

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет природоохороний  
Кафедра екології та  
охорони довкілля

**Кваліфікаційна робота бакалавра**

На тему: «Вплив забруднення атмосферного повітря міста Одеса на стан  
здоров'я населення»

Виконала студентка 4 курсу групи Е-20і  
спеціальності 101- Екологія  
Бирна Аліна Геннадіївна

Керівник доцент  
Вовкодав Галина Миколаївна

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

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

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри екології та охорони довкілля

Сафранов Т.А.

«02» березня 2022 року

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

студенту (ці)

Бирні Аліні Геннадіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вплив забруднення атмосферного повітря міста Одеса на стан здоров'я населення

Керівник роботи Вовкодав Галина Миколаївна

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

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

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

3. Вихідні дані до роботи: звітна документація Департаменту охорони здоров'я Одеської облдержадміністрації, річні звіти Міністерства екології та природних ресурсів України щодо стану навколишнього природного середовища в Україні за 2010–2016 рр. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2010-2016 роках. Строкові концентрації атмосферних домішок (формальдегід, фенол, саж, сірководень) за період з 2006 по 2016 роки.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: стан атмосферного повітря Одеської області; токсикологічні характеристики формальдегіду, фенолу та сірководню; бронхіальна астма, етіологія, патогенез, класифікація, причини зростання захворювання статистичний аналіз показників захворюваності; статистичний аналіз показників захворюваності

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): динаміка захворюваності на бронхіальну астму серед дорослого населення Одеського регіону за 2008-2017 рр.; динаміка захворюваності на бронхіальну астму серед населення від 0 до 14 років Одеського регіону за 2008-2018 рр.; динаміка поширення бронхіальної астми серед дорослого населення Одеського регіону за 2008-2017 рр.; динаміка поширення бронхіальної астми серед населення від 0 до 14 років Одеського регіону за 2008-2017 рр.;

динаміка захворюваності БА та техногенного навантаження на атмосферне повітря в Одеській області; карта розташування стаціонарних постів в місті Одеса; часовий хід середньорічних концентрацій фенолу за період 2006-2016 рік. січень (а), липень (б); часовий хід середньорічних концентрацій сірководню за період 2006-2016 рік. січень (а), липень (б); Часовий хід середньорічних концентрацій формальдегіду за період 2006-2016 рік. січень (а), липень (б); часовий хід середньорічних концентрацій сажі за період 2006-2016 рік. січень (а), липень (б); часовий хід середньомісячних концентрацій формальдегіду за різні строки доби за 2006 р.; часовий хід середньомісячних концентрацій сажі за різні строки доби за 2006 р.; часовий хід середньомісячних концентрацій сірководню за різні строки доби за 2006 р.; часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу за різні строки доби за 2006 р.

#### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Розділ 1</i>	<i>немає</i>		
<i>Розділ 2</i>	<i>немає</i>		
<i>Розділ 3</i>	<i>немає</i>		

Дата видачі завдання « 02 » березня 2022 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Охарактеризувати стан атмосферного повітря Одеської області</i>	<i>02.03.22-</i>	90	<b>5 (відмінно)</b>
		<i>11.03.22</i>		
	<i>Розглянути токсикологічні характеристики формальдегіду, фенолу та сірководню</i>	<i>12.03.22</i>	90	<b>5 (відмінно)</b>
		<i>20.03.22</i>		
2	<i>Дослідити статистику захворюваності на бронхіальну астму у дорослих та дітей</i>	<i>12.05.22-</i>	90	<b>5 (відмінно)</b>
		<i>15.05.22</i>		
	<b><i>Рубіжна атестація</i></b>	<b><i>16.05.22-</i></b>	90	<b>5 (відмінно)</b>
		<b><i>20.05.22</i></b>		
3	<i>Дослідити причини зростання захворюваності на бронхіальну астму</i>	<i>21.05.22-</i>	90	<b>5 (відмінно)</b>
		<i>27.05.22</i>		
4	<i>Узагальнення отриманих результатів. Складення висновків та переліку посилань. Підготовка презентаційних слайдів.</i>	<i>28.05.22-</i>	90	<b>5 (відмінно)</b>
		<i>07.06.22</i>		
5	<i>Подання роботи на перевірку керівнику. Встановлення ступеня оригінальності. Оформлення протоколу і висновків.</i>	<i>08.06.22-</i>	90	<b>5 (відмінно)</b>
		<i>11.06.22</i>		
6	<i>Складення авторського договору. Подання КРБ на перевірку завідувачу кафедри, в деканат для перевірки, підготовки подання і наказу про допуск до захисту. Рецензування роботи.</i>	<i>12.06.22-</i>	90	<b>5 (відмінно)</b>
		<i>15.06.22</i>		
<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>			<b>90,0</b>	

(до десятих)

Студент

Керівник роботи

Бирна А.Г.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Вовкодав Г.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

на кваліфікаційну роботу бакалавра студентки групи Е-20і Бирни Аліни Геннадіївни за темою «Вплив забруднення атмосферного повітря міста Одеса на стан здоров'я населення»

*Актуальність теми.* Зростанню забрудненості атмосферного повітря сприяють прогресивна урбанізація, недостатня модернізація технологічного обладнання підприємств, яка повинна була б сприяти зменшенню викидів поллютантів у зовнішнє середовище, збільшення промислових потужностей, які прямо або опосередковано здатні впливати на поширеність та захворюваність бронхіальною астмою.

*Мета роботи:* провести аналіз захворюваності на бронхіальну астму серед дорослого та дитячого населення в Одеському регіоні протягом 2008–2020 рр; виявити зв'язок між вмістом в атмосфері основних забруднювачів, таких як формальдегід, фенол, сажа, сірководень, та звертанням людей із бронхіальною астмою до фахівця у поліклініку; оцінити епідеміологічну ситуацію у співвідношенні з техногенним навантаженням атмосферного повітря основними промисловими забруднювачами.

*Об'єкт дослідження* – стан забруднення атмосфери в Одеській області.

*Предмет дослідження* – зниження рівня захворюваності населення на бронхіальну астму в Одеській області.

*Вихідні дані.* Звітна документація Департаменту охорони здоров'я Одеської облдержадміністрації, річні звіти Міністерства екології та природних ресурсів України щодо стану навколишнього природного середовища в Україні за 2010–2016 рр. Регіональні доповіді про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2010-2016 роках. Строкові концентрації атмосферних домішок (формальдегід, фенол, сажа, сірководень) за період з 2006 по 2016 роки.

*Результати дослідження.* Результати багаторічного аналізу рівнів поширеності та захворюваності на бронхіальну астму серед дорослого населення Одеського регіону свідчать про короткочасну стабілізацію епідемічної ситуації, яка проявляється тенденцією до незначного зменшення поширеності починаючи з 2012 року. Також простежується загальна тенденція до зниження захворюваності: кількість вперше зареєстрованих хворих у 2017 році зменшилась на 26,7 %, порівняно з даними 2008 року.

*Структура та обсяг роботи.* Робота складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, використаних літературних джерел (19 найменувань). Робота містить 14 рисунків, 4 таблиць. Загальний обсяг роботи – 58 сторінки.

*Ключові слова:* бронхіальна астма, формальдегід, фенол, сажа, сірководень, захворюваність, забруднення атмосфери.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМНІВ.....	7
ВСТУП .....	8
1 СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ.....	10
1.2 Оцінка якості атмосферного повітря Одеси.....	15
1.2.1 Мережа спостережень за станом атмосфери у місті Одеса..	15
1.2.2 Аналіз динаміки концентрацій забруднюючих речовин у м. Одеса.....	17
2 ТОКСИКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФОРМАЛЬДЕГІДУ, ФЕНОЛУ ТА СІРКОВОДНЮ .....	26
2.1 Токсична дія формальдегіду фенолу та сірководню.....	26
2.2 Вплив формальдегіду фенолу та сірководню на навколишнє середовище.....	31
2.3 Вплив на довкілля та токсична дія сажі.....	36
3 БРОНХІАЛЬНА АСТМА, ЕТІОЛОГІЯ, ПАТОГЕНЕЗ, КЛАСИФІКАЦІЯ, ПРИЧИНИ ЗРОСТАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ.....	38
3.1 Патогенез.....	39
3.2 Класифікація.....	40
3.3 Ускладнення.....	42
3.4 Статистика бронхіальної астми у дорослих.....	43
3.5 Статистика бронхіальної астми у дітей.....	45
3.6 Зростання захворюваності на бронхіальну астму та її причини.....	44
4 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЗАХВОРЮВАНОСТІ..	47
ВИСНОВКИ .....	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	57

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМНІВ

БА – бронхіальна астма;

ЦНС – центральна нервова система;

ГДК – гранично-допустима концентрація;

ГРЗ – гострі респіраторні захворювання;

ГУГМС - Головне управління гідрометслужби;

ГДК<sub>мр</sub> – максимально-разова гранично-допустима концентрація;

ГДК<sub>сд</sub> – середньо-добова гранично-допустима концентрація;

ГДК<sub>рз</sub> – гранично-допустима концентрація робочої зони.

## ВСТУП

Впродовж багатьох років бронхіальна астма (БА), як рецидивуюче хронічне захворювання, залишається надзвичайно актуальною проблемою галузі охорони здоров'я України. За останні роки поширеність БА серед дорослого населення значно зросла – майже на 44,2 % у порівнянні з 1991 роком.

Проте існує припущення, що дані офіційної статистики не відображають дійсної картини поширеності БА в Україні та свідчать про значний рівень її гіподіагностики. Підтвердженням цього слугує загальна захворюваність на БА в Україні, яка, за офіційною статистикою, знаходиться на рівні 0,48 %, тоді як Всесвітня організація охорони здоров'я повідомляє про середню поширеність у світі на рівні 5 %, тобто на цілий порядок вище.

З одного боку, це пояснюється недосконалістю медичної статистичної звітності, з іншого – невисокою настороженістю лікарів загальної практики – сімейної медицини щодо цього захворювання та їх неналежною поінформованістю про діагностичні критерії БА, недостатністю знань щодо диференційної діагностики БА та хронічної обструктивної хвороби легень.

Астма належить до індикаторних захворювань, які певною мірою можуть бути залежними від стану навколишнього середовища, зокрема від забрудненості повітря хімічними та біологічними політантами, які належать до екзогенних факторів ризику розвитку цього захворювання.

Зростанню забрудненості атмосферного повітря сприяють прогресивна урбанізація, недостатня модернізація технологічного обладнання підприємств, яка повинна була б сприяти зменшенню викидів політантів у зовнішнє середовище, збільшення промислових потужностей, які прямо або опосередковано здатні впливати на поширеність та захворюваність БА.

Відомо, що Одеська область – це регіон, який, завдяки вигідному географічному розташуванню, виконує роль важливого транспортно-розподільчого коридору, також характеризується високим рівнем розвитку



сільського господарства та промисловості. За даними наглядних служб, понад 3 тисячі підприємств у нашому регіоні впливають на стан атмосферного повітря.

Незважаючи на те, що Одеський регіон – це курортна зона на березі Чорного моря, він має високе антигенне навантаження, яке постійно впливає на імунну систему людини та здатне індукувати алергічне запалення дихальних шляхів внаслідок поєднаного впливу різноманітних техногенних забруднювачів.

Мета роботи:

- провести аналіз захворюваності на бронхіальну астму серед дорослого та дитячого населення в Одеському регіоні протягом 2008–2020 рр.,

- виявити зв'язок між вмістом в атмосфері основних забруднювачів, таких як формальдегід, фенол, сажа, сірководень, та звертанням людей із бронхіальною астмою до фахівця у поліклініку;

- оцінити епідеміологічну ситуацію у співвідношенні з техногенним навантаженням атмосферного повітря основними промисловими забруднювачами.

Проведено ретроспективний аналіз звітної документації Департаменту охорони здоров'я Одеської облдержадміністрації щодо поширеності БА серед дорослого населення Одеської області за період з 2008 по 2017 рік. Була проведена вибірка показників поширеності та захворюваності на БА, рівня диспансеризації, у стаціонарах протягом 9 років. Також проаналізовані річні звіти Міністерства екології та природних ресурсів України щодо стану навколишнього природного середовища в Україні за 2006–2016 рр. та проведено аналіз техногенного навантаження атмосферного повітря фенолом, формальдегідом, сажею та сірководнем саме в Одеському регіоні за цей період.

