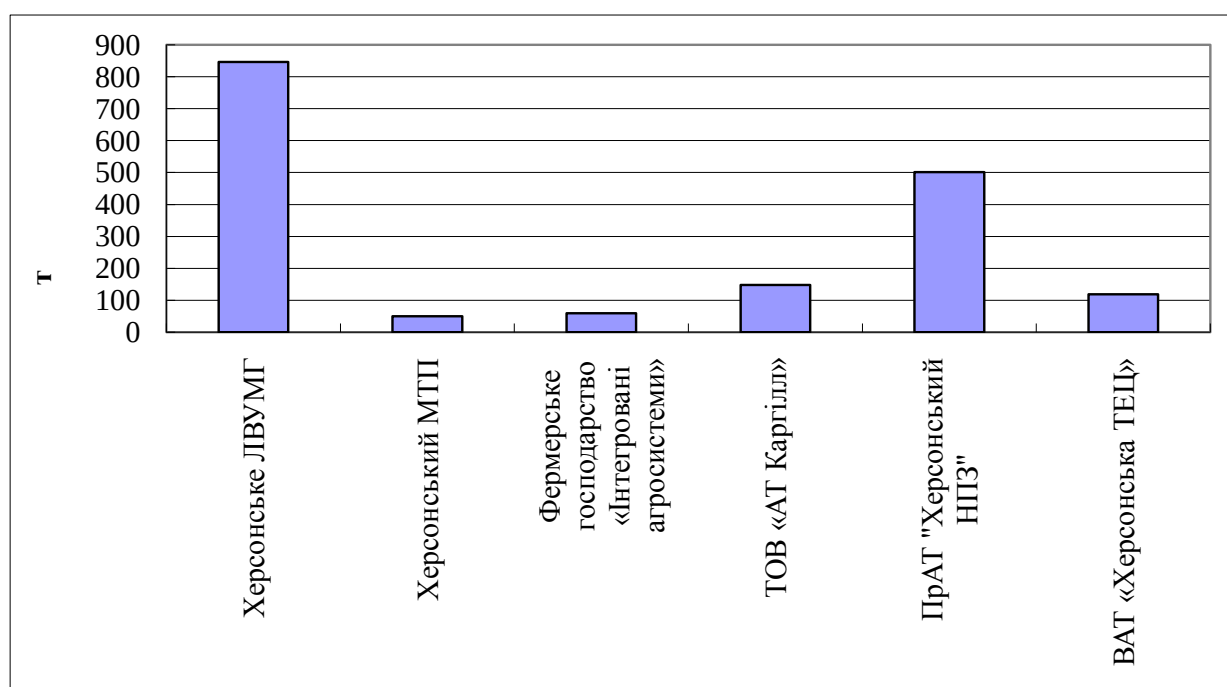


Рис. 1.10 – Обсяги викидів основних підприємств-забруднювачів атмосферного повітря Херсонської області у 2015 р. [8].

2 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СПЕЦИФІЧНИХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

Проблема забруднення атмосферного повітря є особливо актуальною для індустріальних областей, в т.ч. і для Одеської, Миколаївської та Херсонської областей. До повітряного басейну цих областей, крім основних ЗР, постійно надходить низка специфічних ЗР, серед яких: формальдегід, сірководень, фенол, фтористий водень, бенз(а)пірен, важкі метали та їх сполуки. Коротка характеристика деяких з цих речовин наведена нижче.

Формальдегід (НСНО) – органічна сполука з універсальною дезінфікуючою здатністю. Формальдегід (альдегід мурашиної кислоти, метаналь) – газоподібна безколірна речовина з дуже характерним різким запахом, подразнює слизові оболонки очей і верхніх дихальних шляхів, отрута, має нейтральну реакцію. Добре розчиняється у воді, спирті, ефірі.

Формальдегід відноситься до числа найбільш відомих полютантів атмосферного повітря. До основних антропогенних джерел надходження формальдегіду в повітряне середовище слід віднести автомобільний транспорт. Крім того, формальдегід утворюється за рахунок фотохімічних реакцій і процесів трансформації органічних сполук, що забруднюють атмосферне повітря, таких як метан, метиловий спирт, мурашина кислота, хлорпохідні метану тощо [9].

Формальдегід широко поширений і в середовищі проживання людини. У повітряне середовище житлових приміщень, а також громадських і дитячих установ він надходить з меблів, деревостружкових плит, полімерних, будівельних та оздоблювальних матеріалів, з тютюновим димом, з продуктами згорання побутового газу. Повітряне середовище цих приміщень при відносно низьких концентраціях формальдегіду і невеликих об'ємах повітря у поєднанні з несприятливими факторами мікроклімату небезпечно для дітей, що проводять більшу частину часу доби в закритих приміщеннях

(квартири, школи та дошкільні установи), і може серйозно впливати на їх самопочуття, працездатність і здоров'я.

Згідно біолого-фізико-хімічної класифікації Н.В. Лазарева і гігієнічного нормативу ГН 2.1.6-1338-03, формальдегід відноситься до токсичних речовин (II клас небезпеки).

Токсичні властивості формальдегіду добре вивчені в експериментах на тваринах. Основний шлях потрапляння в організм – інгаляційний. Він має виражену токсичну дію на організм, подразнює слизові оболонки очей, горла, дихальних шляхів, викликає головний біль і нудоту. Поріг дратівної дії формальдегіду на верхні дихальні шляхи людини становить 2,4 мг/м³. Крім загальнотоксичної дії, у нього виявлено наявність канцерогенних властивостей [10].

Таким чином, вплив формальдегіду на людину і тварин вивчається давно, відзначено його токсична, алергенна, можлива мутагенна і канцерогенна дії.

Фенол (гідроксибензол) (C_6H_5OH) – безбарвні голчасті кристали, що рожевіють на повітрі через окислення, що приводить до утворення забарвлених речовин. Речовина II класу небезпеки, має алергійну дію, володіє специфічним запахом гуаші. Фенол розчинний у воді (6 г на 100 г води), у розчинах лугів, спирті, бензолу, ацетону. 5 % розчин фенолу у воді – антисептик, який широко застосовується в медицині.

Фенол отруйний, викликає порушення функцій нервової системи. Пил, пари і розчин фенолу дратують слизові оболонки очей, дихальних шляхів, шкіри. Потрапляючи в організм, фенол дуже швидко всмоктується навіть через неушкоджені ділянки шкіри і вже через кілька хвилин починає впливати на тканини головного мозку. Спочатку виникає короткочасне збудження, а потім і параліч дихального центру. Навіть при впливі мінімальних доз фенолу спостерігається чхання, кашель, головний біль, запаморочення, блідість, нудота, занепад сил. Важкі випадки отруєння характеризуються несвідомим станом, синюшністю, ускладненням дихання,

нечутливістю рогівки, швидким ледь відчутним пульсом, холодним потом, нерідко судомами. Найчастіше фенол є причиною онкозахворювань [10].

Сірководень (H_2S) – це безбарвний, дуже отруйний, горючий газ з характерним неприємним запахом тухлих яєць. Запах відчувається за таких низьких концентрацій, як 0,00047 часток на мільйон. Цей газ утворюється в результаті вулканічної активності, входить до складу природного газу і деяких вод.

Сірководень трохи важчий за повітря, суміш H_2S і повітря – вибухонебезпечна. Сірководень у кисні горить синім полум'ям з утворенням SO_2 і води. Загалом сірководень діє як відновник. При високій температурі або в присутності каталізатора сірководень розкладається на елементарну сірку та воду. Ця реакція відома як процес Клауса, основний спосіб перетворення сірководню в елементарну сірку. Сірководень мало розчинний у воді і діє як слабка кислота, дисоціюючи на гідросульфід іон HS^- і протон H^+ . Сірководень реагує з іонами металів з утворенням сульфідів, які можуть бути розглянуті як солі сірководню. Деякі руди є сульфідами. Сульфіди металів частіше за все мають чорний колір. Папір з ацетату свинцю використовується для виявлення сірководню, оскільки він реагує з сіркою в присутності газу з утворенням сульфиду свинцю. Сульфіди металів, реагуючи з сильною кислотою, утворюють сірководень. Сірководень реагує зі спиртами з утворенням тіолів [11].

Фтористий водень (HF) – неорганічна сполука ряду галогеноводнів. За звичайних умов є отруйним, безбарвним газом з різким запахом. При кімнатній температурі існує переважно у вигляді димеру $(HF)_2$, нижче від $19,9\text{ }^\circ\text{C}$ – безбарвна рухлива рідина. Фтороводень (гідрофторид) являє собою безбарвну, рухливу і легколетючу рідину ($t_{\text{кип}} + 19,5\text{ }^\circ\text{C}$), змішується з водою в будь-яких співвідношеннях з утворенням плавикової кислоти. Він має різкий запах, димить на повітрі (внаслідок утворення з парами води дрібних крапельок розчину) і сильно роз'їдає стінки дихальних шляхів. Фтороводень надзвичайно отруйний. Дихальна недостатність

варіюється від звичайного подразнення до значного набряку легенів. Присутність фтороводню у повітрі відчувається при його концентрації від 0,03 – 0,11 мг/м³ в залежності від індивідуального прийняття. Повітря, що містить 50 мг/м³ фтороводню, є небезпечним [12].

Бенз(а)пірен (C₂₀H₁₂) – п'ятикільцевий поліциклічний ароматичний вуглеводень. За нормальних умов має вигляд світло-жовтих кристалів із температурою плавлення 179 °С. Міститься у кам'яно-вугільній смолі, тютюновому димі, забрудненому повітрі великих міст, особливо на великих магістралях і поблизу заправних станцій, у ґрунті, сирій нафті. Утворюється при піролізі ацетилену, стиrolу, тетраліну. Дуже сильний мутаген і канцероген, є одним з найнебезпечніших вуглеводнів. Бенз(а)пірен є загрозою для здоров'я в будь-якій кількості. Має сильно виражені ароматичні властивості. Особливо легко вступає в реакції електрофільного заміщення, навіть у азосполучення. Утворюється при копченні м'яса. Спроби організму знешкодити бенз(а)пірен призводять до утворення іншої, ще токсичнішої речовини, спроможної безпосередньо ушкоджувати ДНК. Джерела бенз(а)пірену можуть бути стаціонарними (промислові підприємства, ТЕЦ, великі і дрібні опалювальні системи), що забруднюють атмосферу у відносно обмежених районах, і пересувними (транспорт), викиди яких поширюються на значно більші простори. Речовина є продуктом неповного згорання органічних сполук, присутній у продуктах переробки вугілля, нафти, а також утворюється у великих кількостях при виробництві алюмінію. В атмосфері переважно адсорбується на зважених частках.

Чисельність джерел бенз(а)пірена, а також здатність до подальшого поширення викидів створюють передумови до повсюдного забруднення атмосфери. Проте спостерігаються концентрації бенз(а)пірену в атмосфері дуже різні – від практично нульових рівнів у деяких місцевостях до багаторазового перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) на окремих ділянках.

Як у повітрі, так і у воді бенз(а)пірен може перебувати в молекулярно-дисперсному стані лише в мізерно малих кількостях. В обох середовищах він переважно пов'язаний з іншими забруднювачами: в повітрі майже виключно з твердими частинками (атмосферним пилом), а у воді – як з твердими, так і з крапельно-рідкими поверхневими компонентами.

Тверді частинки, що містять бенз(а)пірен, досить швидко випадають з повітря внаслідок седиментації, а також з атмосферними опадами і переходять в ґрунт, рослини [13].

3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Методика розрахунку показника гранично допустимого забруднення

Для оцінки забруднення атмосфери певною ЗР (або групою ЗР) по місту в цілому або будь-якому району використовується ряд показників забруднення атмосфери, що дозволяють оцінити рівень забруднення окремою домішкою або фоновий рівень забруднення повітря. До таких показників відноситься індекс забруднення атмосфери (*ІЗА*), інтегральні показники оцінки рівня фонового забруднення атмосферного повітря тощо.

Крім того, оцінку і аналіз якості атмосферного повітря можна виконувати на основі розрахунку показника гранично допустимого забруднення (*ГДЗ*).

Показник *ГДЗ* атмосферного повітря – відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць, який характеризує інтенсивність та характер сумісної дії всієї сукупності присутніх у ньому шкідливих домішок. *ГДЗ* розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально та затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії (*Ккд*). *Ккд* відображає характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі ЗР (сумація, посилення, послаблення або незалежна дія). Його цифрове значення встановлюється експериментальним (або розрахунковим) шляхом та виражається в долях від індивідуальних *ГДК* ЗР (додаток А). *ГДЗ* розраховується за формулою:

$$ГДЗ = Ккд \cdot 100 \%. \quad (3.1)$$

У випадках, коли значення K_{kd} відсутні, їх визначення проводиться за формулою:

$$K_{kd} = \sqrt{n}, \quad (3.2)$$

де n – число речовин, присутніх у повітряному середовищі, для яких офіційно не встановлено характер комбінованої дії.

У випадках, коли присутні в атмосферному повітрі ЗР являють собою складну суміш з встановленими та невстановленими коефіцієнтами комбінованої дії, для розрахунку ГДЗ значення K_{kd} цієї суміші визначається за формулою:

$$K_{kd_{cc}} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (K_{kd_{12}} + K_{kd_{22}} + \dots + K_{kd_{n2}}) + n + K_m}, \quad (3.3)$$

де $K_{kd_{cc}}$ – коефіцієнт комбінованої дії складної суміші;

K_{kd} – коефіцієнти комбінованої дії сумісно присутніх речовин, 1, 2, 3, ..., n ;
 n – число речовин в суміші, значення K_{kd} яких відсутні в офіційних списках;

K_m – числове значення коефіцієнта для речовин з незалежним характером комбінованої дії.

В разі присутності у повітрі однієї домішки показник ГДЗ = 100 %.

Оцінка фактичного або прогнозного (розрахункового) рівня забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом співставлення показника забруднення (ПЗ) однією речовиною або сумарного показника забруднення (Σ ПЗ) сумішшю речовин з показником ГДЗ. Допустимим визнається рівень, що не перевищує ГДЗ.

Показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря однією речовиною розраховується за формулою:

$$ПЗ = \frac{C}{ГДК} \cdot 100\%, \quad (3.4)$$

де C – фактична або прогнозна концентрація конкретної речовини, мг/м³;

$ГДК$ – значення гранично допустимої концентрації цієї речовини, мг/м³.

Сумарний показник забруднення ($\Sigma ПЗ$) сумішшю речовин розраховується за формулою:

$$\Sigma ПЗ = \sum_{i=1}^m \left(\frac{C_1}{ГДК_1 \cdot K_1} + \frac{C_2}{ГДК_2 \cdot K_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n \cdot K_n} \right) \cdot 100\%, \quad (3.5)$$

де $C_1, C_2, \dots, C_n$ – значення фактичних або прогнозних концентрацій речовин, що входять до складу суміші, мг/м³;

$ГДК_1, ГДК_2, \dots, ГДК_n$ – значення $ГДК$ відповідних ЗР, що входять до складу суміші, мг/м³;

$K_1, K_2, \dots, K_n$ – значення коефіцієнтів, які враховують клас небезпечності відповідної речовини: для речовин 1-го класу – 0,8; 2-го класу – 0,9; 3-го класу – 1,0; 4-го класу – 1,1.

У випадку відсутності значень $ГДК$ при прогнозуванні приземних концентрацій приймаються значення орієнтовно-безпечних рівнів впливу ($ОБРВ$) без урахування значень коефіцієнтів K .

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення $ПЗ$ їх нормативного значення ($ГДЗ$) і включає визначення рівня забруднення (припустимий, неприпустимий) та ступеню його небезпечності (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно з табл. 3.1 [14].

Таблиця 3.1 – Параметри оцінки забруднення атмосферного повітря [14]

Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Кратність перевищення ГДЗ	Відсоток випадків перевищення ГДЗ
Припустимий	Безпечний	< 1	0
Неприпустимий	Слабко небезпечний	> 1 - 2	> 0 – 4
Неприпустимий	Помірно небезпечний	> 2 – 4,4	> 4 – 10
Неприпустимий	Небезпечний	> 4,4 - 8	> 10 – 25
Неприпустимий	Дуже небезпечний	> 8	> 25

3.2 Методика розрахунку індексу забруднення атмосфери

Отримані в результаті спостережень середні і максимальні концентрації ЗР нормуються на величину середньої (максимальної) концентрації для більш великого регіону або на санітарно-гігієнічний норматив, наприклад на ГДК. Нормовані характеристики забруднення називають індексом забруднення атмосфери.

ІЗА окремою домішкою розраховується за формулою:

$$I = \left(\frac{q_p}{ГДК_{mr}} \right) C_i \quad \text{або} \quad I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{cd}} \right) C_i, \quad (3.6)$$

де C_i – константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2; 3; 4-го класу небезпеки речовини і дозволяє привести ступінь шкідливості i -

ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки.

Розрахунок $I_{ЗА}$ заснований на принципі, що на рівні $ГДК$ усі шкідливі речовини характеризуються однаковим впливом на людину і при подальшому збільшенні концентрації ступінь їхньої шкідливості зростає з різною швидкістю, що залежить від класу небезпеки речовини. Вважається, що при $I_{ЗА} \leq 1$ якість повітря за вмістом окремої ЗР відповідає санітарно-гігієнічним вимогам.