## 1 СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Атмосферне повітря є одним з основних життєво важливих елементів навколишнього природного середовища [1]. Одеська область відноситься до Південних прикордонних територій України, де природно-кліматичні і соціально-економічні особливості сприяють формуванню складної санітарно-епідеміологічної ситуації. Одеська область – регіон, що виділяється у господарському комплексі України своїми транспортно-розподільчими функціями, розвиненою промисловістю, інтенсивним сільськогосподарським виробництвом [2].

Найбільші обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря мають підприємства, які виробляють та розподіляють електроенергію, газ та воду (43% від загальних викидів стаціонарними джерелами по області) та підприємства переробної промисловості (29% від загальних викидів стаціонарними джерелами по області).

Серед населених пунктів області, як і раніше, найбільшого антропогенного навантаження зазнає атмосфера м. Одеса, м. Южного, Подільського, Білгород-Дністровського, Ізмаїльського, Болградського районів.

Основними забруднювачами атмосферного повітря в регіоні залишаються підприємства нафтопереробної, хімічної промисловості, з виробництва цементу та підприємства, які розподіляють газ, на які припадає майже 70% викидів всіх шкідливих речовин, а саме ВАТ “Одеський припортовий завод”, ВАТ «Лукойл-Одеський нафтопереробний завод», ВАТ “Одесагаз”, ВАТ “Газтранзит”, ВАТ “Одесанафтопродукт”, ВАТ “Цемент”.

Причинами надмірних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря є: робота підприємств в умовах зношеності основних фондів, недосконалості технологічних процесів базових галузей промисловості, недостатня забезпеченість останніх очисними спорудами для уловлювання та утилізації забруднюючих речовин, введення в дію нових підприємств.

Залишається гострою проблема забруднення повітря пересувними джерелами, і особливо, автомобільним транспортом. Надходження шкідливих речовин від автотранспорту домінують над викидами від стаціонарних джерел, і становить 81 % від загальної кількості забруднюючих речовин, що надходять в атмосферне повітря.

Надходження шкідливих речовин від пересувних джерел домінували над викидами від стаціонарних джерел майже в усіх районах та містах області, крім міста Южного, Болградського, Подільського, Білгород-Дністровського, Ізмаїльського районів. Майже 42% загальної кількості викинутих забруднюючих речовин від транспорту перепадає на місто Одесу.

Підвищення рівня забруднення атмосферного повітря відмічається вздовж автомагістралей та у великих містах. Концентрація забруднюючих речовин в атмосферному повітрі та на ґрунті перевищує граничнодопустимі рівні у 5-7 разів. Населення міст області зазнає ризику розвитку хвороб, пов'язаних із забрудненням повітря.

Таке становище формується у результаті наступних складових:

- значне зростання кількості автотранспорту;
- незадовільний технічний стан автотранспорту через його значний вік;
- низька якість пального.
- відсутність оптимальних транспортних розв'язок. Весь транзитний транспорт проходить через міста, що значно збільшує їх загазованість;
- наявність на території області великої кількості АЗС (призначених для заправлення бензином та дизельним паливом). [3]

Загальний стан екологічної безпеки в області продовжує залишатись складним і здебільшого зумовлений надмірним техногенним навантаженням на природне середовище, нерівномірною територіальною концентрацією виробництва, його високою енергомісткістю. На здоров'я населення впливають такі чинники середовища як забруднення атмосферного повітря,

якість питної води, житлові умови, продукти харчування, іонізуюче та неіонізуюче випромінювання, акустичне забруднення та відходи [4].

За даними Міністерства екології та природних ресурсів, Одеса входить до переліку міст з перевищенням середньорічної концентрації цілого ряду речовин, які забруднюють атмосферне повітря. Лідером у цьому ряду є викиди формальдегіду, які перевищували гранично допустимі концентрації (ГДК) в 4,7 рази в 2014 році та в 4 рази в 2015 році. За дослідженнями 2016 року, у 73 (6 %) із 1217 відібраних проб атмосферного повітря в Одеському регіоні було зафіксовано перевищення ГДК шкідливих речовин, причому в кожному п'ятому випадку це був формальдегід.

Схожий вплив на дихальну систему чинить фенол – летюча отруйна речовина, що має сильну подразнювальну та загальнотоксичну дію. У 2016 році його середньорічний вміст у повітрі Одеси перевищував допустимі концентрації в 1,3 рази. Також Одеса є єдиним містом в Україні, де спостерігається перевищення викидів сажі, котра також належить до агентів, здатних спричинити виникнення астми, наприклад у 2016 році концентрація цього забруднювача у повітрі була у 1,2 рази вищою від ГДК. Ще одним шкідливим забруднювачем є сірководень – легкорозчинна отрута подразнювальної дії, що вражає переважно слизову оболонку верхніх дихальних шляхів та крупних бронхів. Максимально разова середньорічна концентрація сірководню в атмосферному повітрі м. Одеси перевищувала ГДК у 1,9 рази в 2016 році.

Глобальною екологічною проблемою, здатною негативно впливати на стан дихальних шляхів, є кислотні дощі, які є результатом промислових викидів в атмосферу діоксиду сірки та оксидів азоту. Ці сполуки, з'єднуючись з атмосферною вологою, утворюють сірчану та азотну кислоти. Ще у 80 роках минулого століття були опубліковані роботи, які підтвердили негативний вплив кислотних опадів на респіраторну функцію у хворих на БА. Для України це явище на сьогодні досить рідкісне, але, на жаль, воно досі спостерігається в Одеському регіоні. Державною гідрометеорологічною

службою постійно здійснюється контроль за хімічним складом атмосферних опадів та їх кислотністю, що відображається у щорічних звітах. Так, у 2015 році з досліджених дощів загалом по країні спостерігалось 0,10 % кислих, тобто таких, рН яких нижче 5,6, при цьому більша їх частина була зафіксована саме на станціях Одеського регіону. Також в Одесі спостерігався один з найбільших відсотків помірнокислих опадів – 62,34 % (2 місце по Україні). Для аналізу

Спостереження за концентраціями домішок ( $g_i$ ) на стаціонарних і маршрутних постах, а також під факелами промислових підприємств розглядаються як сукупність випадкових величин – одиничних разових показників забруднення атмосфери. Для дослідження таких рядів застосовують апарат математичної статистики. У першу чергу розраховують:

- а) середньоарифметичне значення концентрації;
- б) середнє квадратичне відхилення;
- в) коефіцієнт варіації;
- г) повторюваність концентрацій, які перевищують ГДК.

Середнє арифметичне значення концентрації використовується:

- а) при складанні довідок про стан забруднення атмосфери протягом доби, місяця та ін. періоду в районі спостережень;
- б) для оцінки однорідності рядів спостережень;
- в) аналізу річного ходу змін концентрацій домішки;
- г) для подальших розрахунків.

Середнє арифметичне значення концентрації домішок є одиничним осередненим (основним) показником забруднення атмосфери.

Середнє квадратичне відхилення – статистична характеристика ряду випадкових величин: разових чи середньодобових концентрацій, які отримані на стаціонарному чи маршрутному посту, що дозволяє оцінити розкид концентрацій відносно середньомісячного значення. Середнє

квадратичне відхилення використовується для отримання інформації про мінливість середнього для статистичного аналізу розподілу концентрацій.

Для систематизації і оцінки рівня забруднення атмосфери за певний період звичайно застосовуються такі статистичні характеристики:

По перше розраховуємо середньоарифметичне значення концентрації домішки за добу  $\bar{q}_d$  :

$$\bar{q}_d = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i \quad (1.1)$$

де  $n$  – число разових концентрацій, виміряних за одну добу;

$\bar{q}_d$  - середньоарифметичне значення концентрації домішки за добу;

$q_i$  – разова концентрація  $i$ -тої домішки.

По друге розраховуємо середньоарифметичне значення концентрації домішки за місяць :

$$\bar{q}_{\text{міс}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i = q_j \quad (1.2)$$

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

$q_{\text{міс}}$  - середня концентрація домішки за місяць;

$q_i$  – разова концентрація  $i$ -тої домішки.

По третє визначаємо середньоарифметичне значення концентрації домішки за рік  $\bar{q}_p$ :

$$\bar{q}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n q_i = \left[ \sum_{j=1}^J \bar{q}_j n_j \right] / \sum_{j=1}^J n_j \quad (1.3)$$

де  $n$  – число разових або середньодобових концентрацій за рік;

$j$  – місяць [ 5].

## 1.2 Оцінка якості атмосферного повітря Одеси

### 1.2.1 Мережа спостережень за станом атмосфери у місті Одеса

Спостереження за забрудненням атмосфери, а саме, визначення разових концентрацій домішок та обробка цих результатів, проводить лабораторія за забрудненням атмосфери в місті Одеса. Виміри стану забруднення атмосферного повітря в місті Одеса здійснюють на контрольно-вимірювальних постах, які розташовані у різних районах міста [6]. Карта розташування стаціонарних постів представлена на рисунку 1.2.1

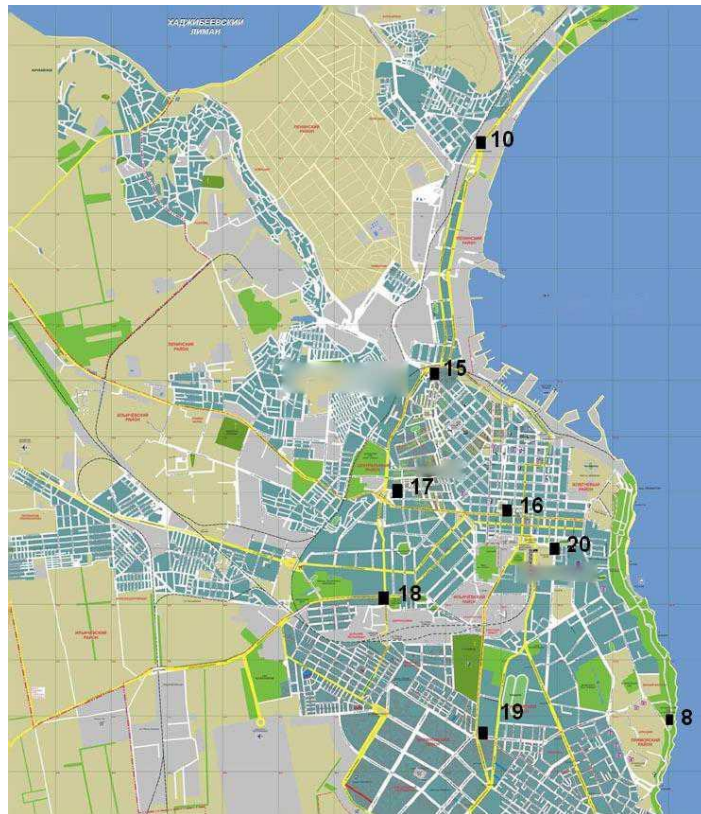


Рисунок 1.1 – Карта розташування стаціонарних постів в місті Одеса

На стаціонарних постах проводяться регулярні спостереження за однією з чотирьох програм. Програми спостережень бувають повні, неповні, скорочені, добові. Крім відбору проб повітря визначають метеорологічні параметри: напрям і швидкість вітру, температура повітря, стан погоди і

підстильної поверхні. Мережа складається з восьми стаціонарних постів: 8, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20.

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

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

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

Пост № 20 знаходиться на розі Італійського бульвару та вулиці Канатної. Це район, де немає промислових підприємств, але на цих вулицях спостерігається великий рух автотранспорту, особливо у час пік.

У зв'язку з розростанням міста, особливо «спальних» районів, де немає жодного поста спостережень, виникає питання оптимізації мережі постів спостережень. Збільшення кількості вимірних домішок на існуючих постах Одеси потрібне для розрахунків індексів забруднення, по яких проводяться порівняння стану забруднення повітря різних міст України. Також необхідно удосконалити якість відомчого контролю за рахунок встановлення автоматизованих систем спостережень на найбільш потужних джерелах забруднення. На цей час система спостережень за якістю атмосферного повітря в місті Одеса потребує оновлення для відповідності новітнім вимогам:

- провести модернізацію існуючої системи спостереження;



- збільшити кількість постів, так як практично відсутня інформація про північну та південну частини міста, що не дозволяє отримати об'єктивну картину зміни рівнів забруднення;

- для тих домішок, спостереження за якими ведуться по неповній та скороченій програмам, необхідно розглянути можливість зміни на повну, що дозволить поліпшити якість вихідної інформації [6].

### 1.2.2 Аналіз динаміки концентрацій забруднюючих речовин у м. Одеси

Аналіз забруднення атмосферного повітря м. Одеси проводився із використанням значень разових концентрацій формальдегіду, сірководню, фенолу та сажі з 2006 по 2016 рік. Вихідні дані були надані Гідрометцентром Чорного та Азовського морів. Для аналізу характеристик рівня забруднення атмосфери були проведені стандартні розрахунки. Відбір проб разових концентрацій забруднюючих речовин проводився за цей період на восьми стаціонарних постах за різними програмами спостережень: повна (виміри в 1, 7, 13, 19 годин), неповна (виміри в 7, 13, 19 годин), скорочена (виміри в 7, 19 або 13, 19 годин).

Спостереження за формальдегідом проводились за трьома різними програмами (повною – пост № 10, неповною - пост № 19 та скороченою, в 13, 19 годин на постах № 17,18).

Спостереження за фенолом проводились за скороченою програмою, виміри в 7 і 19 годин на постах № 8, 10, 15, 17, 18, 19).

Спостереження за сірководнем проводились за повною програмою – пости № 10, 18).

Спостереження за сажею проводились за скороченою програмою, виміри у 7 і 19 годин на постах № 8, 10, 15, 17, 18, 19).

Наступним етапом роботи став розрахунок середньомісячних та середньорічних концентрацій забруднюючих речовин на восьми стаціонарних постах в місті Одеса. За результатами розрахунків побудовані

криви часового розподілу концентрацій забруднюючих речовин (формальдегід, сірководень, фенол, сажа) за період 2006-2016 рр. На рис. 1.2-1.5 в якості прикладу представлено криви часового розподілу концентрацій забруднюючих речовин за зимовий та літній місяці року на посту 10.

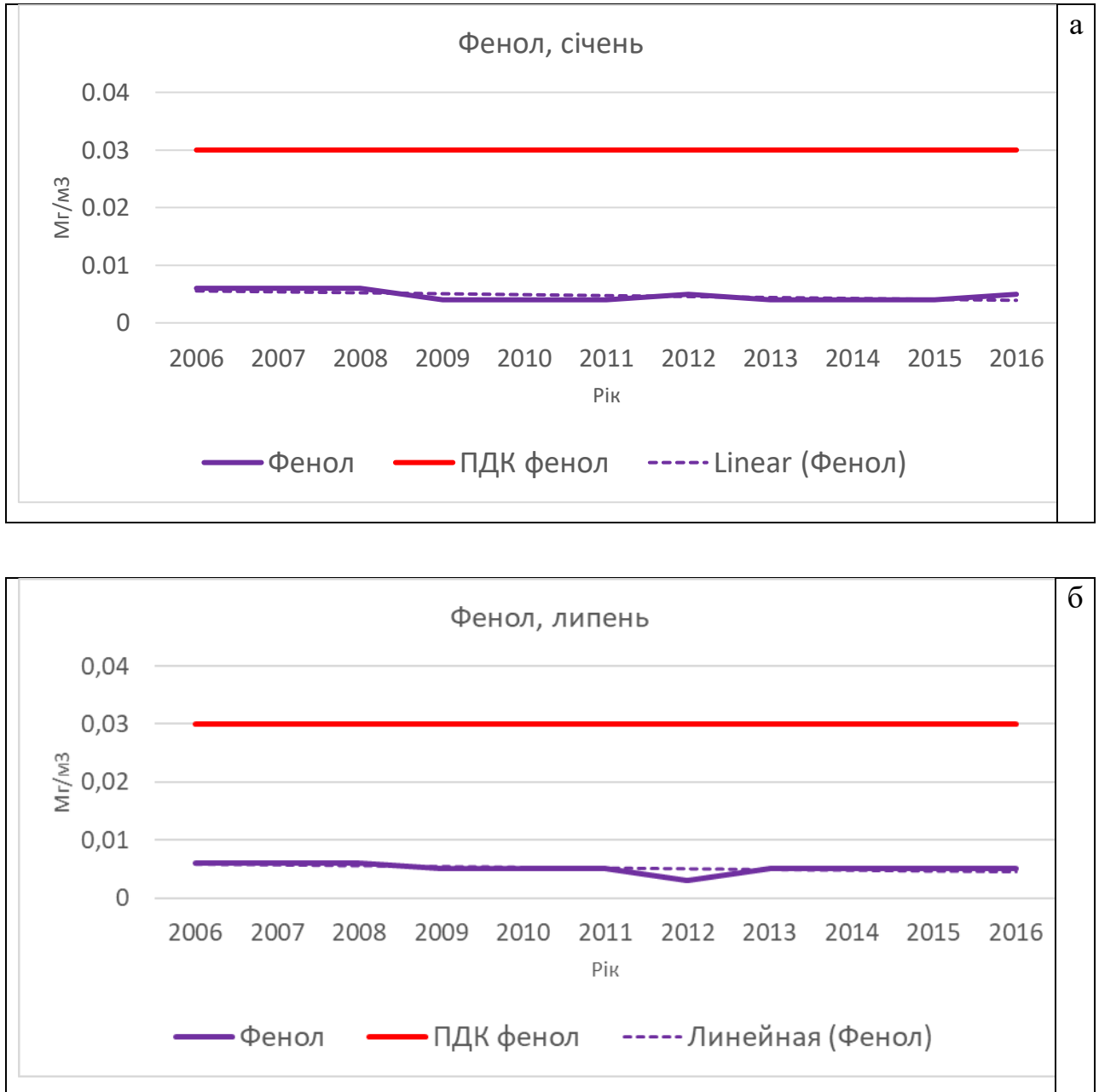


Рисунок 1.2 – Часовий хід середньорічних концентрацій фенолу за період 2006-2016 рік. Січень (а), липень (б)

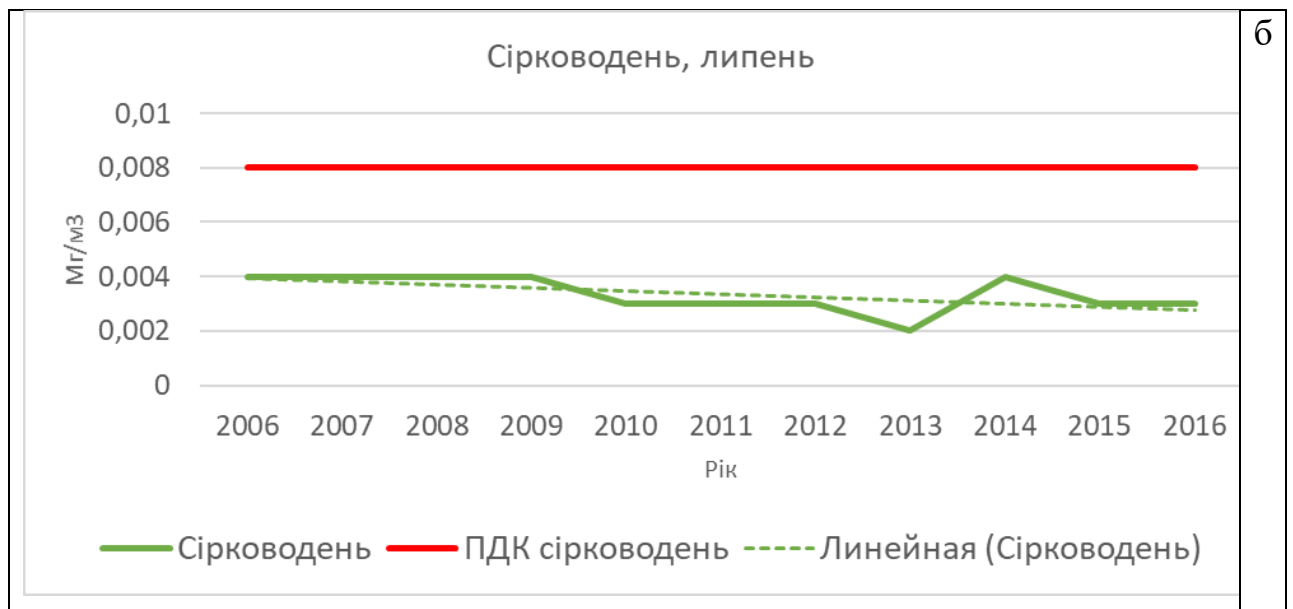
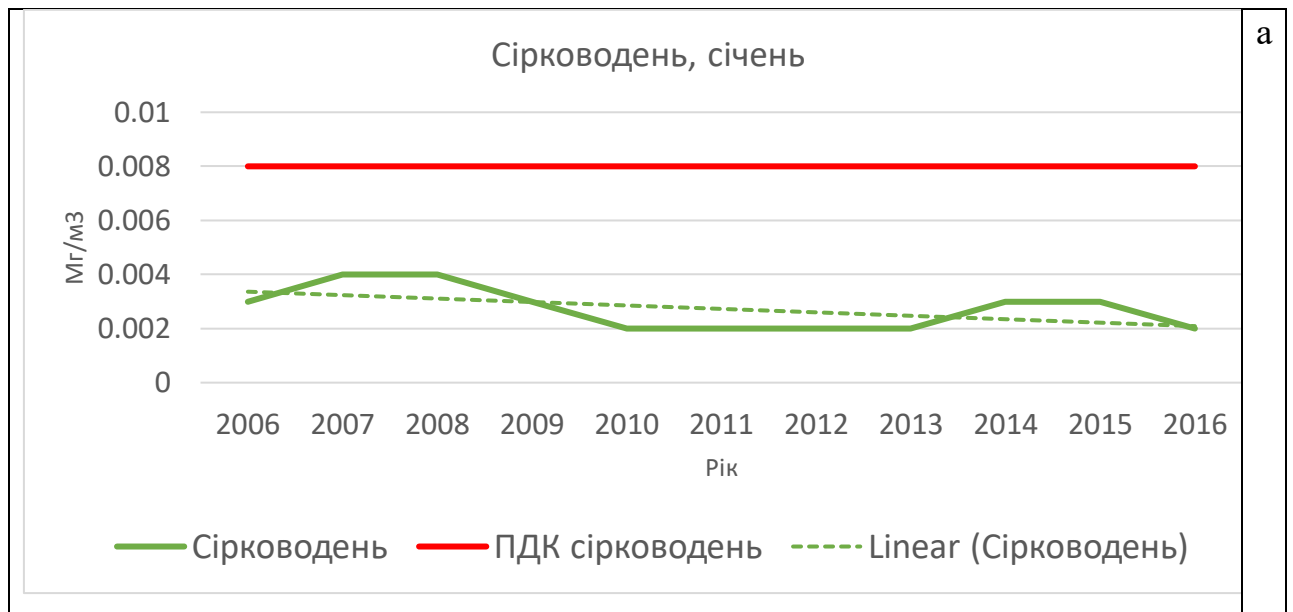


Рисунок 1.3 – Часовий хід середньорічних концентрацій сірководню за період 2006-2016 рік. Січень (а), липень (б)