Комплексний $I_{ЗА}$ ($KI_{ЗА}$) – це кількісна характеристика рівня забруднення атмосфери, утвореного n речовинами, що присутні в атмосфері міста. $KI_{ЗА}$ розраховується за формулою:

$$I_n = \sum_{i=1}^n I_i = \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right)^{C_{i_i}} \right)_n, \quad (3.7)$$

де $\bar{q}$ – осереднена за часом (місяць або рік), розрахована для поста, міста або групи міст концентрація i -ої домішки;
 i – домішка.

Розраховується $KI_{ЗА}$ за розглянутий період по одному або K постах міста як сума всіх $I_{ЗА}$. Комплексний $I_{ЗА}$ враховує n речовин, що є присутніми в атмосфері.

Для інтегральної оцінки рівня забруднення атмосфери за допомогою $KI_{ЗА}$ можна використати значення одиничних індексів $I_{ЗА}$ тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші. Тобто

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i. \quad (3.8)$$

Величина I_5 менше 2,5 відповідає чистій атмосфері; від 2,5 до 7,5 – слабо забрудненій; від 7,6 до 12,5 – забрудненій; від 12,6 до 22,5 – сильно

забрудненій; від 22,6 до 52,5 – високо забрудненій; більше 52,5 – екстремально забрудненій атмосфері [15].

3.3 Кореляційний аналіз

У природі часто виникають ситуації, коли між деякими двома випадковими величинами проявляються статистичні зв'язки. Вони можуть бути функціональними або стохастичними.

Функціональною залежністю між двома випадковими величинами називається така залежність, коли можливому значенню однієї випадкової величини відповідає тільки одне значення іншої.

Стохастичним називають такий зв'язок між випадковими величинами, коли зміна однієї з них приводить до зміни закону розподілу іншої. Стохастичний зв'язок між двома випадковими величинами спостерігається, наприклад, коли існують загальні випадкові фактори, впливаючи як на одну, так і на другу величину поряд з іншими неоднаковими для обох величин випадковими факторами. Наприклад, якщо Y є деяка функція від випадкових величин $z_1, z_2, \dots, z_m; v_1, v_2, \dots, v_k$ ($Y = f(z_1, z_2, \dots, z_m; v_1, v_2, \dots, v_k)$), а X – функція від тих же випадкових величин $z_1, z_2, \dots, z_m$ і деякої сукупності інших випадкових величин $u_1, u_2, \dots, u_k$ ($X = \varphi(z_1, z_2, \dots, z_m; u_1, u_2, \dots, u_k)$), то залежність між випадковими величинами X і Y буде стохастичною.

Найбільш важливі особливості стохастичного зв'язку виявляються у тих змінюваннях, які зазнає центр умовного розподілу однієї величини при змінюванні іншої. Якщо припустити, що умовний розподіл є нормальним з щільністю ймовірності

$$f(y/x) = \frac{1}{\sigma_{y/x} \sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(y - m_{y/x})^2}{2\sigma_{y/x}^2} \right], \quad (3.9)$$

де $m_{y/x} = M[Y/X = x]$ – умовне математичне сподівання,

$\sigma_{y/x}^2 = M\{[y - m_{y/x}]^2\}$ – умовна дисперсія,

то центром розподілу є умовне математичне сподівання.

Отже, якщо при змінюванні однієї з випадкових величин змінюється умовне математичне сподівання іншої, то такий зв'язок між цими випадковими величинами називається кореляційним.

Кореляційну залежність можна трактувати як функціональну залежність умовного математичного сподівання однієї випадкової величини від значення іншої:

$$m_{y/x} = f(x). \quad (3.10)$$

Функцію $f(x)$ називають функцією регресії величини Y по (на) X . Рівняння (3.10) називається рівнянням регресії. Можна розглядати і кореляційний зв'язок між величинами Y та X , а саме:

$$m_{x/y} = \varphi(y). \quad (3.11)$$

Кореляційні зв'язки між випадковими величинами характеризуються формою та тісністю. Що стосується форми кореляційного зв'язку між двома випадковими величинами, то дуже часто реалізуються зв'язки, що описуються лінійним рівнянням регресії:

$$y(x) = ax + b, \quad (3.12)$$

де a і b – коефіцієнти цього рівняння.

Кореляційний зв'язок може бути прямим і оберненим. Якщо при збільшенні (зменшенні) однієї випадкової величини відбувається збільшення (зменшення) іншої, то такий зв'язок називають прямим. Коли збільшенню (зменшенню) однієї випадкової величини відповідає зменшення (збільшення) іншої, то це свідчить про обернений зв'язок між цими випадковими величинами.

Якісне уявлення про тісноту та форму кореляційного зв'язку між величинами X , Y можна отримати, побудувавши кореляційний графік (діаграму розсіювання точок або поле кореляції) на площині в координатах $(x; y)$. Якщо точки з координатами $(x_i; y_i)$ тісно групуються біля деякої осередненої лінії, то це свідчить про те, що кореляційний зв'язок є тісним. Чим більше є розкид точок на графіку, тим слабкішим є кореляційний зв'язок. Щоб мати уявлення про кількісну міру тісноти кореляційного зв'язку, використовують кореляційне відношення. Всі можливі значення кореляційного відношення визначаються виразом:

$$0 \leq \eta_{y/x}^2 \leq 1, \quad (3.13)$$

де $\eta_{y/x}^2$ – показник тісноти кореляційного зв'язку між випадковими величинами Y та X , який носить назву кореляційне відношення.

Чим ближчим є значення кореляційного відношення до одиниці, тим тіснішим є кореляційний зв'язок між випадковими величинами і навпаки.

Якщо кореляційний зв'язок між величинами Y та X є лінійним, то кореляційне відношення виражається як параметр r_{xy}^2 , який називається коефіцієнтом детермінації.

Параметр

$$r_{xy} = \sqrt{r_{xy}^2} \quad (3.14)$$

називається коефіцієнтом кореляції і розраховується на основі статистичних сукупностей за формулою:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n \cdot S_x S_y}. \quad (3.15)$$

Він може приймати значення із множини

$$-1 \leq r_{xy} \leq 1. \quad (3.16)$$

Коефіцієнт кореляції характеризує ступінь наближення кореляційного зв'язку між випадковими величинами X та Y до лінійної функціональної залежності.

Додатні значення коефіцієнта кореляції позначають наявність прямого лінійного зв'язку між випадковими величинами X та Y .

Обернений лінійний кореляційний зв'язок характеризується від'ємними значеннями коефіцієнта кореляції.

Чим більше за модулем є коефіцієнт кореляції, тим тіснішим буде лінійний кореляційний зв'язок між величинами X та Y і навпаки. Якщо $r_{xy} = 0$, то це означає, що лінійний кореляційний зв'язок між величинами X та Y відсутній, але це не означає, що відсутнім є кореляційний зв'язок іншої форми [16]. Оцінюють коефіцієнт кореляції здебільшого за такою шкалою:

- 0 – 0,2 – зв'язок відсутній;
- 0,2 – 0,4 – зв'язок слабкий;
- 0,4 – 0,6 – зв'язок середній;
- 0,6 – 0,8 – зв'язок тісний і високий;
- 0,8 – 0,9 – зв'язок дуже тісний і дуже високий;
- 0,9 – 1 – зв'язок підозріло високий [17].

4 АНАЛІЗ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯНОГО БАСЕЙНУ МІСТ ПРИБЕРЕЖНОЇ ЗОНИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ПРИЧОРНОМОР'Я СПЕЦИФІЧНИМИ ДОМІШКАМИ

4.1 Оцінка рівня забруднення на основі показника *ГДЗ*

Метою роботи був аналіз рівня забруднення повітряного басейну міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я окремими специфічними домішками. Деякі результати оцінки рівня забруднення на основі показника *ГДЗ* були висвітлені у роботах [18 – 21].

Області Північно-Західного Причорномор'я (рис. 4.1) є районом унікальних рекреаційних ресурсів і туризму, санаторного лікування і курортного відпочинку, розвитку морського транспорту і суднобудування, вирощування зерна і винограду.

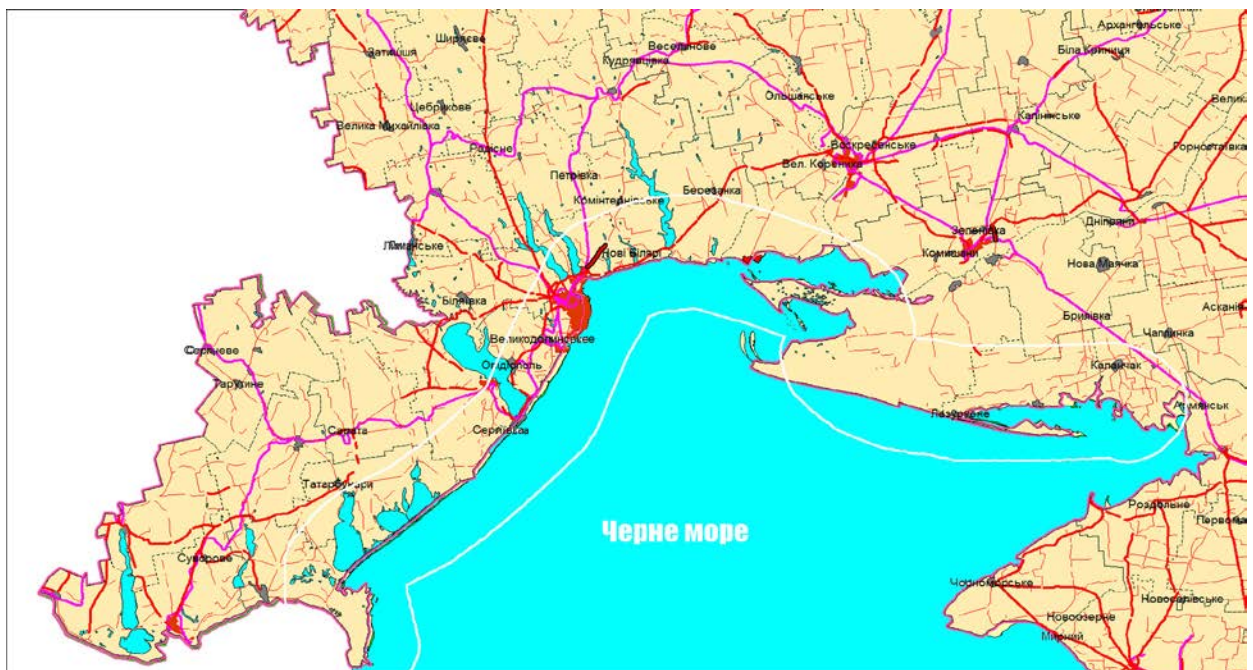


Рис. 4.1 – Карта-схема території Північно-Західного Причорномор'я [22].

Площа території складає 113,4 тис. км² (18,8 % території України), населення – 7672,1 тис. чол. (15,2 % жителів країни). До зазначеної території входять Одеська, Миколаївська та Херсонська області.

Район є найбільшим за площею в Україні. Він займає південну приморську (причорноморську і приазовську) територію країни. Його промислове виробництво зосереджується переважно в портових містах [23].

За даними «Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні» [24] обсяги викидів ЗР в атмосферне повітря в даних регіонах порівняно з іншими незначні. Але поряд з цим у 2012 р. мм. Одеса, Миколаїв та Херсон увійшли до списку міст з найбільшим рівнем забруднення атмосферного повітря. Високий рівень забруднення повітря в цих містах пов'язаний в тому числі і із значними середньорічними концентраціями специфічних ЗР – формальдегіду, фенолу, бенз(а)пірену, фтористого водню тощо (рис. 4.2) [24].

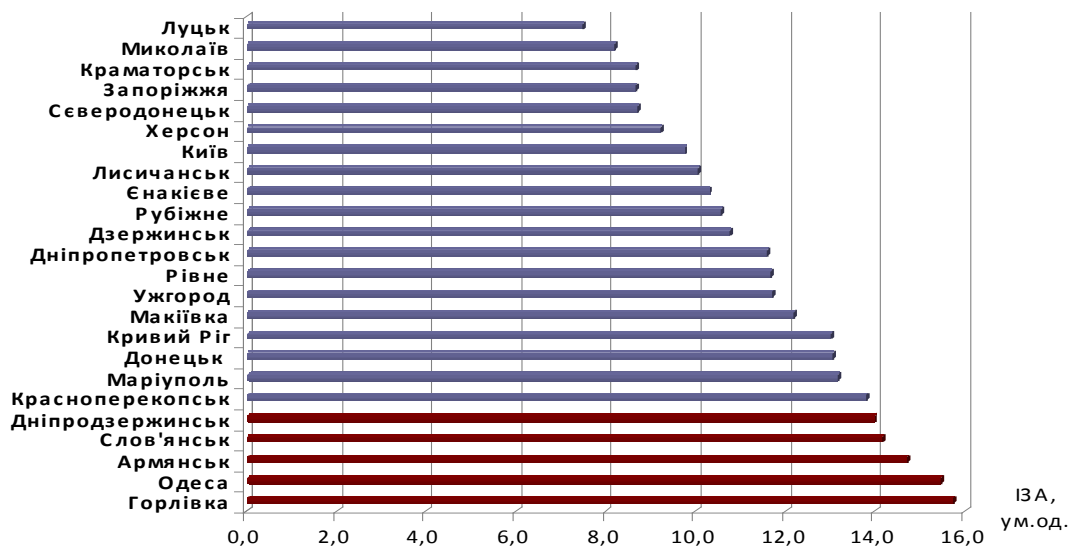


Рис. 4.2 – Значення ІЗА в найбільш забруднених містах України [24].

В якості вихідних даних дослідження в роботі використані дані «Екологічних паспортів» областей та «Регіональних доповідей про стан навколишнього природного середовища» за 2003 – 2015 рр. [1 – 8, 25 – 34], а

також матеріали спостережень, надані Гідрометцентром Чорного та Азовського морів, Миколаївським і Херсонським обласними центрами з гідрометеорології. Розглядався середньорічний вміст в атмосферному повітрі таких специфічних ЗР, як формальдегід, фенол та фтористий водень у містах Одеса, Ізмаїл, Миколаїв та Херсон.

Використовуючи описану у п. 3.1 методику, був розрахований *ПЗ* для вказаних специфічних ЗР. Значення *ПЗ* наведені у табл. 4.1. На рис. 4.3 – 4.6 наведено динаміку зміни *ПЗ* атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я формальдегідом у 2003 – 2015 рр.

Аналіз рисунків показує, що рівень забруднення атмосферного повітря у м. Одеса за період дослідження не зазнавав значних коливань, значення *ПЗ* змінювались в межах 400 – 700 %. У м. Миколаїв максимальні значення *ПЗ* відзначались у 2004, 2010 рр. та 2013 – 2015 рр. (більше 400 %). У м. Херсон відзначено тенденцію поступового підвищення *ПЗ* атмосфери формальдегідом в період 2003 – 2008 рр., різке зменшення у 2009 р. з подальшим підвищенням до 2015 р. Значення *ПЗ* у 2014 р. є максимальним і складає 500 %. Також слід відзначити, що *ПЗ* атмосферного повітря формальдегідом у більшості випадків перевищує показник *ГДЗ*, який дорівнює 100 %. Виключення складає значення *ПЗ* у м. Херсон у 2003 р. та у м. Ізмаїл (табл. 4.1).

На рис. 4.7 наведено порівняльний графік значень *ПЗ* для міст, що розглядаються. У додатку Б (рис. Б.1) наведено просторовий розподіл *ПЗ*. З рисунків видно, що максимальний рівень забруднення за весь період дослідження відзначався у м. Одеса, мінімальний – у м. Херсон та Ізмаїл. Це може бути спричинено викидами від пересувних джерел, які є основними джерелами забруднення повітряного басейну міст, що розглядаються.

Виходячи з отриманих даних було виконано оцінку забруднення повітря досліджуваних міст формальдегідом (табл. 4.2). У всіх містах, крім м. Ізмаїл, відзначається єдиний рівень забруднення – «неприпустимий», та

Таблиця 4.1 – Значення *ПЗ* (%) атмосфери міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я специфічними ЗР

Рік	Одеса			Миколаїв		Херсон		Ізмаїл
	формальдегід	фенол	фтористий водень	формальдегід	фтористий водень	формальдегід	фенол	формальдегід
2003	470	100	180	400	–	77	–	–
2004	595	200	200	408	80	116	–	–
2005	594	200	180	341	80	200	–	–
2006	633	230	200	333	40	167	100	–
2007	633	230	200	342	80	300	150	–
2008	600	200	180	367	80	333	120	–
2009	500	120	160	400	80	203	150	–
2010	600	150	180	433	100	233	120	66,7
2011	600	120	160	400	100	247	100	66,7
2012	570	150	180	367	80	330	120	66,7
2013	660	120	160	433	60	280	100	66,7
2014	700	150	180	430	60	440	150	66,7
2015	400	130	140	470	60	500	166	

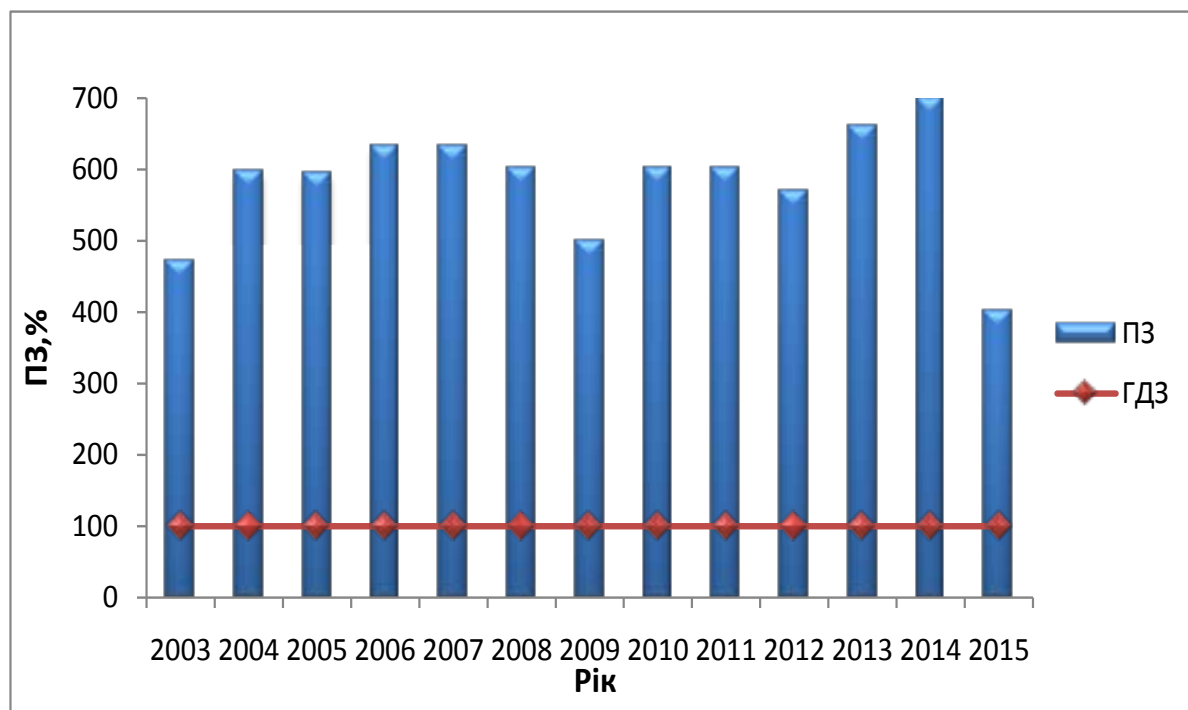


Рис. 4.3 – Динаміка зміни *ПЗ* атмосферного повітря формальдегідом у м. Одеса.