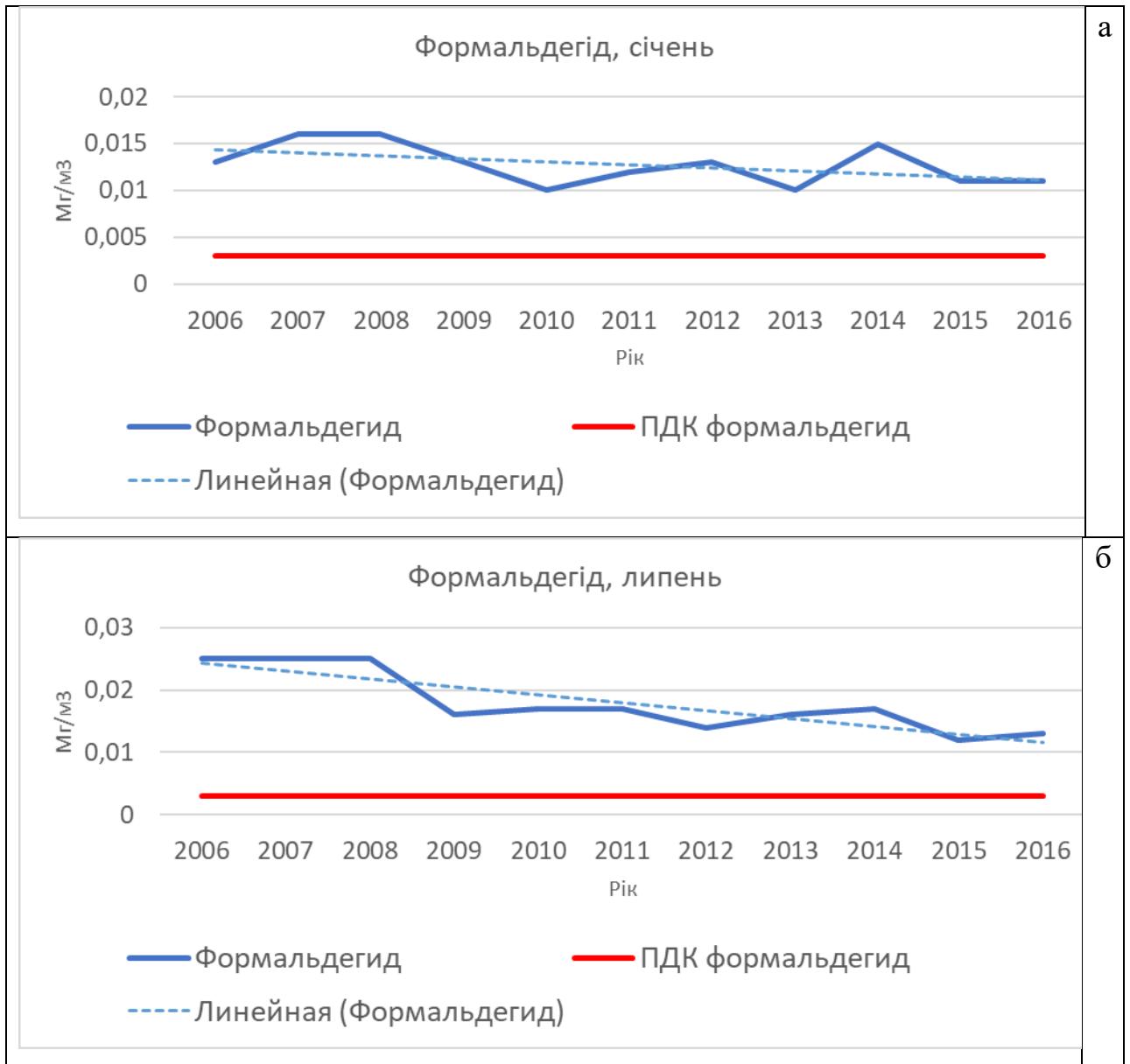


Рисунок 1.4 – Часовий хід середньорічних концентрацій формальдегіду за період 2006-2016 рік. Січень (а), липень (б)



Рисунок 1.5 – Часовий хід середньорічних концентрацій сажі за період 2006-2016 рік. Січень (а), липень (б)

З рисунків видно, що по відношенню до ГДКсд сірководні та фенолу (ГДКсд фенолу =  $0,03 \text{ мг/м}^3$ , ГДКсд сірководню =  $0,008 \text{ мг/м}^3$ ) атмосфера чиста як у зимовий, так і в літній періоди з тенденцією подальшого падіння концентрацій.

Що стосується формальдегіду і сажі, то їх концентрації перевищують ГДКсд в кілька разів (ГДКсд формальдегіду =  $0,003 \text{ мг/м}^3$ , ГДКсд сажі =  $0,05$

мг/м<sup>3</sup>. На графіку часового ходу середньорічних концентрацій формальдегіду з 2006 по 2016 рік (рис. 1.4) рівень концентрації значно перевищує ГДК<sub>сд</sub> і складає від 3ГДК до 5ГДК. В січні і липні простежується тенденція значного падіння концентрації формальдегіду, причому в літній період падіння більш суттєве.

На графіку часового ходу середньорічних концентрацій сажі з 2006 по 2016 рік (рис. 1.5) видно, що рівень сажі в зимовий період перевищує ГДК<sub>сд</sub> у 2006 рік приблизно в 2-2,5 ГДК, надалі концентрація поступово падає, в літній період навпаки спостерігається невелике збільшення тенденції.

Розглянемо, як змінювалися концентрації досліджуваних забруднюючих речовин протягом року. Наприклад, візьмемо 2006 рік. На рис. 1.6-1.9 представлені криві середньомісячних концентрацій формальдегіду, сажі, фенолу і сірководню за різні строки спостережень в 2006 р. на посту № 10.

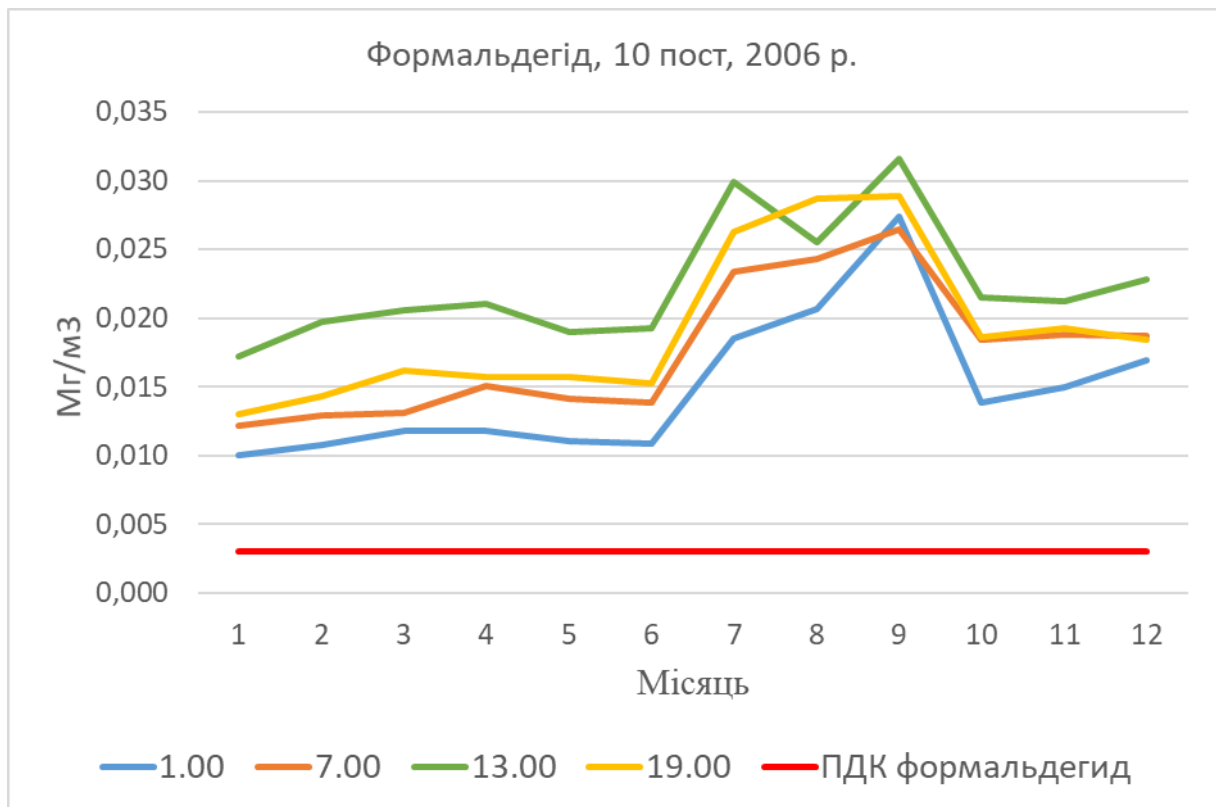


Рисунок 1.6 – Часовий хід середньомісячних концентрацій формальдегіду за різні строки доби за 2006 р.

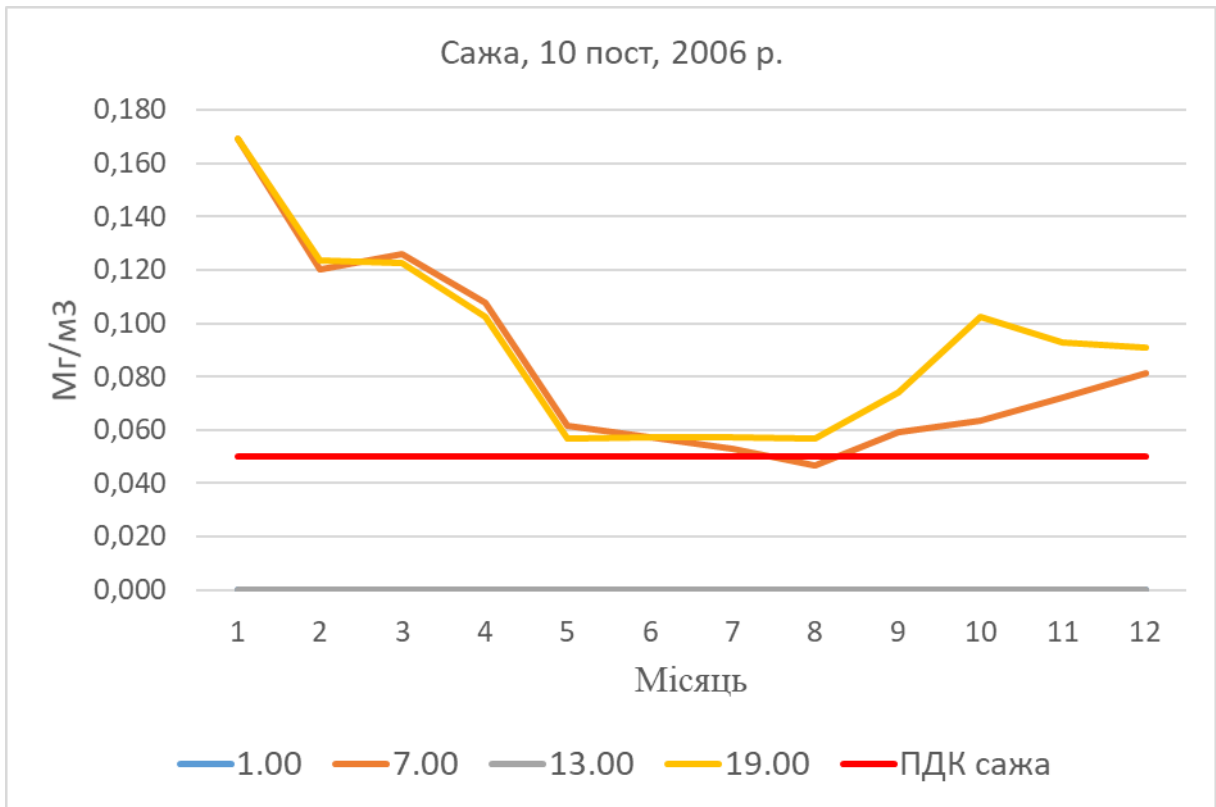


Рисунок 1.7 – Часовий хід середньомісячних концентрацій сажі за різні строки доби за 2006 р

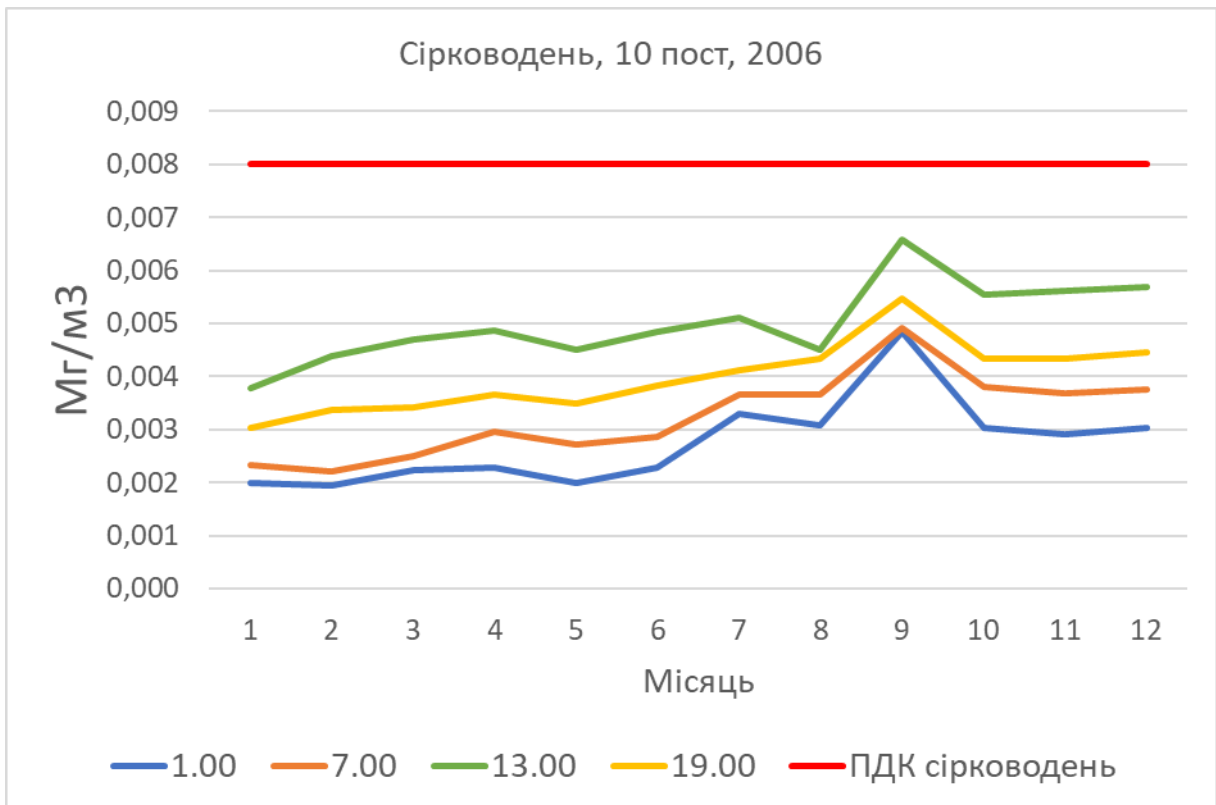


Рисунок 1.8 – Часовий хід середньомісячних концентрацій сірководню за різні строки доби за 2006 р

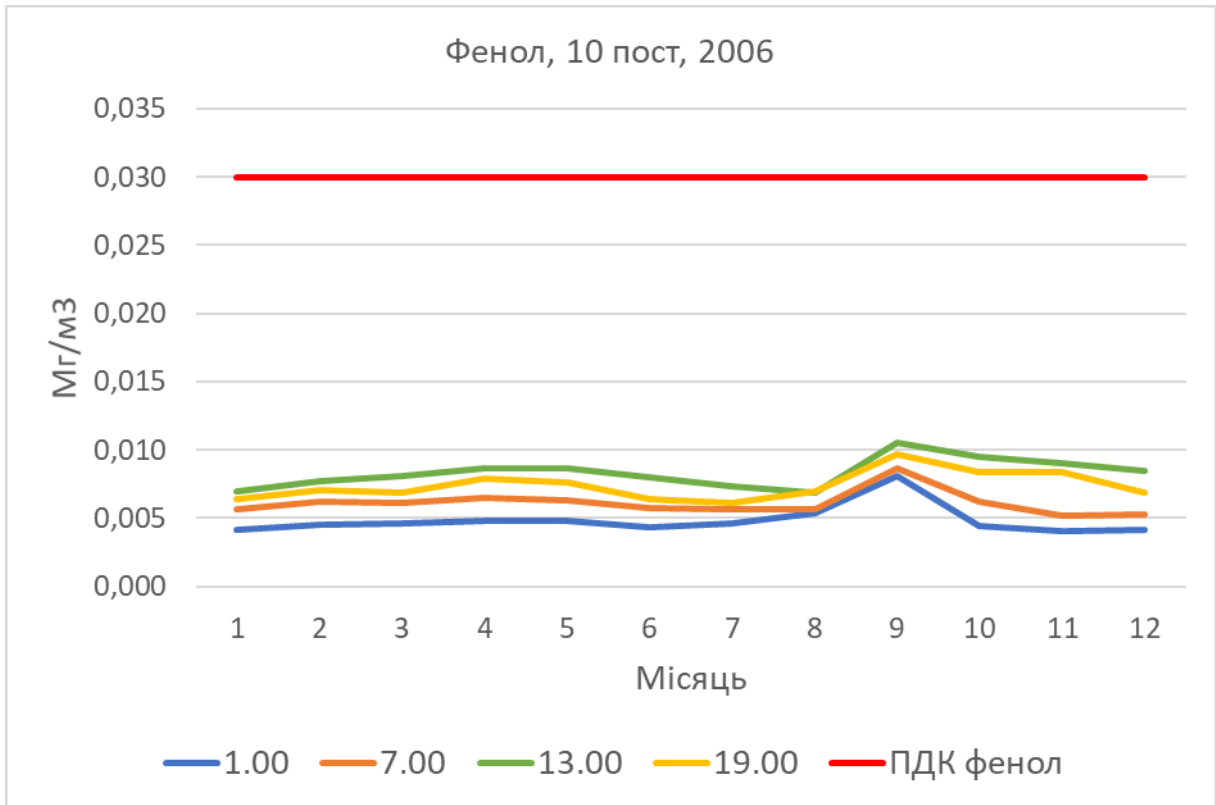


Рисунок 1.9 – Часовий хід середньомісячних концентрацій фенолу за різні строки доби за 2006 р

З графіків видно, що нічні концентрація формальдегіду мінімальна (1 година), далі поступово концентрація зростає, досягаючи максимуму в денний час (13 годин) і далі зменшується, така закономірність спостерігається і в розподілі концентрацій сірководню і фенолу. Щодо забруднення атмосфери сажею, то найменші концентрації спостерігаються у ранкові години (7 годин), максимальні у вечірні (19 годин).

Також за графіками можна помітити підвищення концентрацій формальдегіду в літній період з червня по жовтень. Для сажі, навпаки, в літній період концентрації мінімальні, досягаючи норми в серпні місяці, а зимовий період - максимальні, перевищуючи ГДКсд у 3-4 рази, ймовірно це пов'язано з роботою котельних в опалювальній період.



Що ще хотілося відзначити, так це те що для трьох забруднюючих речовин: формальдегіду, сірководню і фенолу характерне підвищення середньомісячних значення концентрацій з максимумом у вересні, ймовірно це пов'язано з одними і тим же джерелом викидів.

Порівнюючи графіки часового розподілу забруднюючих речовин та захворюваності на БА можна виявити високий кореляційний зв'язок захворюваності та поширеності на БА з забрудненням атмосфери формальдегідом, що підтверджує однакова тенденція обох кривих. що стосується середньорічних концентрації фенолу і сірководню такий зв'язок відсутній, так як концентрації фенолу і сірководню не перевищували ГДКсд. А отже головним тригером БА виявлено формальдегід.

## 2 ТОКСИКОЛОГІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФАРМАЛЬДЕГІДУ, ФЕНОЛУ ТА СІРКОВОДНЮ

Формальдегід добувають з біологічного матеріалу шляхом перегонки з водяною парою. Однак, цим методом отримується лише незначна частина формальдегіду. Вважають, що формальдегід у водних розчинах знаходиться у вигляді гідрату (метиленгліколю), який важко відганяється з водяною парою.

Хімічна формула фенолу –  $C_6H_5OH$ . На вигляд речовина нагадує кристали у вигляді голок, прозорі, з білим відтінком. На відкритому повітрі при взаємодії з киснем забарвлення набуває світло-рожевого кольору. Для речовини характерний специфічний запах. Фенол пахне, як фарба гуаш.

Природні феноли – це антиоксиданти, які у різних кількостях є у всіх рослинах. Вони обумовлюють колір, аромат, захищають рослини від шкідливих комах. Природний фенол корисний організму людини. Він міститься в оливковій олії, зернах какао, фруктах, горіхах. Але трапляються й отруйні сполуки, наприклад, танін.

Хімічна промисловість виробляє ці речовини шляхом синтезу. Вони отруйні та дуже токсичні. Фенол небезпечний для людини, а також промислові масштаби його виробництва значно забруднюють довкілля.

### 2.1 Токсична дія формальдегіду, фенолу та сірководню

*Фенол* – це отрута. За своєю токсичністю з'єднання відноситься до 2-го класу небезпеки. Це означає, що воно є високонебезпечним для навколишнього середовища. Ступінь впливу на живі організми висока. Речовина здатна завдати серйозної шкоди екологічній системі. Мінімальний період відновлення після дії фенолу становить щонайменше 30 років, за умови повної ліквідації джерела забруднення.

Синтетичний фенол впливає на організм людини негативно.

Фенол є найпростішим представником речовин, що відносяться до класу фенолів або так званих ароматичних вуглеводнів. Найчастіше ця речовина використовується для потреб будівництва, виробництва органічних матеріалів (пластмаси) та хімічної промисловості. Також він затребуваний і в інших галузях науки, зокрема в медицині та сільськогосподарській хімії.

На сьогоднішній день найменування хімічної сполуки, до якої належить фенол – гідроксибензол. Згодом було уточнено деякі фізичні властивості фенолу, які у XIX столітті встановити без похибок було проблематично. Молярна маса фенолу дорівнює 94,11 г/моль, його густина становить 1,07 грам на кубічний сантиметр.

Цікаво, що при температурі в 40,9 градусів за Цельсієм речовина – яка у своєму звичайному агрегатному стані є кристалічною – починає плавитися, набуваючи характерного відтінку. При звичайній (кімнатній) температурі фенол є невеликими кристалами, що не мають кольору. Ці кристали сильно пахнуть гуашшю, запах фенолу дуже специфічний і здатний надовго «причіплятися» до предметів та одягу.

Здатність гідроксибензолу до утворення однорідних систем з іншими речовинами (простіше, розчинність) не дуже висока, ця речовина не може повністю розчинитись у воді. Фенол, формула якого  $C_6H_5OH$ , є токсичною та їдкою речовиною, що відноситься до ірритантів - подразників слизової оболонки та шкірних покривів людини.

Ще одна особливість фенолу – у його сильних кислотних властивостях. Також він може вступати в реакцію із лужними розчинами, утворюючи феноляти чи солі. При реакції із гідроксидом натрію (NaOH) утворюється фенолят натрію ( $C_6H_5ONa$ ). Для класу фенолів характерне поєднання хімічних властивостей ароматичних вуглеводнів та спиртів.

Значення гранично допустимої концентрації (ГДК) фенолу для людини в житловій зоні становить  $0,03 \text{ мг/м}^3$ , для робочої зони це значення дорівнює  $0,3 \text{ мг/м}^3$ . Як летюча речовина, фенол небезпечний при попаданні через дихальну систему людини, а також через шкіру, на якій він залишає хімічні

опіки. У деяких випадках симптоми отруєння фенолом можна сплутати з алергією, оскільки є схожі симптоми (у вигляді нудоти, блювання, опухання шкіри) [7].

*Сірководень* за нормальних умов – безбарвний газ, що не має кольору, з неприємним запахом тухлих яєць, дуже отруйний. Молекула  $\text{H}_2\text{S}$  по структурі дещо подібна до молекули  $\text{H}_2\text{O}$ , тому що вона полярна. Але на різницю від молекули води, зв'язок в молекулі сірководню менш полярний, тому речовина в конденсованому стані не створює міцних водневих зв'язків. Саме тому за нормальних умов сірководень газоподібна речовина. В табл. 2.1 наведені найголовніші фізичні константи сірководню.