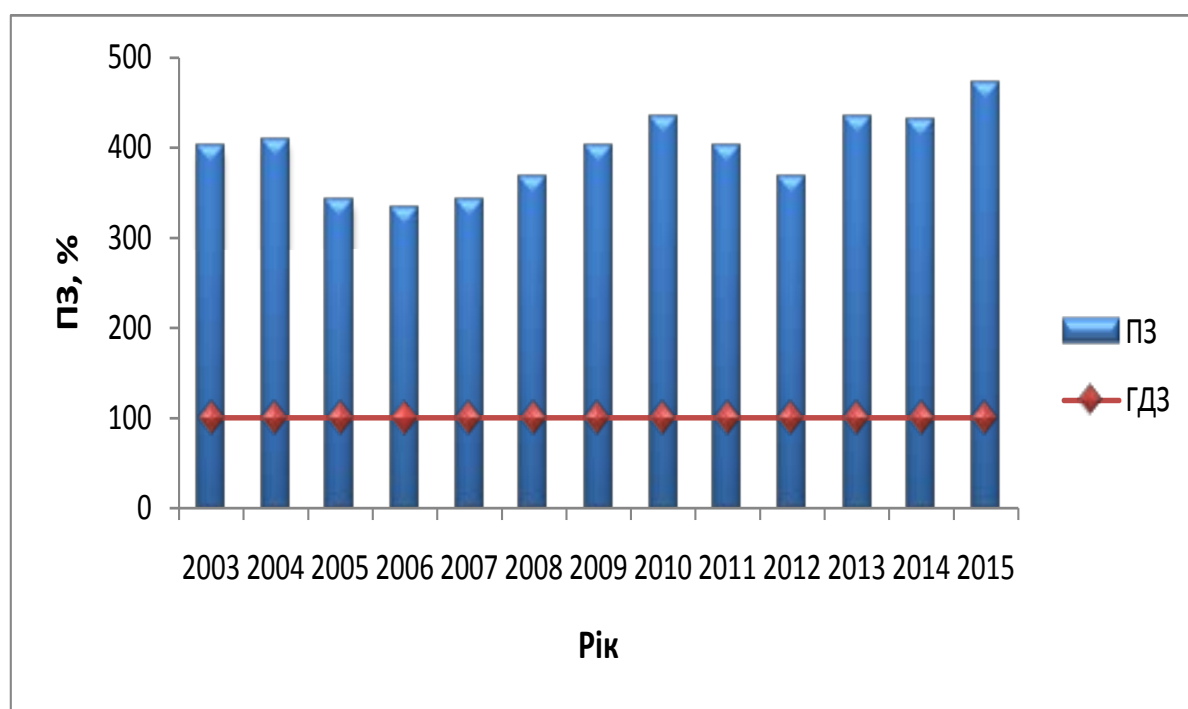


Рис. 4.4 – Динаміка зміни *ПЗ* атмосферного повітря формальдегідом у м. Миколаїв.

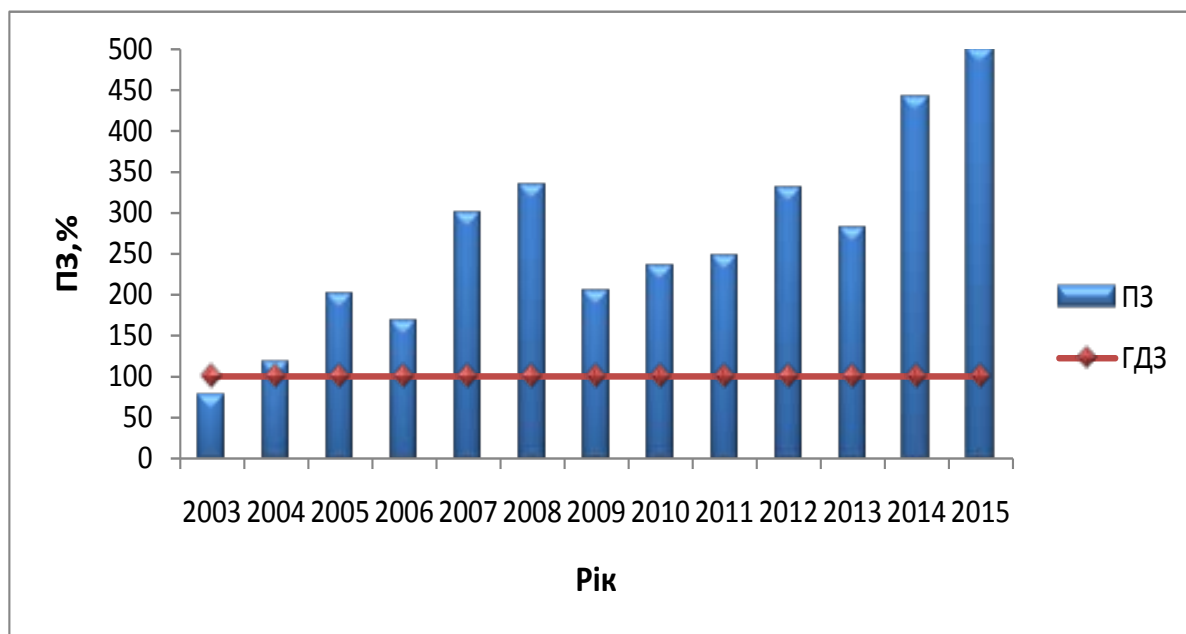


Рис. 4.5 – Динаміка зміни *ПЗ* атмосферного повітря формальдегідом у м. Херсон.

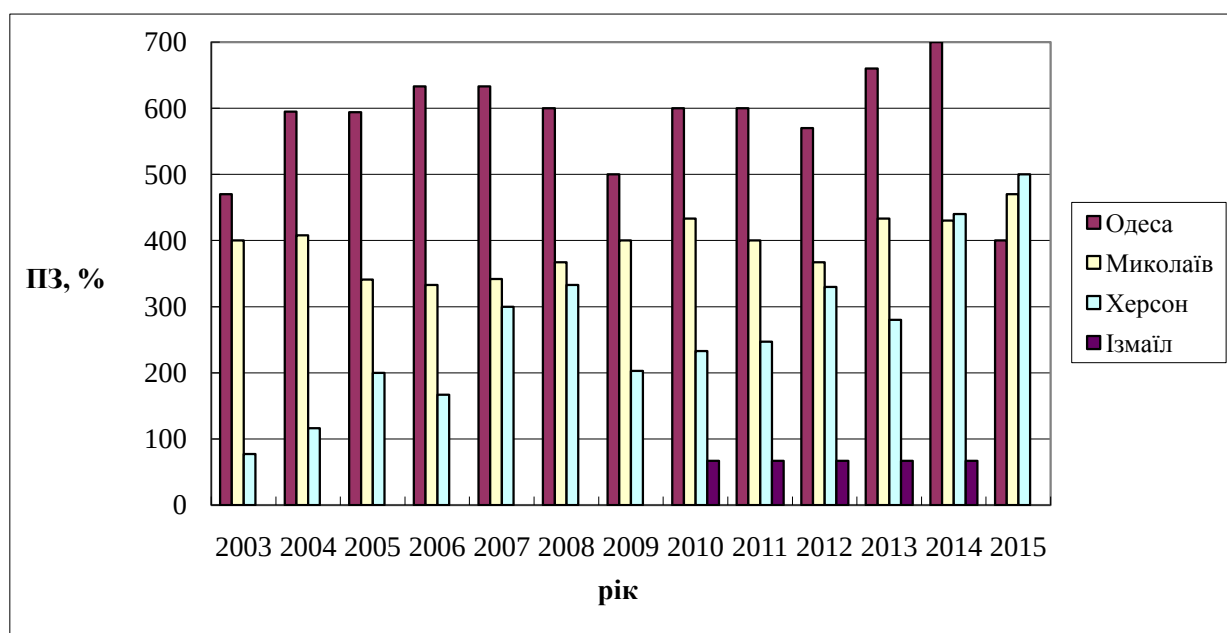


Рис. 4.7 – Значення *ПЗ* атмосферного повітря формальдегідом міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

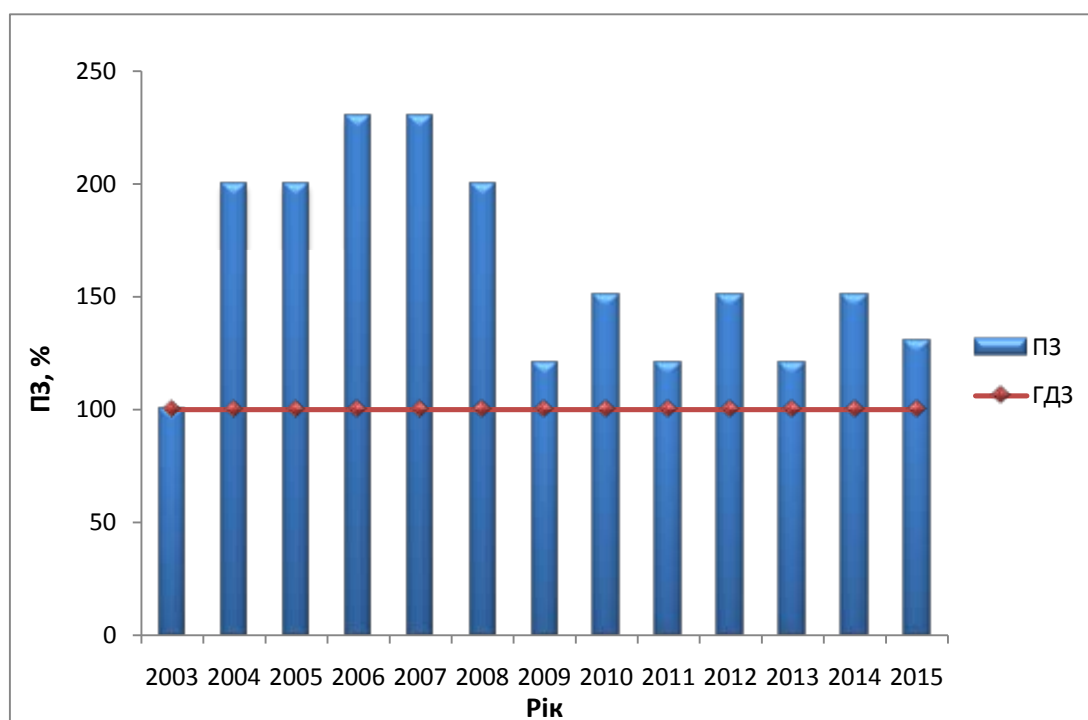
ступінь небезпечності – «дуже небезпечний», в м. Ізмаїл рівень забруднення – «припустимий», ступінь небезпечності – «безпечний».

Таблиця 3.2 – Оцінка забруднення атмосферного повітря формальдегідом

Місто	Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Відсоток випадків перевищення показника ГДЗ
Одеса	Неприпустимий	Дуже небезпечний	100
Миколаїв	Неприпустимий	Дуже небезпечний	100
Херсон	Неприпустимий	Дуже небезпечний	92
Ізмаїл	Припустимий	Безпечний	0

Наступним етапом аналізу став розрахунок *ПЗ* атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я фенолом. Спостереження за забрудненням фенолом ведуться у двох містах – Херсон та Одеса.

На рис. 4.8 – 4.9 наведено динаміку зміни *ПЗ* атмосферного повітря фенолом у 2003 – 2015 рр.

Рис. 4.8 – Динаміка зміни *ПЗ* атмосферного повітря фенолом у м. Одеса.

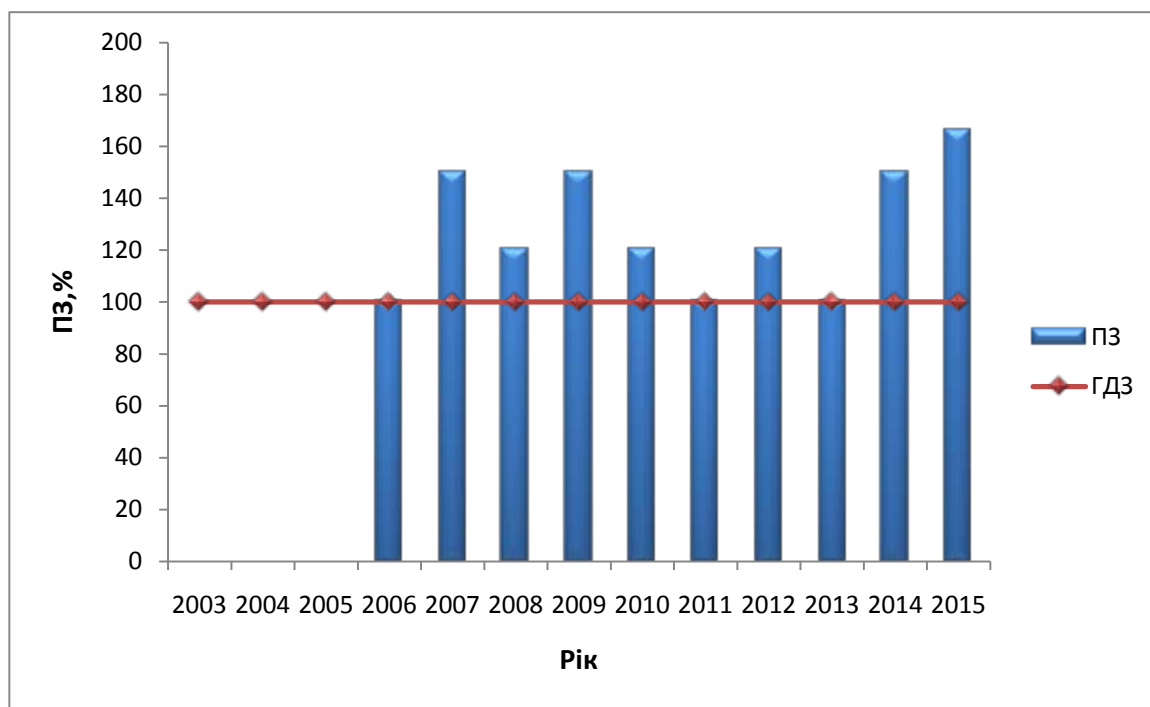


Рис. 4.9 – Динаміка зміни ІЗ атмосферного повітря фенолом у м. Херсон.

Аналіз показує, що у м. Одеса максимальні значення ІЗ відзначались у 2004 – 2008 рр. (200 – 230 %). З 2009 р. відзначення зменшення рівня забруднення фенолом, ІЗ не перевищував 150 %. У м. Херсон рівень забруднення фенолом нижче, ніж у Одесі. Відзначались перевищення показника ГДЗ в окремі роки (120 – 166 %).

На рис. 4.10 наведено порівняльний графік значень ІЗ для міст, що розглядаються. У додатку Б (рис. Б.2) наведено просторовий розподіл ІЗ. З рисунків видно, що максимальний рівень забруднення у більшості років відзначався у м. Одеса.

У табл. 4.3 наведено результати оцінки забруднення атмосферного повітря фенолом. В обох містах рівень забруднення класифікувався як «неприпустимий», ступінь небезпечності – «дуже небезпечний».

Далі був розрахований ІЗ атмосферного повітря досліджуваних міст фтористим воднем. Спостереження за забрудненням фтористим воднем також ведуться у двох містах – Миколаїв та Одеса. Результати розрахунків представлені графічно на рис. 4.11 – 4.12. Аналіз рисунків показує, що в

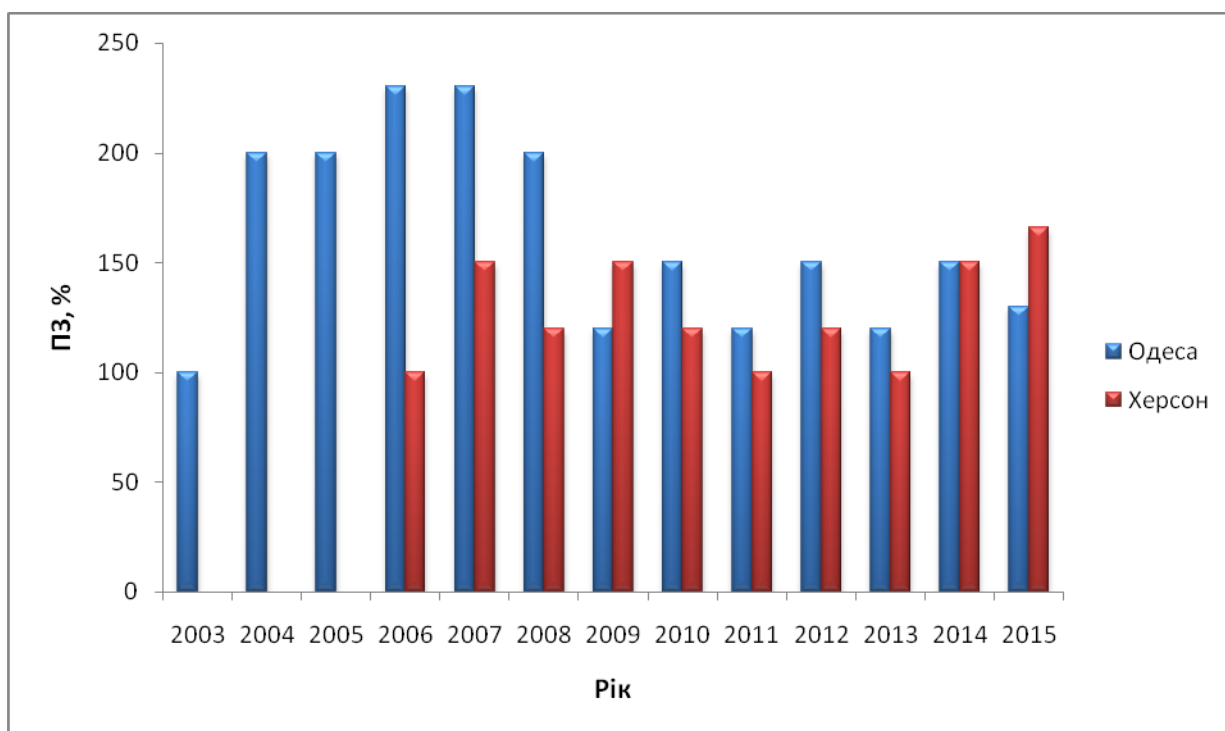


Рис. 4.10 – Значення *ПЗ* атмосферного повітря фенолом міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Таблиця 4.3 – Оцінка забруднення атмосферного повітря фенолом

Місто	Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Відсоток випадків перевищення показника <i>ГДЗ</i>
Одеса	Неприпустимий	Дуже небезпечний	92
Херсон	Неприпустимий	Дуже небезпечний	67

Одесі відзначались постійні перевищення показника *ГДЗ* на рівні 160 – 200 %. Рівень забруднення атмосферного повітря за період дослідження майже не змінювався. У м. Миколаїв максимальні значення *ПЗ* відзначались у 2010 – 2011 рр. Проте його значення не перевищували 100 %.

На рис. 4.13 наведено порівняльний графік значень *ПЗ* для міст, що розглядаються. У додатку Б (рис. Б.3) наведено просторовий розподіл *ПЗ*. З рисунків видно, що максимальний рівень забруднення за весь період дослідження відзначався у м. Одеса.

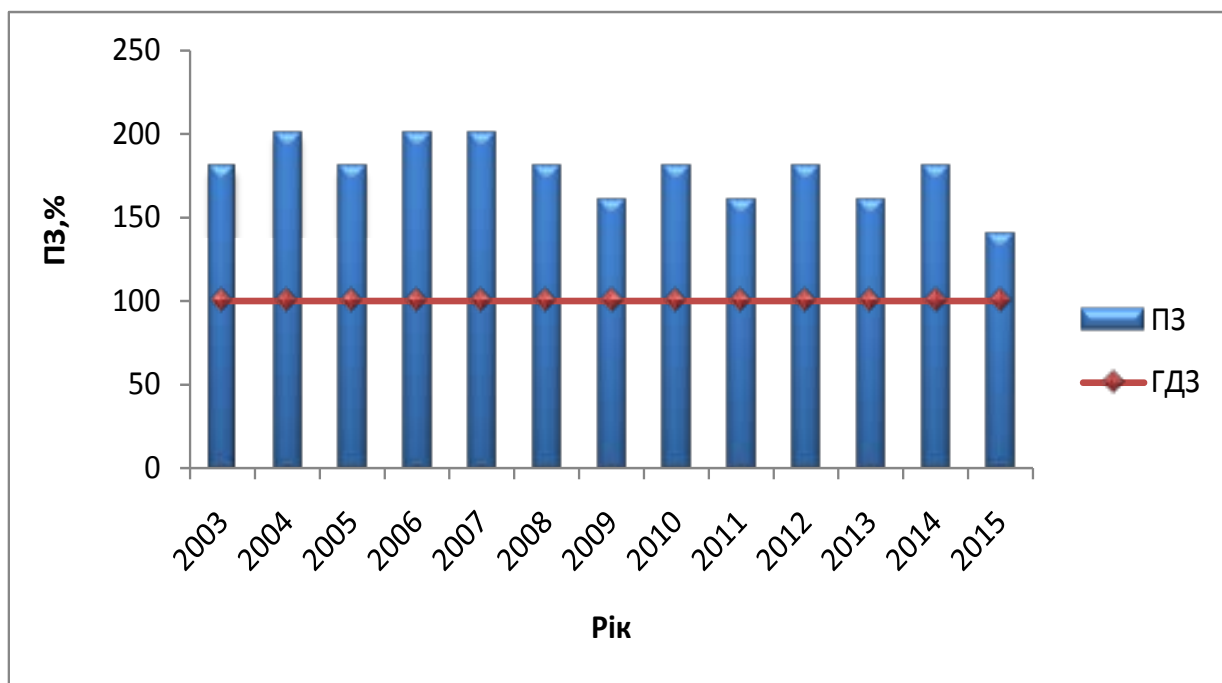


Рис. 4.11 – Динаміка зміни *ПЗ* атмосферного повітря фтористим воднем у м. Одеса.

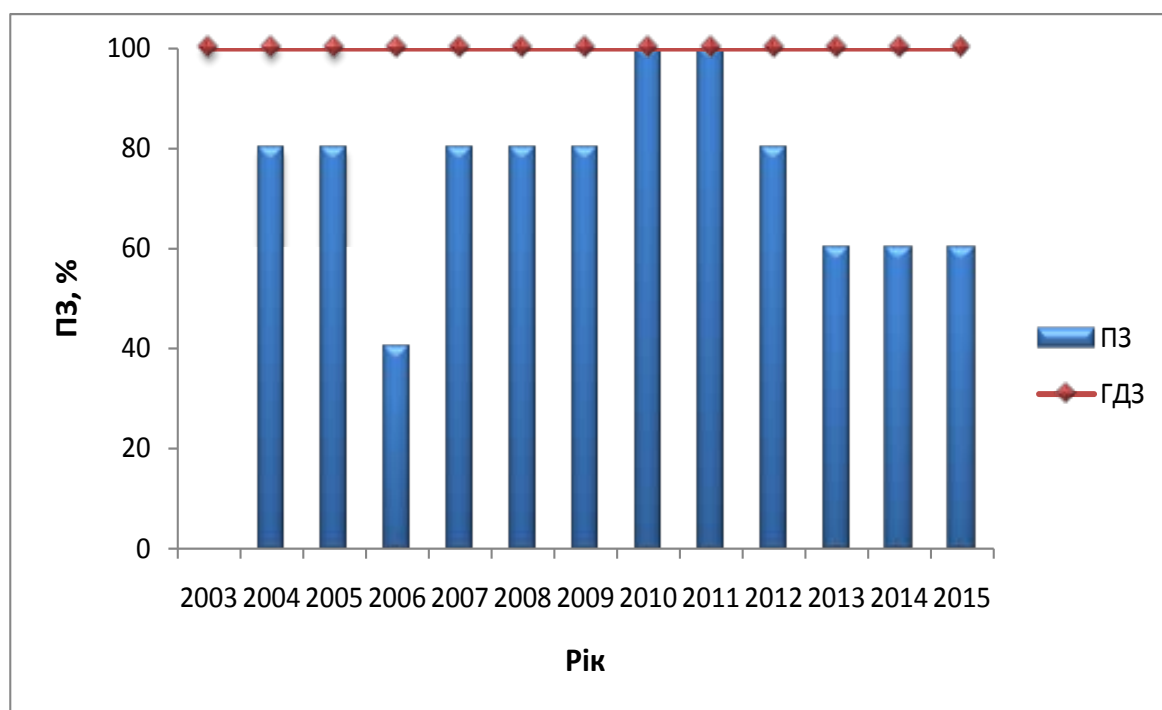


Рис. 4.12 – Динаміка зміни *ПЗ* атмосферного повітря фтористим воднем у м. Миколаїв.

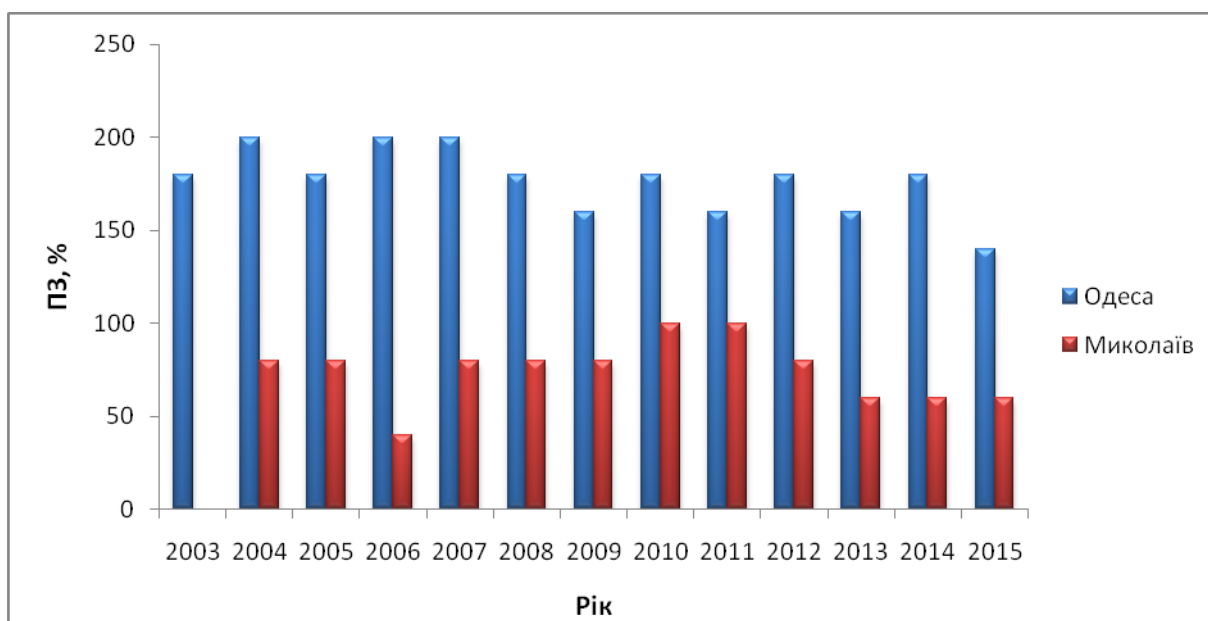


Рис. 4.13 – Значення *ПЗ* атмосферного повітря фтористим воднем міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

У табл. 4.4 наведено результати оцінки забруднення атмосферного повітря фтористим воднем.

Таблиця 4.4 – Оцінка забруднення атмосферного повітря фтористим воднем

Місто	Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Відсоток випадків перевищення показника <i>ГДЗ</i>
Одеса	Неприпустимий	Дуже небезпечний	100
Миколаїв	Припустимий	Безпечний	0

Отже, у м. Миколаїв рівень забруднення фтористим воднем є «припустимим», а ступінь небезпечності визначається як «безпечний». Що стосовно м. Одеса, то тут рівень забруднення є «неприпустимим», ступінь небезпечності – «дуже небезпечний».

Так, отримані результати свідчать про те, що найбільший рівень забруднення відзначається в усіх містах за вмістом формальдегіду.

4.2 Оцінка рівня забруднення на основі розрахунку *I*ЗА

Для визначення переліку речовин, які дають найбільший внесок в рівень забруднення міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я, були розраховані *I*ЗА окремими речовинами, а також використані дані попередніх досліджень, представлені у [35]. Був проаналізований середньорічний вміст наступних ЗР: пил, діоксид сірки, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід, фенол та фтористий водень.

Аналіз вихідної інформації показав, що в усіх містах максимальні перевищення *ГДК* і відповідно максимальні значення одиничних *I*ЗА відзначаються для такої речовини, як формальдегід.

На рис. 4.14 – 4.16 наведено динаміку зміни одиничних *I*ЗА для окремих міст в 2003 – 2015 рр. На рис. 4.17 наведено динаміку зміни *KI*ЗА міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

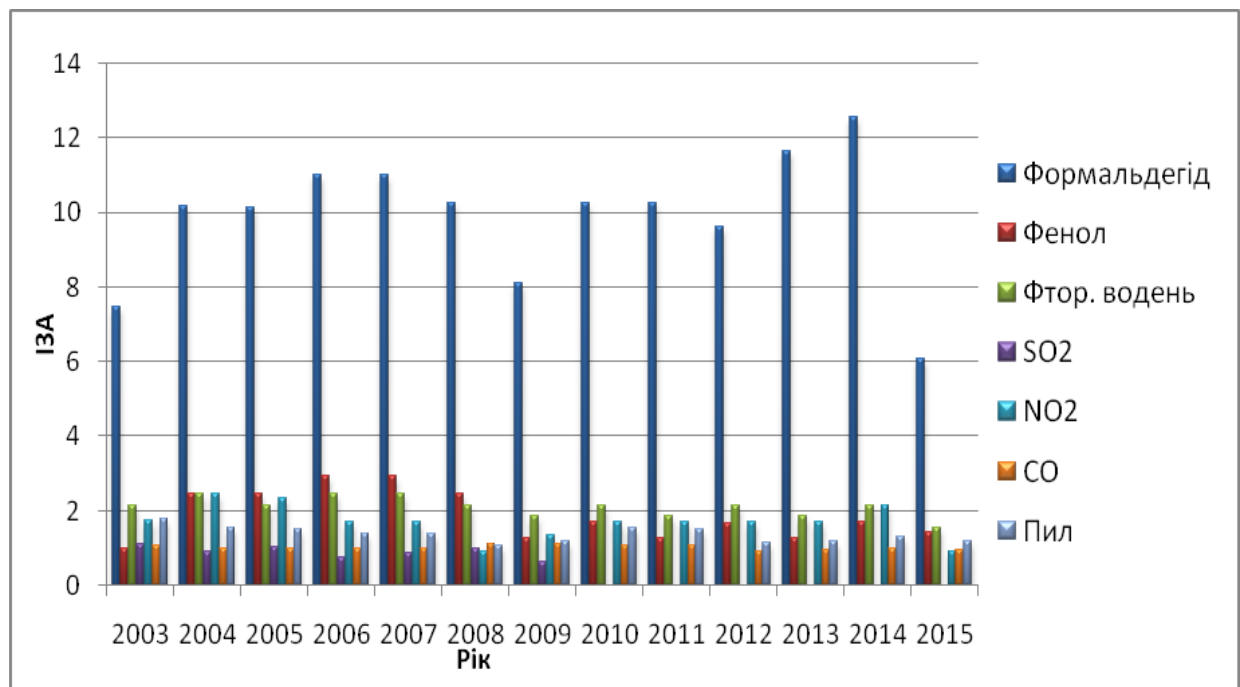


Рис. 4.14 – Динаміка зміни *I*ЗА м. Одеса в 2003 – 2015 рр.