Граничні концентрації здатності до вибуху сумішей сірководню з повітрям (об./об.):

- нижня – 4,3%;
- верхня – 45,5%.

Температура самозаймання  $270^\circ\text{C}$  (за деякими відомостями  $260^\circ\text{C}$ ), температура загоряння  $82^\circ\text{C}$ .

Сірководень малорозчинний у воді, його розчин у воді в лабораторіях називають сірководневою водою. Розчин сірководню у воді має властивості дуже слабкої кислоти (тому що дисоціація по другому ступеню практично не йде).

За нормальних умов - це сильний відновник, він досить легко взаємодіє з багатьма окислювачами. Внаслідок окислення в розчинах утворюється вільна (часто колоїдна) сірка, здебільшого можливо максимальне окислення до сульфатів.

Сірководень – сполука, термодинамічно стійка за нормальних умов; він нестійкий до помірного нагрівання, і при  $400^\circ\text{C}$  розкладається на елементи.

Солі сірководню (сульфіди) для більшості металів є сполуками, малорозчинними у воді, за виключенням лужних і лужноземельних, а також амонійних. Останні дуже сильно гідролізуються навіть у нейтральних розчинах, з утворенням вільного сірководню.

Таблиця 2.1 – Фізичні константи сірководню [8]

Показник	Значення
Молярна маса	$M_r = 34,08$
Густина рідини (г/дм <sup>3</sup> ; при $T_{\text{кип}}$ , 101300 Па)	914,9 (993)
Тиск пари (100°F / 37,8°C)	394,0
Еквівалент рідина/газ (об./об.; 101300 Па, 15°C)	638
Прихована теплота випаровування (101300 Па, при кипінні) кДж/кг	547,58
Пружність пари (для рідини, бар, при 21°C / 70°F)	18,2
Густина газу (г/дм <sup>3</sup> , 0°C)	1,539
(1,013 Па, $T_{\text{кип}}$ )	1,93
(1,013 Па, 15°C / 59°F)	1,45
Відносна густина газу (н.у., повітря = 1)	1,18
(при 1013 Па, 15°C (59°F))	1,189
$t_{\text{пл}}$ , °C (101,3 кПа)	85,54
$t_{\text{кип}}$ , °C (101,3 кПа)	60,35
Розчинність у воді (101300 Па, 20°C) об./об.	2,6
Розчинність у етері (20°C), % мас.	2,1
Пружність пари (кПа при 25,5°C)	2026
Прихована теплота плавлення (потрійна точка, 101300 Па), кДж/кг	69,75
Критичний стан (88 атм) $T_{\text{кр}}$	100
Теплопровідність газу (101300 Паскаль, 0°C (32°F)) мВт/(м·К)	12,98
В'язкість газу (101300 Па, 0°C (32°F)) Пуаз	0,0001179
Фактор стискування газу (Z)	0,9915
(101300 Па, 15°C (59°F))	
Теплоємність при сталому тиску газу ( $C_p$ ), 25°C (77°F)) кДж/(моль·К)	0,034

Концентрація ольфакторного сприяння сірководню для людей дуже малий –  $0,18 \text{ мг/м}^3$ , однак звикання до запаху сірководню з'являється дуже швидко. Тому навіть короткий час знаходження в атмосфері із слабким запахом сірководню зворотно виводить з ладу рецептори нюху у людей, і в подальшому людина на певний час втрачає здатність до сприйняття запаху сірководню, навіть у більш великих, дуже шкідливих концентраціях газу.

Сірководень подразнює очі у піддослідних тварин (експозиція кілька годин,  $100 - 300 \text{ ppm}$ ,  $139 - 417 \text{ мг/м}^3$ ), пошкоджує назальні слизові оболонки та горлянку. У людей подразнення очей помітно при дії концентрації  $\text{H}_2\text{S}$   $14 \text{ мг/м}^3$  за 6-7 год. Довга дія призводить до подразнень та кератокон'юктивитів.

За іншими даними у працівників виникало подразнення після тривалої експозиції концентрацій  $0,7 - 4 \text{ ppm}$  ( $1-5 \text{ мг/м}^3$ ), але у даному разі на робітників діяв також  $\text{CS}_2$  (у рівні  $26 \text{ мг/м}^3$ ). Подразнюючий ефект одного  $\text{H}_2\text{S}$  виникає при концентраціях  $20 \text{ ppm}$  ( $28 \text{ мг/м}^3$ ), але ці дані викликають сумнів у авторів узагальнюючій роботі. Задokumentовано випадок втрати нюху на 3 роки внаслідок дії високої (не вказана) концентрації  $\text{H}_2\text{S}$ .

Механізм токсичної дії сірководню пов'язаний здебільшого із інгібуванням металовміщуючих ферментів. Найбільш важливим є блокування ферментів цитохромоксидази, ензіма мітохондріального дихального ланцюга, та карбондегідрози. Внаслідок блокування ензимів  $\text{H}_2\text{S}$  призупиняється продукція енергії в клітинах та дихання.

Найбільш чутливими тканинами є слизові оболонки та тканини з високою потребою в кисні – серцеві та нервові. У літературі знайдено відомості про захисну дію пірувату при отруєнні сірководнем.

## 2.2 Вплив формальдегіду, фенолу та сірководню на навколишнє середовище

Вплив формальдегіду на організм людини:

- низький рівень (менше 40 мкг/кг) характеризується відсутністю очевидних проявів;
- помірний рівень (40-100 мкг/кг) може призводити до респіраторних проблем, наприклад, кашлю, хрипів, алергенних проявів;
- високий рівень (>100 мкг/кг) викликає роздратування очей, слизових оболонок носа і горла та більш значні проблеми з дихальною системою.

Важливо розрізняти короткочасний та довготривалий вплив токсину на організм людини. Короткочасна дія може спостерігатися при роботі з різними будівельними та оздоблювальними матеріалами: фарбами, лаками та іншими матеріалами, що містять формалін. Довготривала дія відбувається, наприклад, при покупці нових меблів або встановлення нового статевого покриття. Ці предмети можуть місяцями та роками випаровувати цю речовину в навколишнє повітряне середовище.

Тривале випаровування невеликої кількості формальдегіду з побутових поверхонь призводить до непомітного зтяжненого забруднення атмосфери приміщень. При цьому не спостерігається подразнення слизових оболонок очей та дихальних шляхів, але може непомітно розвиватися підвищена стомлюваність, загальне нездужання та інші неприємні прояви хронічного отруєння речовиною.

Організм деяких людей чутливіший до впливу формаліну, ніж тіло інших. Чим більше часу ви проводите у певному приміщенні, тим важливішим для вашого здоров'я є хімічний та механічний склад його повітряного середовища. Вважається, що рівень формальдегіду в приміщенні має бути максимально низьким і не перевищувати 40 мкг/кг у разі постійного перебування людей у такому внутрішньому просторі.

Рівень цієї речовини у приміщенні залежить від низки факторів. Крім меблів, предметів інтер'єру та будматеріалів він може потрапити у внутрішню атмосферу під час смаження та куріння. Збільшенню рівня такого токсичного з'єднання сприяє недостатня вентиляція, висока температура та підвищена вологість.

Відомо, що формальдегід, окрім канцерогенної дії, має ще й не канцерогенні ефекти, у тому числі подразнювальний вплив на слизову оболонку дихальних шляхів, та здатний провокувати розвиток БА. Група дослідників у 2015 році опублікували мета-аналіз, який охопив дані 8 досліджень по всьому світі (загальна вибірка склала 718 пацієнтів), в якому оцінили взаємозв'язок між концентрацією формальдегіду та астмою [7]. Було встановлено, що цей забруднювач є детермінуючим фактором у розвитку БА.

Автори припускають, що формальдегід може відігравати ключову роль саме на початковій стадії астми, виконуючи роль індуктора алергічної реакції. Можливо, механізм такого впливу пов'язаний з його пошкоджувальною дією на морфофункціональну сталість клітинних мембран. Ця хімічна речовина спричиняє пригнічення антирадикального захисту, що призводить до збільшення рівня вільних радикалів, які, в свою чергу, викликають розриви клітинних мембран опасистих клітин та базофілів у дихальних шляхах. Можливо, саме це слугує пусковим механізмом розвитку БА.

Отруєння організму внаслідок вдихання парів фенолу настає дуже швидко, за рахунок чого можна легко визначити основні ознаки інтоксикації. При сильній концентрації речовини може наступити летальний кінець або серйозне ураження нервової системи, головного мозку і дихальних шляхів. Для дорослої людини така смертельна доза може дорівнювати лише одному граму. Загалом має сенс розділити симптоми отруєння на дві групи:

- видимі ознаки. Їх виникнення говорить про велику концентрацію отруйної речовини, що потрапила в організм постраждалої людини. До них відносяться втрата свідомості, сильне блювання, дезорієнтація людини в



просторі, помітна зміна кольору шкіри, утруднене дихання (або ядуха), нескладна мова. Людина слабо реагує зовнішні стимули;

- ознаки, що проявляються з часом. Виникнення діареї чи запорів, нудоти, запаморочення, нападів мігрені (сильні біль), часті «несправності» з шлунком, поступове зміна кольору шкіри, поява пухирів, червоних плям. Порушується робота дихальної системи, може відчуватися сильне печіння в області грудей, неможливість тривалої затримки дихання (трохи більше 5-7 секунд). Найчастіше подібні отруєння відбуваються на хімічних фабриках та заводах. Потрібно пам'ятати, що якщо в повітрі робітника присутні суміші різних хімічних речовин (не тільки фенол), вплив на організм людини буде згубним, навіть за відсутності ознак отруєння. Порушення техніки безпеки ніколи не призводить до добрих наслідків. Небезпека, крім заводів і фабрик, можуть представляти ліки, що містять фенольні речовини або вдихання парів побутової хімії (при збиранні, наприклад). З цієї ж причини фахівці рекомендують ретельно провітрювати приміщення після їх фарбування, особливо враховуючи те, що гідроксибензол досить часто використовується в лакофарбовій промисловості. Плюс до всього можливі нещасні випадки отруєння фенолом, передбачити які неможливо. Саме тому слід знати, що треба робити у таких ситуаціях.

Фенол має досить сильний негативний вплив на організм людини. Отруйна речовина при вдиханні швидко пригнічує роботу ЦНС. Розчини і навіть фенольний пил при прямому контакті провокує утворення хімічних опіків, а також сильне подразнення дихальних шляхів, епітелію та слизових оболонок.

Одна з виражених властивостей речовини - висока проникаюча здатність, у тому числі через непошкоджені шкірні покриви. Більш того випадкове або навмисне змішування елемента і цілим спектром інших сполук (наприклад, похідними хлору) провокує активний синтез токсичних речовин 1 класу небезпеки, які навіть у слідових кількостях здатні практично миттєво викликати смерть людини.

Гранично допустимі концентрації фенолу в побутових умовах коливаються в діапазоні від 0,001 до 0,003 міліграма на кубічний метр повітря, причому в рамках токсичних виробництв допускаються значення аж до 0,3 міліграма на кубічний метр.

Потенційно небезпечна для життя дорослої людини, разова доза фенолу – близько 5 г у чистому еквіваленті. При цьому у дитини може спровокувати смерть всього 1 грам речовини.

Симптоми отруєння.

Класичні симптоми отруєння фенолом залежать як від концентрації токсичного агента, і від способу його проникнення в організм.

Інгаляційний шлях:

- сильний кашель, чхання та підвищене слиновиділення;
- слабкість у тілі, запаморочення;
- підвищена збудливість та головний біль;
- різкий запах із ротової порожнини;
- багатий холодний піт;
- сильні стрибки температури тіла;
- наявність в аналізах еритроцитів та білкових структур;
- системне порушення ритміки дихання до його зупинки.