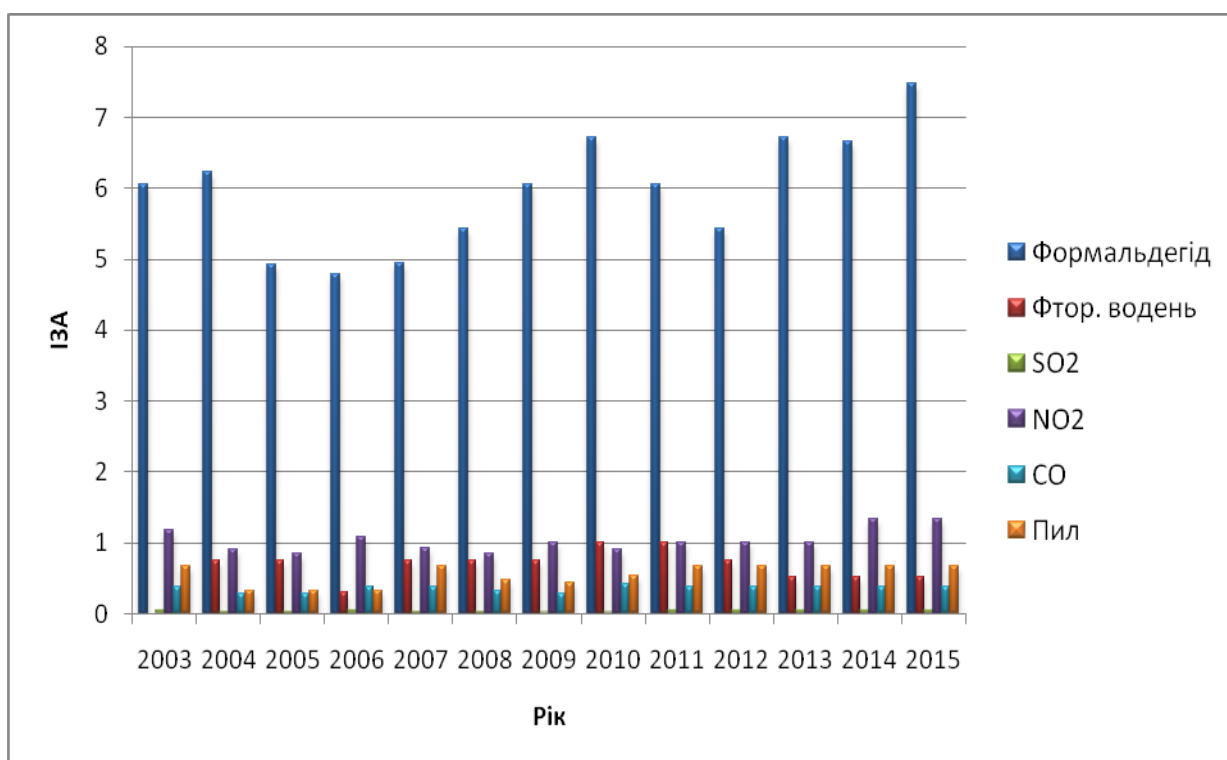


Рис. 4.15 – Динаміка зміни *ІЗА* м. Миколаїв в 2003 – 2015 рр.

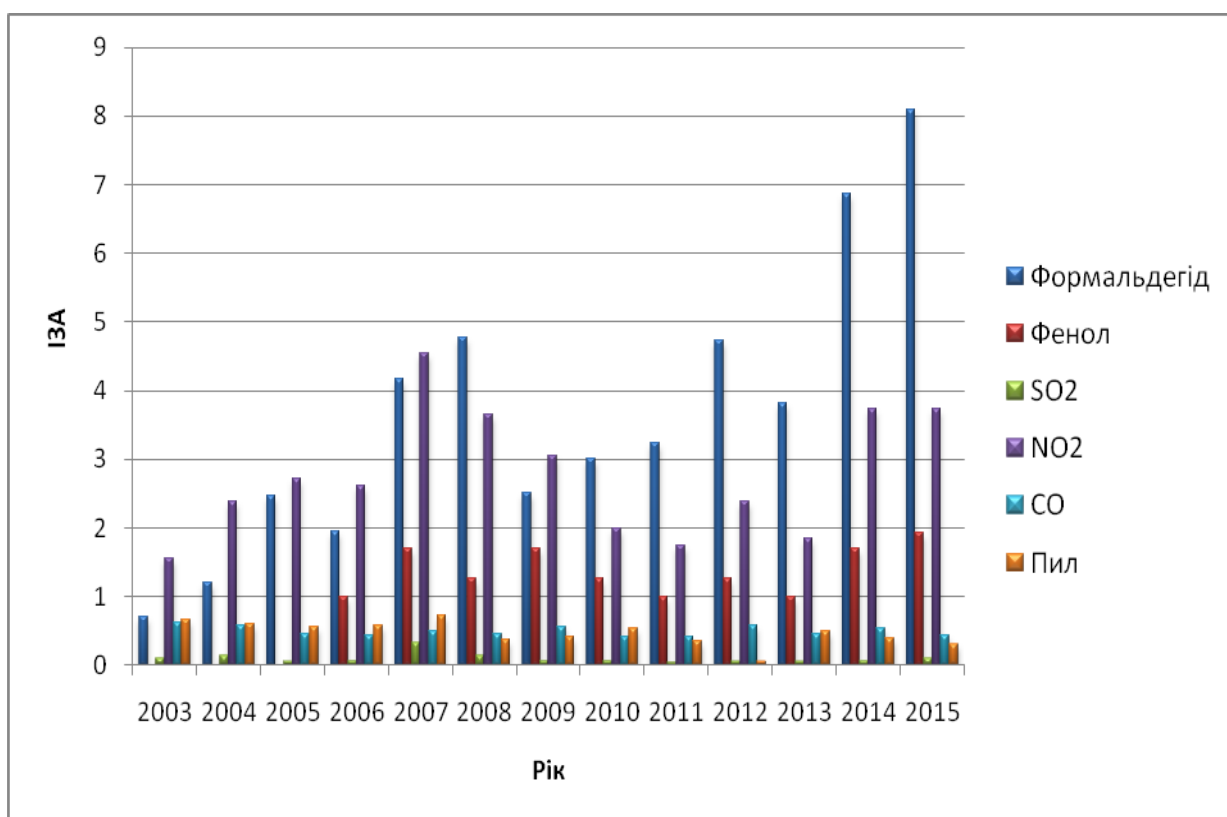


Рис. 4.16 – Динаміка зміни *ІЗА* м. Херсон в 2003 – 2015 рр.

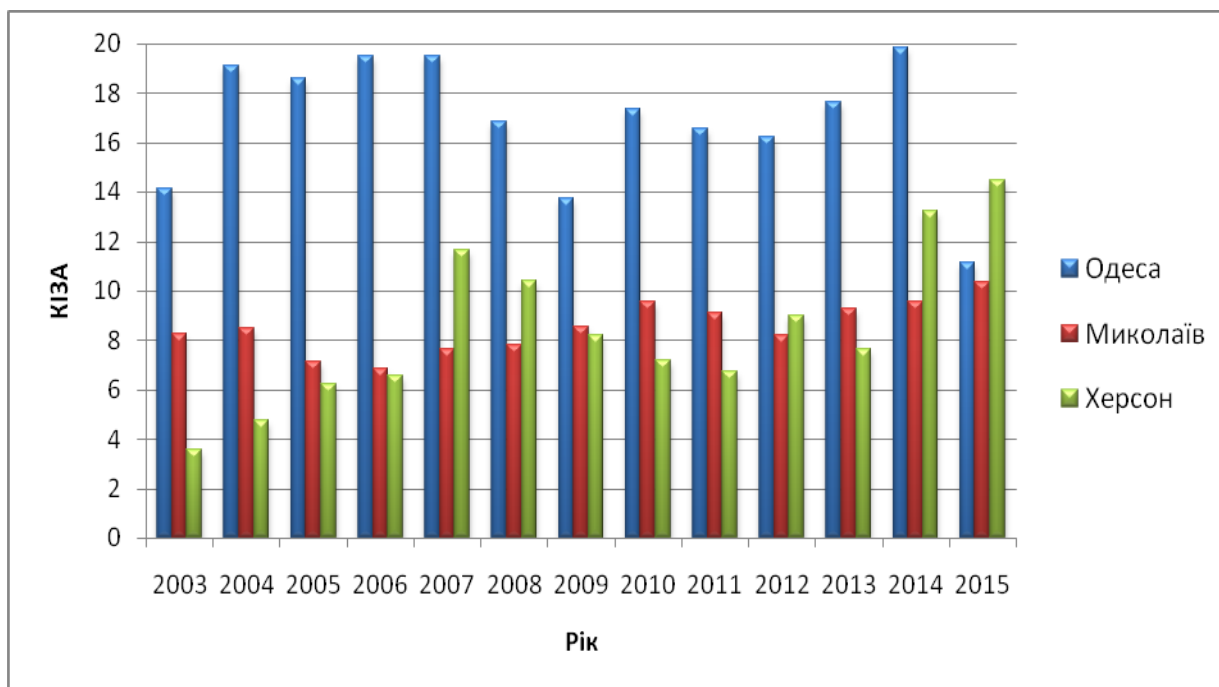


Рис. 4.17 – Динаміка зміни *KIZA* міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я.

Розрахунок *KIZA* проводився з урахуванням 5 ЗР, які мали максимальні значення *IZA* згідно формули (3.8). Для м. Одеса це були такі речовини, як пил, діоксид азоту, формальдегід, фенол, фтористий водень, для м. Миколаїв – пил, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід, фтористий водень, для м. Херсон – пил, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід, фенол. Тобто специфічні ЗР, вміст яких є предметом дослідження, дають значний внесок в загальний рівень забруднення повітряного басейну.

Аналіз рисунків показує, що максимальний рівень забруднення відзначається в м. Одеса. Найбільше значення *KIZA* відзначено у 2014 р. (м. Одеса) і склало 19,84.

Виходячи з отриманих значень *KIZA*, можна виконати класифікацію рівнів забруднення атмосфери міст, що розглядаються. Результати класифікації відповідно до категорій якості атмосферного повітря наведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Класифікація рівнів забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я

Рік	Рівень забруднення атмосфери		
	Одеса	Миколаїв	Херсон
2003	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2004	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2005	сильно забруднений	слабко забруднений	слабко забруднений
2006	сильно забруднений	слабко забруднений	слабко забруднений
2007	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2008	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2009	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2010	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2011	сильно забруднений	забруднений	слабко забруднений
2012	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2013	сильно забруднений	забруднений	забруднений
2014	сильно забруднений	забруднений	сильно забруднений
2015	забруднений	забруднений	сильно забруднений

З таблиці видно, що рівень забруднення атмосферного повітря м. Одеса у всі роки характеризувався як «сильно забруднений», окрім 2015 р., який характеризується рівнем «забруднений». Для м. Миколаїв і Херсон в різні роки відзначалися рівні «слабко забруднений» та «забруднений», окрім 2014 та 2015 рр. для м. Херсон, які характеризуються рівнем «сильно забруднений».

4.3 Дослідження впливу вмісту оксиду вуглецю на вміст формальдегіду в атмосферному повітрі

Відомо, що основним антропогенним джерелом утворення формальдегіду в атмосферному повітрі є викиди вихлопних газів автотранспорту, особливо продуктів неповного згоряння палива, до яких відноситься оксид вуглецю. Тому нами була зроблена спроба виявити зв'язок між вмістом в атмосферному повітрі вказаних ЗР. З цією метою була застосована методика кореляційного аналізу (п. 3.3). Окремі результати цієї частини роботи були висвітлені у [36].

Нажаль, наявні дані для аналізу були різномірні: середньомісячні концентрації для м. Одеса у 2003 – 2013 рр. і м. Миколаїв у 2013 – 2016 рр. та середньорічні концентрації для м. Херсон у 2005 – 2016 рр. Тому розрахунки проводилися за різними схемами для окремих міст.

У м. Одеса спостереження за вмістом формальдегіду проводяться на 4 стаціонарних постах – 10, 17, 18, 19.

В ході роботи були побудовані графіки ходу середньомісячних концентрацій оксиду вуглецю та формальдегіду у м. Одеса (рис. 4.18 – рис. 4.28) та розраховані коефіцієнти кореляції для періоду дослідження (табл. 4.6).

Аналіз рисунків показує, що залежність між концентрацією оксиду вуглецю та формальдегіду у різні роки не є однозначною.

Більш точну характеристику можна отримати із розрахованих значень коефіцієнтів кореляції (r_{xy}). Аналіз табл. 4.6 показує, що в більшості випадків зв'язок між вмістом оксиду вуглецю та формальдегіду в атмосферному повітрі м. Одеса характеризується як «середній» (синій колір – зв'язок «середній», червоний колір – зв'язок «тісний»). Слід також відзначити, що відзначаються від'ємні значення r_{xy} , що вказує на зворотній зв'язок і, відповідно, на наявність додаткових джерел надходження формальдегіду.

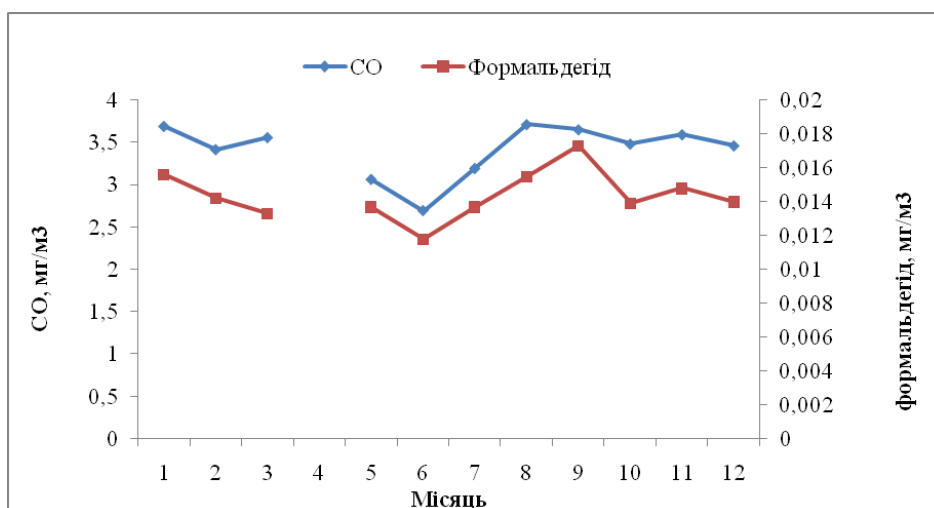


Рис. 4.18 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2003 р.

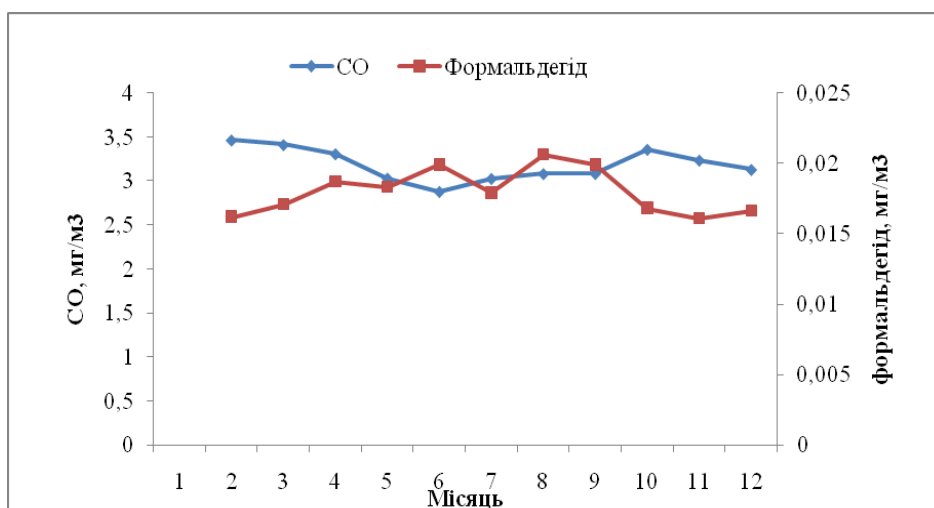


Рис. 4.19 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2004 р.

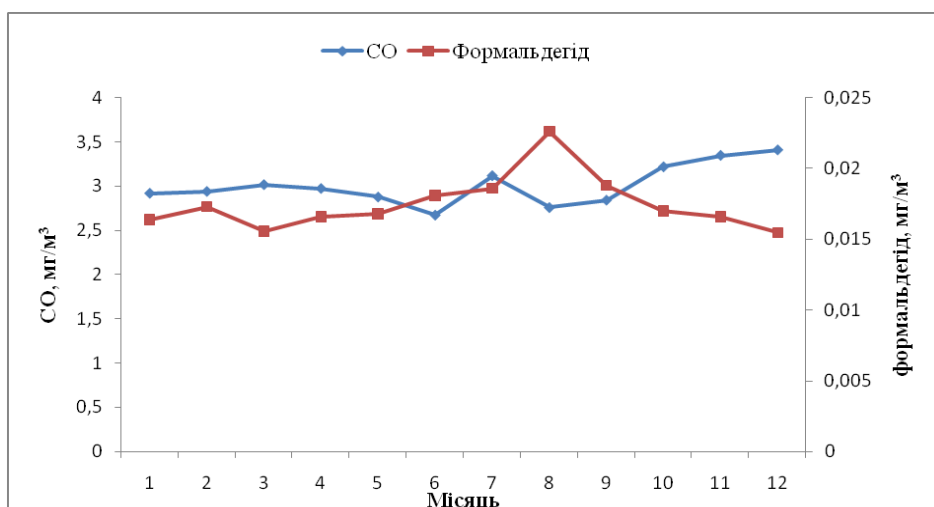


Рис. 4.20 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2005 р.

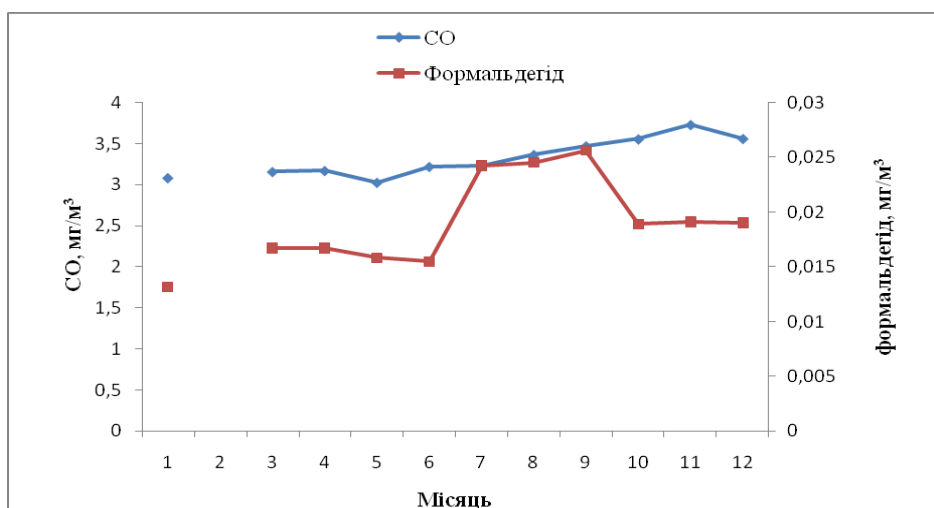


Рис. 4.21 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2006 р.

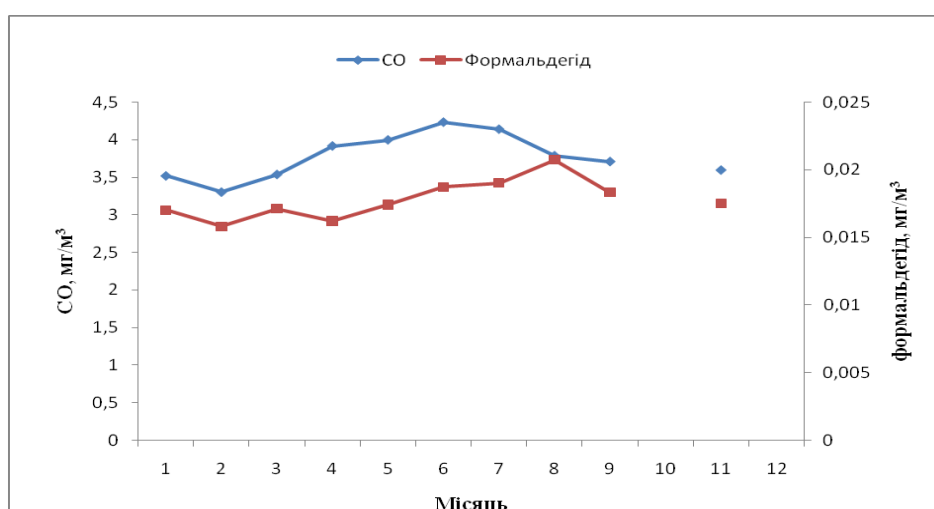


Рис. 4.22 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2007 р.

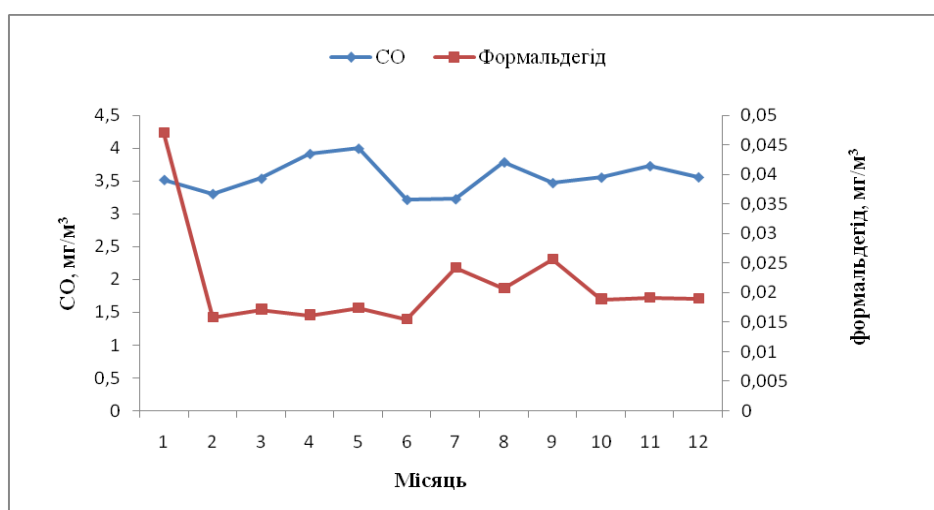


Рис. 4.23 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2008 р.

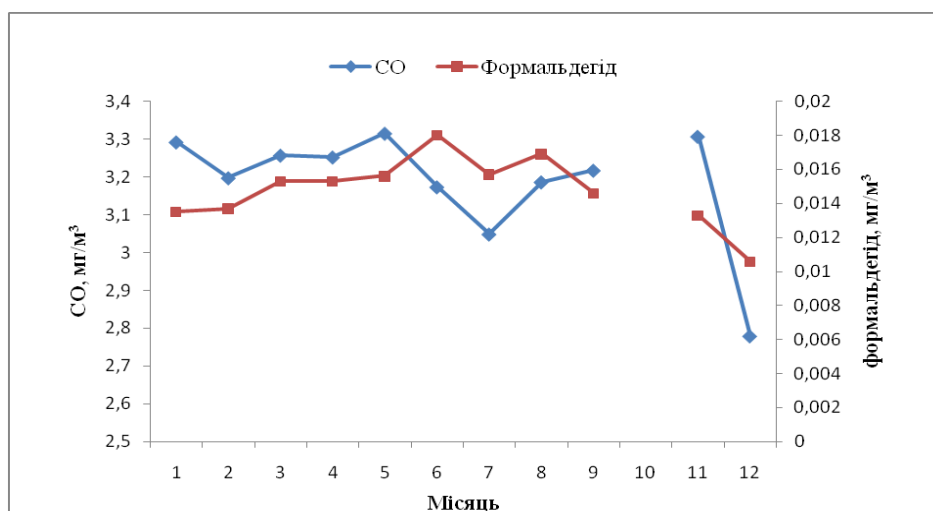


Рис. 4.24 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2009 р.

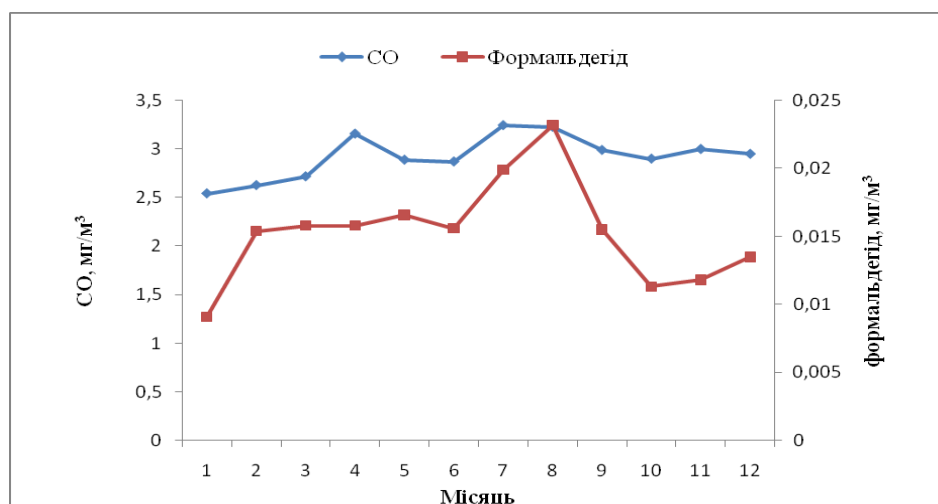


Рис. 4.25 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2010 р.

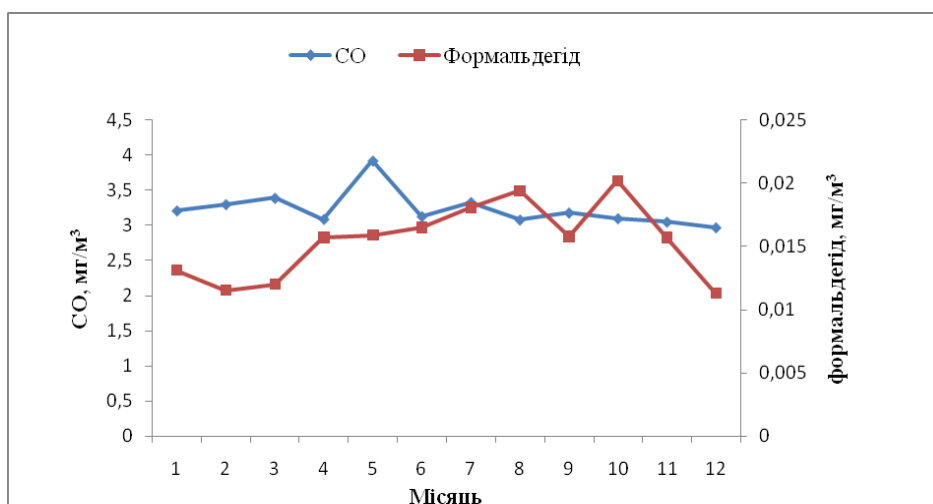


Рис. 4.26 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2011 р.

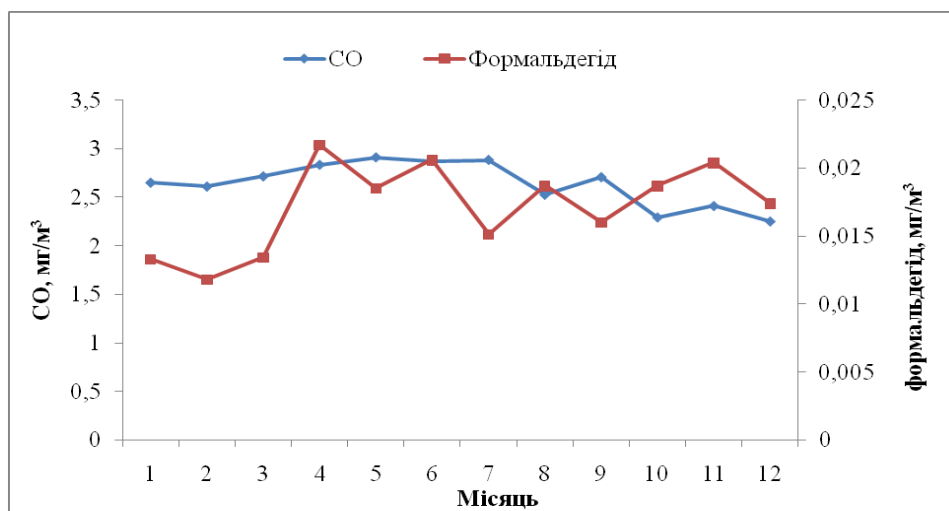


Рис. 4.27 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2012 р.

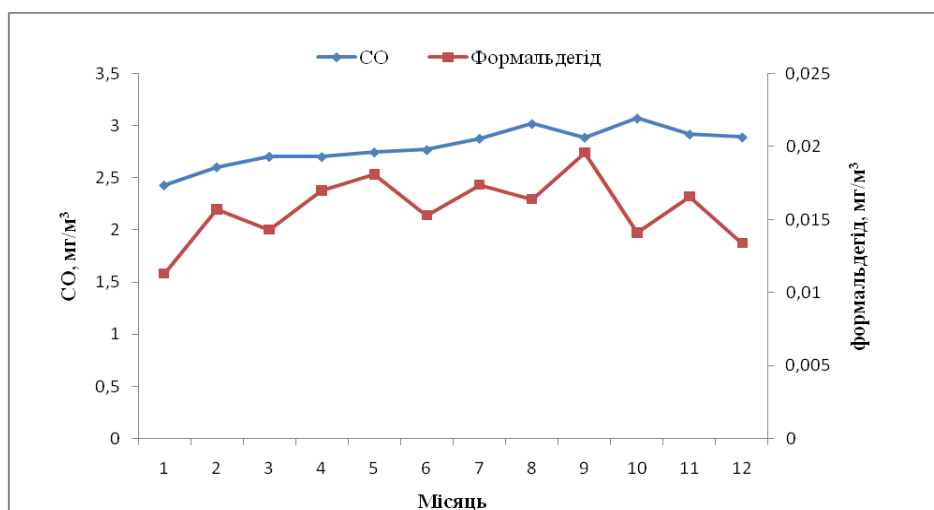


Рис. 4.28 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Одеса у 2013 р.

Максимальна кількість випадків наявності середнього та тісного кореляційного зв'язку відзначається для постів № 17 та 18, які розташовані в районі автовокзалу та вул. Балківської. Ці райони характеризуються досить інтенсивним рухом автотранспорту.

У м. Миколаїв спостереження за вмістом формальдегіду ведуться на усіх 4 постах. Згідно з наявними даними аналогічно були побудовані графіки ходу середньомісячних концентрацій у 2013 – 2014 рр. (рис. 4.29 – рис. 4.32). Як і для м. Одеса, зв'язок між концентраціями двох речовин, що досліджуються, є неоднозначним. Загальних тенденцій не виявлено.

Таблиця 4.6 – Значення r_{xy} для окремих постів та по місту в цілому для м. Одеса у 2003 – 2013 рр.

Рік	r_{xy}				
	пост 10	пост 17	пост 18	пост 19	по місту в цілому
2003	0,89	0,50	0,57	0,66	0,78
2004	-0,02	-0,58	-0,82	-0,70	-0,65
2005	0,11	-0,24	-0,40	-0,18	-0,54
2006	0,28	0,46	0,73	0,45	0,45
2007	-0,17	0,69	0,70	0,28	0,49
2008	-0,24	0,45	0,40	0,35	-0,12
2009	0,51	-0,07	0,52	0,59	0,45
2010	0,92	0,51	0,63	0,59	0,65
2011	-0,15	-0,47	-0,25	0,34	-0,06
2012	-0,05	0,29	0,04	0,06	-0,03
2013	0,56	-0,04	-0,21	-0,17	0,36

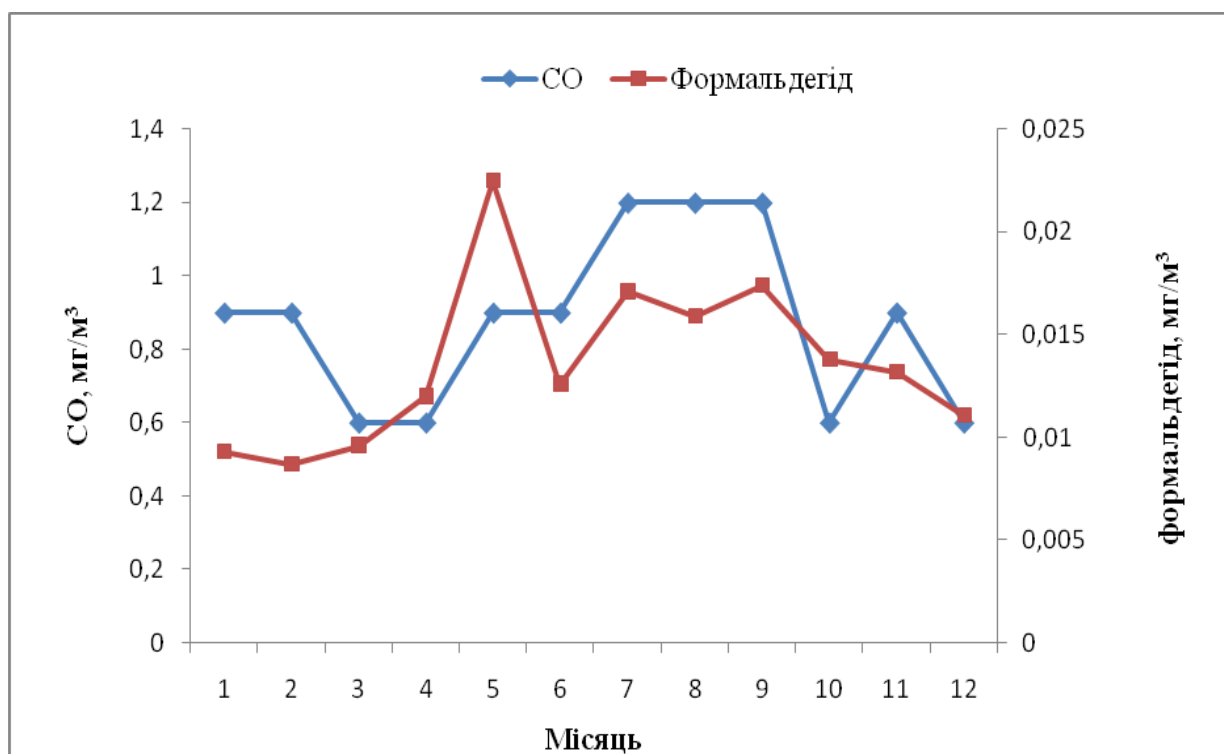


Рис. 4.29 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Миколаїв у 2013 р.