Ознаки отруєння фенолом при контактному або пероральному шляху проникнення (гостра інтоксикація):

- оніміння та поколювання в зонах прямого контакту з токсичним елементом;
- формування хімічних опіків у вигляді білих плям;
- сильний больовий синдром у горлі та епігастральній ділянці;
- блювота з домішками крові;
- рідкий пронос з кров'яними включеннями;
- серцево-судинна недостатність;
- сплутаність свідомості, судоми, кома;

- летальний результат при прийнятті великої дози понад 10 г речовини в чистому еквіваленті.

Отруєння фенолом хронічної форми:

- постійна стомлюваність, головний біль, дратівливість;
- регулярні диспепсичні розлади;
- системні порушення сну та добових ритмів денного неспання;
- підвищена пітливість, місцеві алергічні висипи.

Сірководень є дуже небезпечним і токсичним газом. Згідно санітарно-гігієнічним вимогам ГДК сірководню в повітрі робочої зони складає 10 мг/м<sup>3</sup>.

Поріг відчуття його запаху лежить в межах 0,012 - 0,03 мг/м<sup>3</sup>. При впливі порогової концентрації сірководню відчувається запах тухлих яєць. При концентрації 1,4-2,3 мг/м<sup>3</sup> запах явно відчутний, при 3-4 мг/м<sup>3</sup> – запах сильний, але не обтяжливий, а при 7-11 мг/м<sup>3</sup> – запах тяжкий навіть для звиклих до нього. При концентраціях більше 225 мг/м<sup>3</sup> сірководень спричиняє паралізуючий вплив на органи нюху, а, отже, специфічний запах не завжди може служити сигналом, який попереджає про небезпеку отруєння.

В літературі досить докладно описані результати впливу різних концентрацій сірководню на організм людини, тварин і рослинний світ. Результати таких впливів можуть бути самими різними – від неприємних відчуттів до серйозних захворювань і навіть смерті.

Варто зазначити, що тривале вдихання концентрацій сірководню близьких до ГДК здатне викликати у людини головний біль, нежить, біль в очах, сльозотечу, світлобоязнь. За даними роботи вдихання повітря з концентрацією сірководню перевищує ГДК призводить до захворювань органів дихання, зору, шлунково-кишкового тракту, судинно-вегетативних порушень.

Повітря з концентрацією сірководню понад 1000 мг/м<sup>3</sup> практично миттєво викликає судоми, втрату свідомості і смерть через параліч дихального центру. Дане явище пов'язане з тим, що сірководень вступає в

реакцію з залізом, що містяться в гемоглобіні, тим самим, блокуючи основну функцію гемоглобіну – перенос кисню.

Сірководень, аміак та інші шкідливі гази є продуктами життєдіяльності тварин і птахів. На тваринницьких і птахівничих підприємствах при порушенні роботи систем вентиляції в приміщенні відбувається накопичення даних газів, що призводить до порушення нормального функціонування різних систем організму тварин і птахів, знижує стійкість їх організмів до захворювань, а також може призводити до загибелі [8].

### 2.3 Вплив на довкілля та токсична дія сажі

*Сажа, технічний вуглець* – твердий високодисперсний продукт неповного згорання вуглеводнів, які є компонентами газів природних і промислових, нафти, вугілля. Містить канцерогенні речовини, добре адсорбує забруднювачі. Належить до небезпечних і шкідливих забруднювачів довкілля [9].

Може бути крупним, дрібним або колоїдним, залежно від його походження. Складається з різних за величинами карбонізованих та неорганічних твердих частинок, разом з абсорбованими та оклюдованими гудронами і смолами. Це побічний продукт неповного згорання чи піролізу. Сажа, що виникає у полум'ї, в основному складається з агрегатів вуглецевих сфер.

Сажа, що осідає на домашніх димоходах, в основному складається з фрагментів коксу чи золи. Сажа з дизельного двигуна в основному містить агрегати з гудрону та смоли. З історичних причин, сажою називають чорний вуглець, чого рекомендує уникати [10].

Промислова сажа (carbon black) — колоїдний вуглецевий матеріал у вигляді сфер та їх агрегатів з розмірами менше, ніж 1000 нм. Продукт неповного згорання або термічного розклад вуглеводнів. Виробляється промислово [10].

Відпрацьовані гази двигунів внутрішнього згорання є основним джерелом викиду в атмосферу твердих частинок і в першу чергу сажі, При вдиханні сажі її частинки викликають негативні зміни в системі дихальних органів людини. Частинки сажі розміром 0,5-2 мкм затримуються в легенях, викликаючи алергію, як і будь-який аерозоль сажа забруднює повітря, погіршує видимість на дорогах, але найголовніше, на сажі адсорбуються важкі ароматичні вуглеводні, у тому числі канцерогенний бенз(а)пірен, що здатний спричинити ракові пухлини, переважно рак легень.

Крім того, як механічна домішка, сажа погіршує прозорість повітря, вона затримується у повітрі до 8 діб [11].

Сажеві частки в силу своєї розгалуженої поверхні здатні адсорбувати значні кількості різних сполук, включаючи поліароматичні. Таким чином, сажа грає важливу роль в перенесенні шкідливих сполук в атмосфері.

Тривалий контакт з сажею викликає рак шкіри, загострюються респіраторні захворювання, стоншується слизова верхніх дихальних шляхів.

### 3 БРОНХІАЛЬНА АСТМА, ЕТІОЛОГІЯ, ПАТОГЕНЕЗ, КЛАСИФІКАЦІЯ, ПРИЧИНИ ЗРОСТАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ

Бронхіальна астма – це хронічне неінфекційне захворювання дихальних шляхів запального характеру. Приступ бронхіальної астми часто розвивається після провісників і характеризується коротким різким вдихом і тривалим видихом. Зазвичай він супроводжується кашлем з в'язким мокротинням і гучними хрипами. Методи діагностики включають оцінку даних спірометрії, пікфлоуметрії, алергопроб, клінічних та імунологічних аналізів крові. У лікуванні використовуються аерозольні бета-адреноміметики, м-холінолітики, АСИТ, при тяжких формах захворювання застосовуються глюкокортикостероїди.

За останні два десятиліття захворюваність на бронхіальну астму (БА) зросла, і на сьогоднішній день у світі близько 300 мільйонів астматиків. Це одне з найпоширеніших хронічних захворювань, якому схильні всі люди, незалежно від статі та віку. Смертність серед хворих на бронхіальну астму досить висока. Той факт, що в останні двадцять років захворюваність на бронхіальну астму у дітей постійно зростає, робить бронхіальну астму не просто хворобою, а соціальною проблемою, на боротьбу з якою спрямовується максимум сил.

Статистика захворюваності на астму зростає з кожним днем. Цей факт пов'язаний з тим, що людину оточують шкідливі речовини, що виробляються заводами, станціями та іншими джерелами. Також людину оточує величезна кількість пилу у великих містах та неякісне харчування. Отже, основними причинами зростання хвороби є забруднення повітря. Згідно з даними, з кожним днем наша атмосфера стає більш брудною через вихлопи та викиди шкідливих речовин. Багато алергенів людину оточують постійно. Погане харчування. Технологія йде вперед, а продукти стають штучними. Дедалі рідше можна зустріти хороший натуральний продукт [12].

Найбільш небезпечними провокуючими факторами для розвитку бронхіальної астми є екзогенні алергени, лабораторні тести на які підтверджують високий рівень чутливості у хворих на бронхіальну астму та в осіб, які входять до групи ризику. Найпоширенішими алергенами є побутові алергени – це домашній та книжковий пил, корм для акваріумних рибок та лупа тварин, алергени рослинного походження та харчові алергени, які ще називають нутритивними. У 20-40% хворих на бронхіальну астму виявляється подібна реакція на лікарські препарати, а у 2% хвороба отримана внаслідок роботи на шкідливому виробництві або, наприклад, у парфумерних магазинах.

Інфекційні фактори теж є важливою ланкою в етіопатогенезі бронхіальної астми, оскільки мікроорганізми, продукти їхньої життєдіяльності можуть виступати як алергени, викликаючи сенсibilізацію організму. Крім того, постійний контакт з інфекцією підтримує запальний процес бронхіального дерева в активній фазі, що підвищує чутливість організму до екзогенних алергенів. Так звані гаптенні алергени, тобто алергени небілкової структури, потрапляючи в організм людини і зв'язуючись його білками, так само провокують алергічні напади і збільшують ймовірність виникнення бронхіальної астми. Такі фактори, як переохолодження, обтяжена спадковість та стресові стани теж займають одне з важливих місць у етіології бронхіальної астми.

### 3.1 Патогенез

Хронічні запальні процеси в органах дихання ведуть до їх гіперактивності, в результаті якої при контакті з алергенами або подразниками миттєво розвивається обструкція бронхів, що обмежує швидкість потоку повітря та викликає ядуху. Приступи ядухи спостерігаються з різною періодичністю, але навіть у стадії ремісії запальний процес у дихальних шляхах зберігається. В основі порушення прохідності

поток повітря при бронхіальній астмі лежать наступні компоненти: обструкція дихальних шляхів через спазми гладкої мускулатури бронхів або внаслідок набряку їх слизової оболонки; закупорка бронхів секретом підслизових залоз дихальних шляхів через їх гіперфункцію; заміщення м'язової тканини бронхів на сполучну при тривалому перебігу захворювання, через що виникають склеротичні зміни у стінці бронхів.

В основі змін бронхів лежить сенсibiliзація організму, коли при алергічних реакціях негайного типу, що протікають у вигляді анафілаксії, виробляються антитіла, а при повторній зустрічі з алергеном відбувається миттєве вивільнення гістаміну, що призводить до набряку слизової бронхів і до гіперсекреції залоз. Імунокомплексні алергічні реакції та реакції уповільненої чутливості протікають аналогічно, але з менш вираженими симптомами. Підвищена кількість іонів кальцію в крові людини останнім часом теж сприймається як сприятливий чинник, оскільки надлишок кальцію може провокувати спазми, зокрема і спазми мускулатури бронхів.

При патологоанатомічному дослідженні померлих під час нападу ядухи відзначається повна або часткова закупорка бронхів в'язким густим слизом та емфізематозне розширення легень через утруднений видих. Мікроскопія тканин найчастіше має подібну картину – це потовщений м'язовий шар, гіпертрофовані бронхіальні залози, інфільтративні стінки бронхів із десквамацією епітелію.

### 3.2 Класифікація

БА поділяється за етіологією, тяжкістю перебігу, рівнем контролю та іншими параметрами. За походженням виділяють алергічну (у т. ч. професійну бронхіальну астму), неалергічну (в т. ч. аспіринову бронхіальну астму), не уточнену, змішану бронхіальну астму. За ступенем тяжкості розрізняють такі форми бронхіальної астми:



- інтермітуюча (епізодична). Симптоми виникають рідше одного разу на тиждень, загострення рідкісні та короткі;
- персистуюча (постійна течія). Ділиться на 3 ступені:
  - 1) легка – симптоми виникають від 1 разу на тиждень до 1 разу на місяць;
  - 2) середня – частота нападів щоденна;
  - 3) важка – симптоми зберігаються майже завжди.

Протягом астми виділяють загострення та ремісію (нестабільну чи стабільну). По можливості контролю над приступами бронхіальної астми може бути контрольованої, частково контрольованої і неконтрольованої. Повний діагноз пацієнта з бронхіальною астмою включає всі перераховані вище характеристики. Наприклад, «Бронхіальна астма неалергічного походження, що інтермітує, контрольована, у стадії стабільної ремісії».

#### Симптоми бронхіальної астми

Напад ядухи при бронхіальній астмі ділиться на три періоди: період передвісників, період розпалу та період зворотного розвитку. Період провісників найбільш виражений у пацієнтів з інфекційно-алергічною природою бронхіальної астми, він проявляється вазомоторними реакціями з боку органів носоглотки (рясні водянисті виділення, безперервне чхання). Другий період (він може початися раптово) характеризується відчуттям стискання в грудній клітці, яке не дозволяє дихати вільно. Вдих стає різким і коротким, а видих навпаки – тривалим і галасливим. Дихання супроводжується гучними хрипами, що свідчать, з'являється кашель з в'язкою, важко відхаркуваним мокротинням, що робить подих аритмічним.