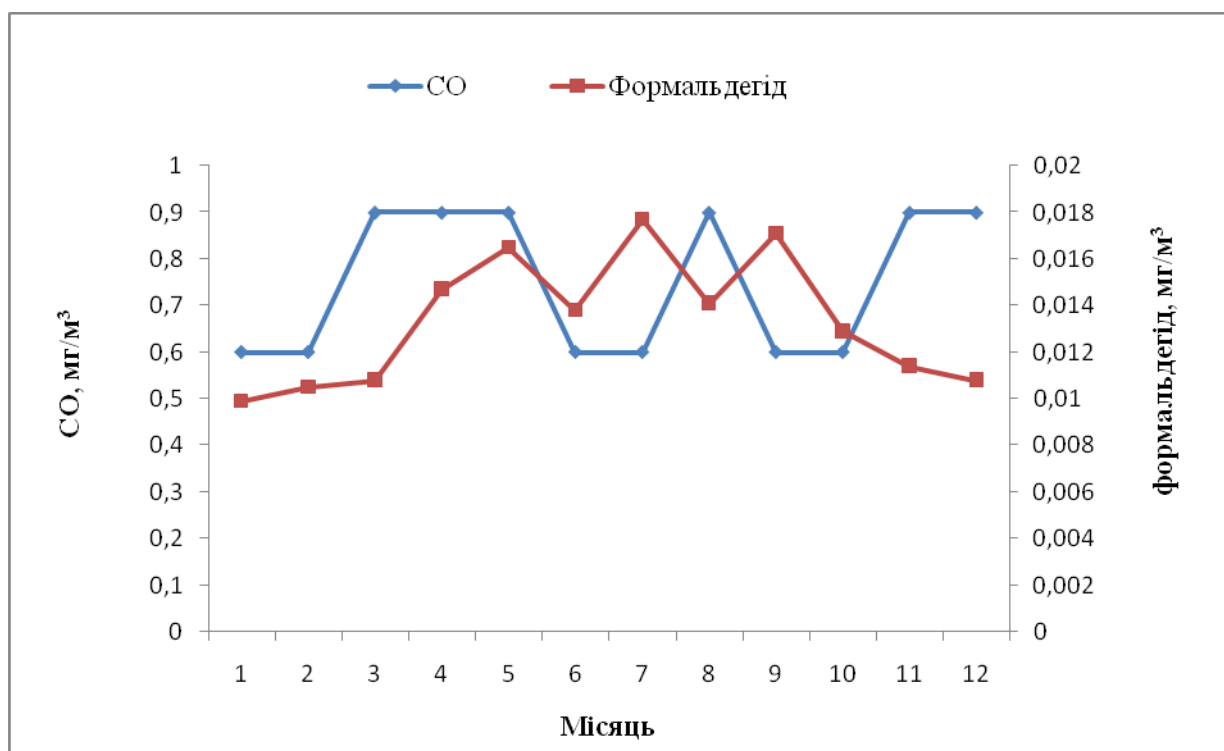


Рис. 4.30 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Миколаїв у 2014 р.

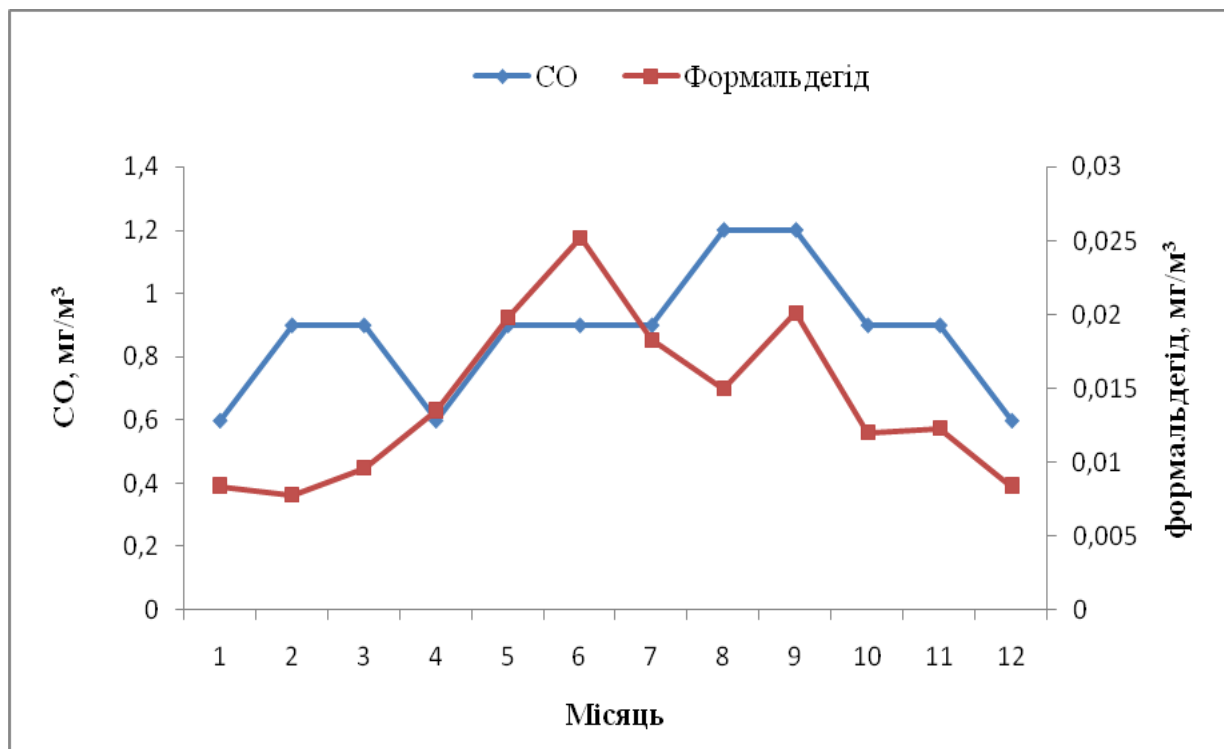


Рис. 4.31 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Миколаїв у 2015 р.

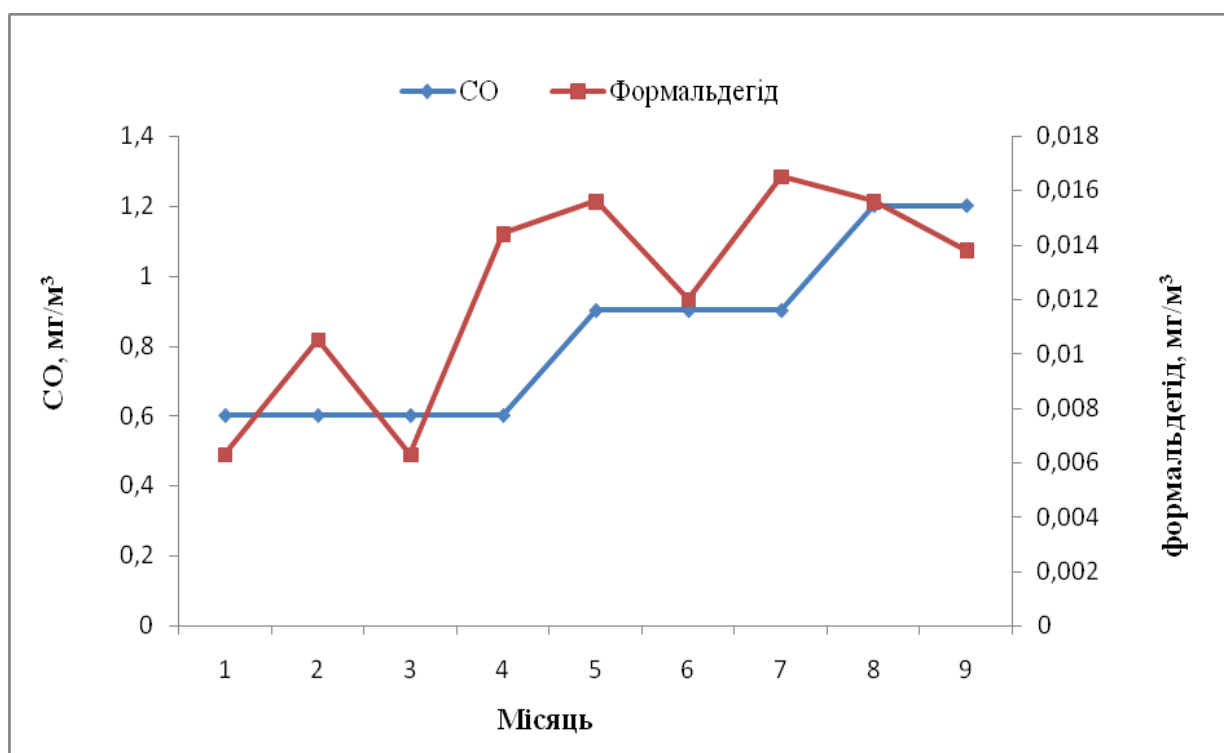


Рис. 4.32 – Середньомісячні концентрації CO та $HCHO$ у м. Миколаїв у 2016 р.

У табл. 4.7 наведено результати розрахунку r_{xy} окремо по постах контролю та по м. Миколаїв в цілому за 2013 – 2016 рр.

Таблиця 4.7 – Значення r_{xy} для окремих постів та по місту в цілому для м. Миколаїв у 2013 – 2016 рр.

Рік	r_{xy}				
	пост 1	пост 2	пост 3	пост 4	по місту в цілому
2013	—	—	—	—	0,50
2014	-0,14	-0,06	0,05	-0,13	-0,11
2015	0,62	0,25	0,22	0,16	0,46
2016	0,45	0,24	0,53	0,79	0,64

Аналіз показує, що по місту в цілому в більшості випадків зв'язок характеризується також як «середній».

Для м. Херсон був побудований графік ходу середньорічних концентрацій оксиду вуглецю та формальдегіду за 2005 – 2016 рр. (рис. 4.33).

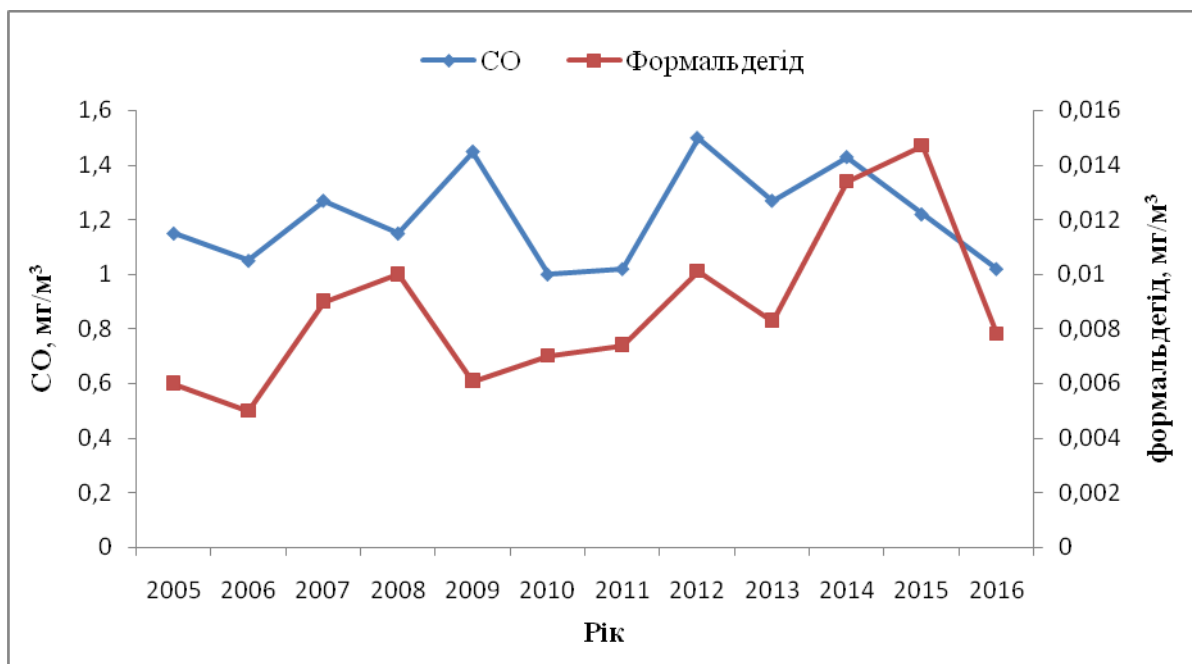


Рис. 4.33 – Середньорічні концентрації CO та $HCHO$ у м. Херсон у 2005 – 2016 рр.

Аналіз рис. 4.33 вказує на наявність зв'язку між концентраціями речовин, що досліджуються. Розраховане значення r_{xy} для м. Херсон за 2005 – 2016 рр. склало 0,40, що характеризує тісноту зв'язку як «середній».

Так, виконані розрахунки дозволяють зробити висновок, що вміст формальдегіду в атмосферному повітрі суттєво залежить від концентрацій оксиду вуглецю, джерелом якого переважно є автомобільний транспорт. Але поряд з цим значний внесок дають інші джерела забруднення. Найбільш тісний зв'язок визначено у м. Одеса в районі крупних автомобільних магістралей.

ВИСНОВКИ

У виконаній магістерській роботі було розглянуто вплив основних антропогенних джерел забруднення на стан атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я, а також виконано оцінку рівня забруднення атмосфери специфічними ЗР (формальдегід, фенол, фтористий водень). Були проаналізовані офіційні опубліковані матеріали щодо обсягів надходження ЗР у повітряний басейн, а також дані моніторингових спостережень у окремих містах району дослідження.

Виконані розрахунки та аналіз дозволяють зробити такі висновки по роботі:

1. В Одеській області з 2009 р. відзначено обсягів викидів ЗР за рахунок зменшення викидів від пересувних джерел. Максимальні викиди ЗР здійснюють об'єкти промисловості, виробництва електроенергії, газу та води, а також транспорту та зв'язку. Основними забруднювачами атмосферного повітря у 2015 р. серед стаціонарних джерел визначено ПАТ «Одеський припортовий завод», ПрАТ «Газтранзит», ПАТ «Одесагаз». Головним забруднювачем за кількістю викидів є ПАТ «Одесагаз».
2. У Миколаївській області також відзначається загальне зниження обсягів викидів ЗР за період 2011 – 2015 рр. Основний внесок в забруднення повітряного басейну вносять підприємства енергетики, промисловості, а також видобутку та розподілу палива та енергії. До переліку основних підприємств-забруднювачів області у 2015 р. віднесено 13 підприємств. Головними підприємствами-забруднювачами Миколаївської області є ПАТ «Югцемент», ТОВ «Миколаївський глиноземний завод», Миколаївське ЛВУМГ ПАТ «Укртрансгаз», ПАТ «Миколаївгаз».

3. Головним джерелом забруднення атмосферного повітря Херсонської області також є автотранспорт. Хоча з 2011 р. відзначається значне зниження обсягів його викидів (близько 25 %). Основними забруднювачами атмосферного повітря є підприємства, які займаються виробництвом та розподіленням електроенергії, газу та води. Основними забруднювачами серед стаціонарних джерел у 2015 р. було визначено 6 підприємств. Найбільший внесок в рівень забруднення повітряного басейну серед стаціонарних джерел дають Херсонське ЛВУМГ та Херсонський НПЗ.
4. Розрахунок *ПЗ* атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я формальдегідом у 2003 – 2015 рр. показав, що рівень забруднення у м. Одеса не зазнавав значних коливань, значення *ПЗ* змінювались в межах 400 – 700 %. У м. Миколаїв максимальні значення *ПЗ* відзначались у 2004, 2010 рр. та 2013 – 2015 рр. (більше 400 %). У м. Херсон відзначено тенденцію поступового підвищення *ПЗ* атмосфери формальдегідом в період 2003 – 2008 рр., різке зменшення у 2009 р. з подальшим підвищенням до 2015 р. Значення *ПЗ* у 2014 р. є максимальним і складає 500 %. *ПЗ* атмосферного повітря формальдегідом у більшості випадків перевищує показник *ГДЗ* (100 %). Виключення складає значення *ПЗ* у м. Херсон у 2003 р. та у м. Ізмаїл.
5. Максимальний рівень забруднення за весь період дослідження відзначався у м. Одеса, мінімальний – у м. Херсон та Ізмаїл. Це може бути спричинено викидами від пересувних джерел. У всіх містах, крім м. Ізмаїл, відзначається єдиний рівень забруднення – «неприпустимий», та ступінь небезпечності – «дуже небезпечний», в м. Ізмаїл рівень забруднення – «припустимий», ступінь небезпечності – «безпечний».
6. Спостереження за забрудненням фенолом ведуться у двох містах – Херсон та Одеса. У м. Одеса максимальні значення *ПЗ* відзначались у

- 2004 – 2008 рр. (200 – 230 %). З 2009 р. відзначення зменшення рівня забруднення фенолом, *ПЗ* не перевищував 150 %. У м. Херсон рівень забруднення фенолом нижче, ніж у Одесі. Відзначались перевищення показника *ГДЗ* в окремі роки (120 – 166 %).
7. Максимальний рівень забруднення у більшості років відзначався у м. Одеса. В обох містах рівень забруднення класифікувався як «неприпустимий», ступінь небезпечності – «дуже небезпечний».
 8. Спостереження за забрудненням фтористим воднем також ведуться у двох містах – Миколаїв та Одеса. В Одесі відзначались постійні перевищення показника *ГДЗ* на рівні 160 – 200 %. Рівень забруднення атмосферного повітря майже не змінювався. У м. Миколаїв максимальні значення *ПЗ* відзначались у 2010 – 2011 рр. Проте його значення не перевищували 100 %.
 9. Максимальний рівень забруднення за весь період дослідження відзначався у м. Одеса. У м. Миколаїв рівень забруднення фтористим воднем є «припустимим», а ступінь небезпечності визначається як «безпечний». У м. Одеса рівень забруднення є «неприпустимим», ступінь небезпечності – «дуже небезпечний».
 10. Для визначення переліку речовин, які дають найбільший внесок в рівень забруднення міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я, були розраховані *ІЗА* основними та специфічними ЗР. Аналіз вихідної інформації показав, що в усіх містах максимальні перевищення *ГДК* і відповідно максимальні значення одиничних *ІЗА* відзначаються по формальдегіду.
 11. Розрахунок *КІЗА* проводився з урахуванням 5 ЗР, які мали максимальні значення *ІЗА* (пил, діоксид азоту, формальдегід, фенол, фтористий водень для м. Одеса; пил, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід, фтористий водень для м. Миколаїв; пил, діоксид азоту, оксид вуглецю, формальдегід, фенол для м. Херсон).

12. Максимальний рівень забруднення відзначається в м. Одеса. Найбільше значення *KI3A* відзначено у 2014 р. (м. Одеса) і склало 19,84.
13. Рівень забруднення атмосферного повітря м. Одеса за значенням *KI3A* у всі роки характеризувався як «сильно забруднений», окрім 2015 р. Для м. Миколаїв і Херсон в різні роки відзначалися рівні «слабко забруднений» та «забруднений», окрім 2014 та 2015 рр. для м. Херсон.
14. Було проаналізовано зв'язок між вмістом в атмосферному повітрі оксиду вуглецю та формальдегіду на основі кореляційного аналізу. Розрахунки проводилися за різними схемами для окремих міст.
15. У м. Одеса залежність між концентрацією оксиду вуглецю та формальдегіду у різні роки не є однозначною. Отримані значення коефіцієнтів кореляції показали, що в більшості випадків зв'язок характеризується як «середній». Слід також відзначити, що відзначаються від'ємні значення r_{xy} , що вказує на зворотній зв'язок і, відповідно, на наявність додаткових джерел надходження формальдегіду. Максимальна кількість випадків наявності середнього та тісного кореляційного зв'язку відзначається для постів № 17 та 18, які розташовані в районі автовокзалу та вул. Балківської. Ці райони характеризується досить інтенсивним рухом автотранспорту.
16. У м. Миколаїв зв'язок між концентраціями двох речовин також є неоднозначним. Загальних тенденцій не виявлено. По місту в цілому в більшості випадків зв'язок характеризується також як «середній».
17. Для м. Херсон розраховане значення r_{xy} за 2005 – 2016 рр. склало 0,40, що характеризує тісноту зв'язку як «середній».

Так, отримані результати свідчать про те, що найбільший рівень забруднення відзначається в усіх містах за вмістом формальдегіду. Серед міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я найбільший рівень забруднення за усіма домішками відзначається у м. Одеса.

За значеннями розрахованих *ІЗА* виявлено, що специфічні ЗР дають значний внесок в загальний рівень забруднення повітряного басейну.

Вміст формальдегіду в атмосферному повітрі суттєво залежить від концентрацій оксиду вуглецю, джерелом якого переважно є автомобільний транспорт. Але поряд з цим значний внесок дають інші джерела забруднення. Найбільш тісний зв'язок визначено у м. Одеса в районі крупних автомобільних магістралей.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2014 році. Одеса, 2015. 250 с.
2. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2015 році. Одеса, 2016. 180 с.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Одеській області у 2013 р. Одеса, 2014. 257 с.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2014 році. Миколаїв, 2015. 215 с.
5. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2015 році. Миколаїв, 2016. 228 с.
6. Екологічний паспорт Миколаївської області за 2015 рік. Миколаїв, 2016. 134 с.
7. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Херсонській області у 2014 році. Херсон, 2015. 291 с.
8. Екологічний паспорт Херсонської області за 2015 рік. Херсон, 2016. 166 с.
9. Гигиена / Под ред. Румянцева Г.И. Москва: ГЭОТАР, Медицина, 2000. С. 104 – 105.
10. Вредные вещества в промышленности. Органические вещества: справочник / Под ред. Лазарева Н.В. и Левиной Э.Н. Ленинград: Химия, 1976. 623 с.
11. Електронний ресурс: URL:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C> (дата звернення: 09.06.2016).
12. Електронний ресурс: URL:
<https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D1%82%D0%BE%D1%80%D0%>

- BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D1%8C (дата звернення: 09.06.2016).
- 13.Електронний ресурс: URL: <http://www.novaecologia.org/voecos-360-1.html> (дата звернення: 09.06.2016).
 - 14.Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) / Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. № 201.
 - 15.Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. 116 с.
 - 16.Гончарова Л.Д., Шкільний Є.П. Методи обробки та аналізу гідрометеорологічної інформації (збірник задач і вправ): Навчальний посібник. Одеса: Екологія, 2007. 464 с.
 - 17.Планування кореляційного дослідження. URL: [http://pidruchniki.com/19050124/psihologiya/planuvannya_korelyatsiynog_o_doslidzhennya] (дата звернення: 12.10.2016).
 - 18.Патраман Х.С., Чугай А.В. Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я формальдегідом // Галузеві проблеми екологічної безпеки. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Харків: ХНАДУ, 2015. С. 68 – 69.
 - 19.Патраман Х.С., Чугай А.В. Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я окремими специфічними домішками // Тези науково-практичної конференції Всеукраїнського студентського конкурсу з галузі «Екологія та екологічна безпека». Полтава: ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2016. С. 27.
 20. Чугай А.В., Патраман Х.С. Аналіз забруднення повітряного басейну міста Херсон специфічними домішками // Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні. Матеріали XI міжнародної

- науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова, 2016. С. 226 – 228.
21. Чугай А.В., Боровська Г.О., Патраман Х.С. Забруднення атмосферного повітря окремих міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я фтористим воднем // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. 2016. № 1 (19). С. 16 – 22.
22. Електронний ресурс: URL:
<https://yandex.ua/images/search?text=%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0%20%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%96%D1%97%20%D0%BF%D1%96%D0%B2%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%BE-%D0%B7%D0%B0%D1%85%D1%96%D0%B4%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%20%D0%BF%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D1%80%27%D1%8F&styp e=image&lr=143&noreask=1&parent-reqid=1484138951714437-4481784265706564666109977-sas1-2649&source=wiz> (дата звернення: 11.01.2017).
23. Електронний ресурс: URL: http://geoknigi.com/book_view.php?id=1083 (дата звернення: 10.11.2015).
24. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2012 р. Київ, 2013. 416 с.
25. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2012 р. Миколаїв, 2013. 204 с.
26. Екологічний паспорт Миколаївської області за 2011 рік. Миколаїв, 2012. 100 с.
27. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2011 р. Миколаїв, 2012. 191 с.
28. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Миколаївській області у 2013 р. Миколаїв, 2014. 211 с.

- 29.Екологічний паспорт Херсонської області за 2009 р. Херсон, 2010. 120 с.
- 30.Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2012 р. Херсон, 2013. 305 с.
- 31.Екологічний паспорт Херсонської області за 2011 р. Херсон, 2012. 128 с.
- 32.Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Одеській області у 2013 р. Одеса, 2014. 257 с.
- 33.Екологічний паспорт Одеської області за 2013 р. Одеса, 2014. 139 с.
- 34.Екологічний паспорт Одеської області за 2014 р. Одеса, 2015. 181 с.
- 35.Чугай А.В., Колісник А.В., Демяненко О.В., Романенко С.Е. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я // Вісник ХНУ ім. В.Н. Каразіна. Сер. «Екологія». 2015. Вип. 13. С. 91 – 97.
- 36.Чугай А.В., Патраман Х.С. Дослідження впливу вмісту оксиду вуглецю на вміст формальдегіду в атмосферному повітрі / Збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». Кременчук: КНУ ім. М. Остроградського. С. 120.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1. Патраман Х.С., Чугай А.В. Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я формальдегідом // Галузеві проблеми екологічної безпеки. Матеріали I Міжнародної науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів. Харків: ХНАДУ, 2015. С. 68 – 69.
2. Патраман Х.С., Чугай А.В. Забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я окремими специфічними домішками // Тези науково-практичної конференції Всеукраїнського студентського конкурсу з галузі «Екологія та екологічна безпека». Полтава: ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2016. С. 27.
3. Чугай А.В., Патраман Х.С. Аналіз забруднення повітряного басейну міста Херсон специфічними домішками // Проблеми екології та енергозбереження в суднобудуванні. Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції. Миколаїв: НУК ім. адм. Макарова, 2016. С. 226 – 228.
4. Патраман Х.С. Аналіз забруднення повітряного басейну міста Миколаїв специфічними домішками / Матеріали XV наукової конференції молодих вчених. Одеса: ОДЕКУ, 2016. С. 88 – 89.
5. Патраман Х.С., Чугай А.В. Аналіз забруднення повітряного басейну міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я фенолом // Сучасний стан та якість навколишнього середовища окремих регіонів . Міжнародна наукова конференція молодих вчених. Одеса: ОДЕКУ, 2016. С. 183 – 185.
6. Чугай А.В., Боровська Г.О., Патраман Х.С. Забруднення атмосферного повітря окремих міст прибережної зони Північно-Західного

Причорномор'я фтористим воднем // Вестник Гидрометцентра Черного и Азовского морей. 2016. № 1 (19). С. 16 – 22.

7. Чугай А.В., Патраман Х.С. Дослідження впливу вмісту оксиду вуглецю на вміст формальдегіду в атмосферному повітрі / Збірник тез доповідей XIV Міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми екологічної безпеки». Кременчук: КНУ ім. М. Остроградського. С. 120.

ДОДАТКИ

Гігієнічні нормативи допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць

А. Значення встановлених коефіцієнтів комбінованої дії хімічних речовин ($K_{\text{кд}}$).

І. Перелік речовин, для яких при сумісній присутності в атмосферному повітрі встановлено ефект сумачії біологічної дії з $K_{\text{кд}}$ рівним 1,0 (при розрахунку за формулою):

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1,0$$

1. Ацетон, акролеїн, фталевий ангідрид.
2. Ацетон і фенол.
3. Ацетон і ацетофенон.
4. Ацетон, фурфурол, формальдегід і фенол.
5. Аерозолі п'ятиоксиду ванадію та оксидів марганцю.
6. Ацетальдегід і вінілацетат.
7. Аерозолі п'ятиоксиду ванадію і сірчистий ангідрид.
8. Аерозолі п'ятиоксиду ванадію і триоксиду хрому.
9. Азоту діоксид, гексен, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю.
10. Акрилова і метакрилова кислоти.
11. Акрилова і метакрилова кислоти, бутилакрилат, бутилметакрилат, метилакрилат, метилметакрилат.
12. Ацетон, трикрезол, фенол.
13. Аміак, сірководень.
14. Аміак, сірководень, формальдегід.
15. Аміак, формальдегід.
16. Азоту діоксид і оксид, мазутна зола, сірки діоксид.
17. Бензол і ацетофенон.
18. Валеріанова, капронова і масляна кислоти.
19. Вольфрамний і сірчистий ангідриди.
20. Гексахлоран і фазолон.
21. 2,3-Дихлор-1,4-нафтахінон і 1,4-нафтахінон.
22. 1,2-Діхлорпропан, 1,2,3-трихлорпропан, і тетрахлоретилен.
23. Ізопропілбензол і гідроперекис ізопропілбензолу.
24. Ізобутенілкарбінол і диметилвінілкарбінол.
25. Метилдигідропіран і метилентетрагідропіран.
26. Миш'яковистий ангідрид і свинцю ацетат.
27. Миш'яковистий ангідрид і германій.
28. Моно-, ді- і пропіламіни.
29. Озон, діоксид азоту, формальдегід.

Продовження додатку А

30. Оксид вуглецю, діоксид азоту, формальдегід, гексан.
31. Оксид вуглецю і пил цементного виробництва.
32. Оцтова кислота і оцтовий ангідрид.
33. Пропіонова кислота і пропіоновий альдегід.
34. Свинцю оксид і сірки діоксид.
35. Сірководень і формальдегід.
36. Сірчистий ангідрид і аерозоль сірчаної кислоти.
37. Сірчистий ангідрид і нікель металевий.
38. Сірчистий ангідрид і сірководень.
39. Сірчистий ангідрид і діоксид азоту.
40. Сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, фенол і пил конверторного виробництва.
41. Сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, діоксид азоту і фенол.
42. Сірчистий ангідрид і фенол.
43. Сірчистий ангідрид і фтористий водень.
44. Сірчаний і сірчистий ангідриди, аміак і оксиди азоту.
45. Сірководень і дініл.
46. Сильні мінеральні кислоти (сірчана, соляна і азотна).
47. Сірчаноокислі мідь, кобальт, нікель і сірчистий ангідрид.
48. Фенол і ацетофенон.
49. Фурфурол, метиловий і етиловий спирти.
50. Циклогексан і бензол.
51. Етилен, пропілен, бутилен і амілен.

II. Перелік речовин, для яких при сумісній присутності в атмосферному повітрі встановлено ефект неповної сумації біологічної дії

а) з $K_{\text{кд}}$ рівним 1,6 (при розрахунку за формулою):

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 1,6$$

52. Вольфрамат натрію, парамолібдат амонію, свинцю ацетат;
б) з $K_{\text{кд}}$ рівним 2,0 (при розрахунку за формулою):

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 2,0$$

53. Вольфрамат натрію, миш'яковистий ангідрид, парамолібдат амонію, свинцю ацетат;

в) з $K_{\text{кд}}$ рівним 2,5 (при розрахунку за формулою):

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 2,5$$

Продовження додатку А

54. Вольфрамат натрію, германію діоксид, миш'яковистий ангідрид, парамолібдат амонію, свинцю ацетат.

III. Перелік речовин, для яких при сумісній присутності в атмосферному повітрі встановлено ефект посилення (потенціювання) біологічної дії з $K_{\text{кд}}$ рівним 0,8 (при розрахунку за формулою):

$$\frac{C_1}{ГДК_1} + \frac{C_2}{ГДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n} \leq 0,8$$

55. Бутилакрилат і метилакрилат;

56. Фтористий водень і фтористі солі.

IV. Перелік речовин, для яких при сумісній присутності в атмосферному повітрі встановлено ефект незалежної біологічної дії (зберігається $ГДК$ кожної речовини):

57. Гексиловий, октиловий спирти ($K_{\text{кд}}$ - 2).

58. Сірки діоксид, цинку оксид ($K_{\text{кд}}$ - 2).

Додаток Б



Рис. Б.1 – Просторовий розподіл $HCHO$ атмосферного повітря формальдегідом міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я за 2003 – 2014 рр.

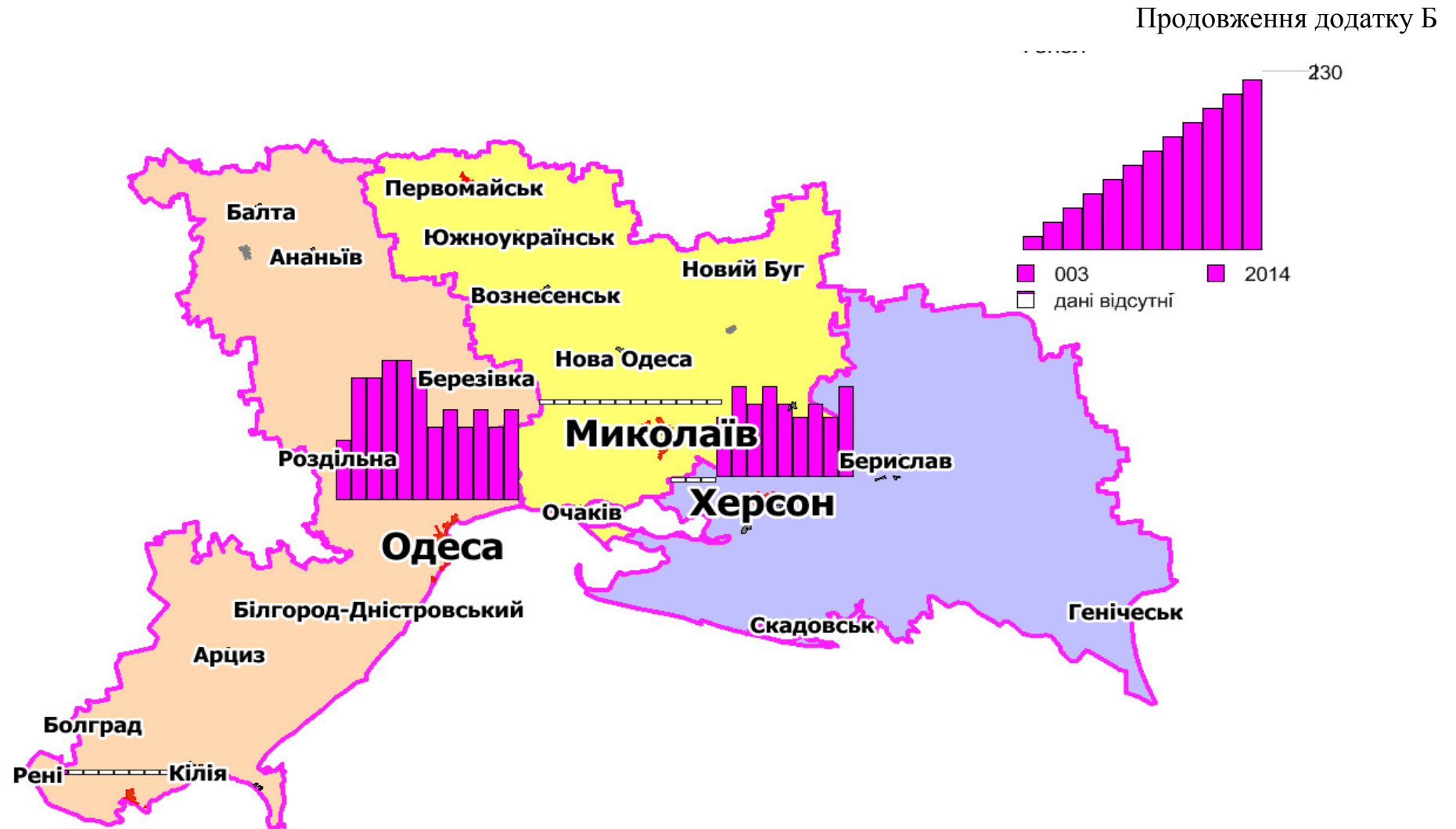


Рис. Б.2 – Просторовий розподіл PZ атмосферного повітря фенолом міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я за 2003 – 2014 рр.



Рис. Б.3 – Просторовий розподіл N_3 атмосферного повітря фтористим воднем міст прибережної зони Північно-Західного Причорномор'я за 2003 – 2014 рр.