Під час нападу положення пацієнта вимушене, зазвичай він намагається прийняти сидяче положення з нахиленим вперед корпусом, і знайти точку опори або спирається на лікті в коліна. Обличчя стає одутлим, а під час видиху шийні вени набухають. Залежно від тяжкості нападу можна спостерігати участь м'язів, які допомагають подолати опір на видиху. У періоді зворотного розвитку починається поступове відходження мокротиння, кількість хрипів зменшується, і напад ядухи поступово згасає.

Прояви, у яких можна запідозрити наявність бронхіальної астми:

- високо тональні свистячі хрипи при видиху, особливо у дітей;
- повторювані епізоди свистячих хрипів, утрудненого дихання, почуття стиснення в грудній клітці та кашель, що посилюється у нічний час;
- сезонність погіршень самопочуття з боку органів дихання, наявність екземи, алергічних захворювань на анамнезі;
- погіршення або виникнення симптоматики при контакті з алергенами, прийомі препаратів, при контакті з димом, при різких змінах температури навколишнього середовища, ГРЗ, фізичних навантаженнях та емоційному напруженні;
- часті застудні захворювання, що «спускаються» в нижні відділи дихальних шляхів;
- поліпшення стану після прийому антигістамінних та проти астматичних препаратів [12].

### 3.3 Ускладнення

Залежно від тяжкості та інтенсивності нападів ядухи бронхіальна астма може ускладнюватися емфіземою легень та наступним приєднанням вторинної серцево-легеневої недостатності. Передозування бета-адреностимуляторів або швидке зниження дозування глюкокортикостероїдів, а також контакт з масивною дозою алергену можуть призвести до виникнення астматичного статусу, коли напади ядухи йдуть один за одним і їх практично неможливо усунути. Астматичний статус може закінчитися летальним кінцем.

### 3.4 Статистика бронхіальної астми у дорослих

Про те, хто частіше хворіє на бронхіальну астму: чоловіки чи жінки, запитує багато пацієнтів, у яких виявлена ця хвороба. У представниць слабкої статі патологія діагностується у 68 відсотках випадків із усіх. Найчастіше захворюванням страждають люди працездатного віку – понад 77 відсотків.

Захворюваність на бронхіальну астму у тяжкій формі пояснюється несвоєчасним зверненням до лікаря. Саме тому найчастіше астма діагностується вже тоді, коливилікувати її неможливо: тоді з'являються симптоми ядухи та утруднення дихання.

Все частіше виявляються такі випадки, коли у пацієнтів розвивається важка форма патології у зв'язку з тим, що вони з появою перших симптомів хвороби намагаються знайти вирішення проблеми у Глобальній мережі, але не звертаються по допомогу до офіційної медицини.

Статистика стверджує, що у 2% пацієнтів патологію діагностують на тлі професійної діяльності. Бронхіальна астма виявляється найчастіше у тих, хто працює на виробничих підприємствах. У групі ризику є пацієнти, які працюють:

- пекарями. Більшість із них постійно працюють із борошном. Вона дратує слизові оболонки дихальних шляхів, що призводить до патології;
- ветеринарами. Їхня діяльність пов'язана з постійним контактом з тваринами. Це може призвести до алергії на шерсть. З цієї причини астма може з'явитися також у працівників зоомагазинів, фермерів, працівників зоопарків;
- на промислових підприємствах із шкідливими умовами виробництва. Ці люди контактують з хімічними речовинами, що призводить до хвороби.

У дорослих людей, які мають таку шкідливу звичку як куріння, хвороба з'являється часто. Тютюновий дим дратує дихальні шляхи, що є провокуючим фактором астми. Пасивне куріння дозволяє віднести людину до групи ризику.

### 3.5 Статистика бронхіальної астми у дітей

Бронхіальна астма у дітей розвивається часто, що пояснюється недостатньою сформованістю імунної системи та організму загалом. Статистика каже, що в дітей віком до 1 року патологічний процес діагностується при алергії певні продукти. Якщо вік малюка становить від 1 до 3 років, хвороба виникає як реакція на побутові алергени. У віці 3-4 роки у дітей патологія діагностується при алергічних реакціях на пилок рослин.

Що стосується статистики щодо поширеності бронхіальної астми, то серед дітей дана хвороба виявляється у 10% від загальної кількості випадків.

При цьому у хлопчиків астма виявляється в 3 рази частіше, ніж у дівчаток, що протилежно захворюваності у дорослих.

Симптоми хвороби частіше з'являються в дитинстві та дошкільному віці, серед підлітків випадки виявлення астми трапляються у кілька разів рідше.

Діти зазвичай страждають на алергійну форму бронхіальної астми. У 80% дітей це буває викликано тим, що їхній організм специфічно реагує на деякі речовини-алергени, тобто у них виявляється атопія. Появі захворювання сприяє у тому числі гіперреактивність бронхів, яка досить часто спостерігається в дитячому віці.

Причиною захворювання також може бути домашній пил. При невчасному вологому прибиранні в будинку спостерігається її скупчення і розповсюдження пилових кліщів. Шкідники збираються в м'яких іграшках, килимах, тріщинах і т. д. У пацієнтів спостерігається загострення хвороби у весняний та осінній час.

### 3.6 Зростання захворюваності на бронхіальну астму та її причини

Статистика захворюваності на астму дозволила фахівцям зробити висновки про особливості розвитку хвороби. Показник захворюваності на бронхіальну астму безпосередньо залежить від регіону проживання людини. Статистика свідчить, що астма фіксується найчастіше у регіонах, де розвинена промисловість, і, кількість викидів шкідливих речовин, у атмосферу збільшено. Це стосується хімічних виробництв, металургійних та інших підприємств, які, на жаль, не дотримуються встановлених нормативів, що визначають оптимальну кількість відходів.

Більша кількість людей, що проживають в районах з активним рухом транспорту та поруч із промисловими об'єктами, страждає на астму, що пояснюється забрудненістю повітря. Якщо людина живе біля автомобільної дороги, ризик розвитку у неї бронхіальної астми збільшується. Оцінюючи ситуації у країні загалом статистика показує таке: астма утворюється при вплив цілого ряду несприятливих чинників.

Бронхіальна астма – одне з найпоширеніших захворювань у всьому світі у всіх вікових групах. За останні 20-30 років відбулося різке зростання захворюваності на астму. За деякими оцінками, за цей час кількість хворих на астму у світі збільшилася вдвічі і до 2018 р. ця цифра досягла 300 млн. осіб. Однак у фахівців немає єдиної думки щодо причин цього значного стрибка. З одного боку, виявлення бронхіальної астми зросла з допомогою поінформованості суспільства про цю хворобу. З іншого боку, експерти підозрюють, що зростання захворюваності є і об'єктивні причини.

Бронхіальна астма вважається гетерогенним захворюванням, виникнення та розвиток якого відбуваються в результаті взаємодії генетичних факторів та навколишнього середовища. З часів промислової революції стан довкілля значно змінився. Ці зміни призвели до зростання алергічних захворювань, у тому числі алергічного риніту, атопічного дерматиту та астми.

Ось деякі обставини, на думку експертів, відіграють важливу роль у зростанні захворюваності на астму. Якщо дитина живе близько від дороги з напруженим рухом, у неї вищий ризик захворіти на астму, ніж у однолітків, що живуть в екологічно благополучних районах, причому ризик зростає за наявності астми або алергії в сім'ї. У світі стає все більше завантажених доріг, а тим часом такі забруднювачі, як діоксид азоту (отруйний газ), озон і тверді домішки, часто стають тригерами астми.

#### 4 СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОКАЗНИКІВ ЗАХВОРЮВАНОСТІ

Діти та підлітки є найбільш вразливою до впливу різних факторів ризику навколишнього середовища частиною популяції через підвищену чутливість їх організму, обумовлену інтенсивними процесами росту та дозрівання. Найбільш несприятливий вплив на них здоров'я надає забруднення атмосферного повітря [13].

Аналіз літератури виявляє факт зростання дитячої та підліткової захворюваності в районах атмосферного забруднення, причому найбільше навантаження лягає на органи дихання, що знаходяться в безпосередньому контакті зі шкідливими промисловими викидами [12, 13]. Відзначено достовірну пряму залежність збільшення алергічних захворювань і зростання кількості автотранспорту [14].

Кількість звернень дитячого населення до поліклініки вивчалася щорічно на підставі даних центру медичної статистики протягом 2008 – 2017 років. Зміст сажі, фенолу, формальдегіду, сірководню в атмосферному повітрі визначалося на восьми постах Одеси з 2006 до 2016 року.

Статистичну обробку отриманих даних проводили за допомогою програми Microsoft Excel. Як критерій взаємозв'язку використовували коефіцієнт лінійної кореляції ( $k$ ).

При розрахунку коефіцієнта кореляції між оборотністю дітей у поліклініку та рівнем забруднення повітря використовувалися середньорічні концентрації забруднювачів.

Кореляційною називають таку статистичну залежність між випадковими величинами  $X$  і  $Y$ , при якій якщо змінюється одна з величин, то змінюється середнє значення іншої. Якщо нанесемо на координатну площину відповідні значення  $X$  і  $Y$  то вони утворять область яку називають кореляційним полем. Для оцінювання тісноти кореляційного зв'язку між випадковими величинами  $X$  та  $Y$  використовують коефіцієнт кореляції (Пірсона), який визначається за формулою [17]:

$$R_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}} \quad (4.1)$$

Властивості коефіцієнту кореляції наступні:

значення коефіцієнта кореляції змінюється в межах від  $-1$  до  $+1$ ;

1) якщо  $R=0$ , то між ознаками, що вивчаються немає лінійної кореляційної залежності, але ця умова не виключає існування якого-небудь іншого виду кореляційного зв'язку (параболічного, показникового і т.п.);

2) чим більше  $R$ , тим тісніший зв'язок (сильніша спряженість) між ознаками, які вивчаються.

Знак коефіцієнту показує направленість залежності (пряма або обернена), а величина силу залежності. Залежно від значення коефіцієнта кореляції, кореляційні зв'язки поділяють на:

- сильну (тісну) кореляцію –  $0,7$  ;
- середню кореляцію –  $0,5 < R < 0,7$ ;
- помірну кореляцію –  $0,3 < R < 0,5$ ;
- слабку кореляцію –  $0,2 < R < 0,3$ ;
- відсутність кореляції -  $R < 0,19$ .

Якщо коефіцієнт кореляції від'ємний, це означає наявність протилежного зв'язку: чим вище значення однієї змінної, тим нижче значення іншої. Тобто від'ємна кореляція означає те, що із збільшенням однієї величини друга має тенденцію до зменшення.

Якщо коефіцієнт кореляції близький до нуля, між величинами немає лінійного статистичного зв'язку, але не виключена наявність нелінійного зв'язку. Для інтерпретації величини коефіцієнта кореляції використовуються градації наведені в табл. 4.1.



Таблиця 4.1 – Інтерпретації величини коефіцієнта кореляції [17]

Значення (по модулю)	Інтерпретація
До 0,2	Дуже слабка кореляція
До 0,5	Слабка кореляція
До 0,7	Середня кореляція
До 0,9	Висока кореляція
Понад 0,9	Дуже висока кореляція

Відповідно до методики статистичного аналізу була виявлена кореляційна залежність між показниками захворюваності на БА та забрудненням м. Одеси. Після обробки даних були отримані наступні результати, представлені в таблицях 4.2, 4.3.

Таблиця 4.2 – Кореляційна залежність кількості випадків захворювань на бронхіальну астму для дітей віком від 0 до 14 років

	Формальдегід	Сажа	Фенол	Сірководень
Зареєстровано захворювань - усього у віці	0,46	-0,42	-0,37	-0,15
У тому числі вперше в житті у віці	0,65	0,31	0,36	0,32

Таблиця 4.3 – Кореляційна залежність кількості випадків захворювань на бронхіальну астму для людей віком від 18 років

	Формальдегід	Сажа	Фенол	Сірководень
Зареєстровано захворювань - усього у віці	-0,25	0,15	-0,5	-0,50
У тому числі вперше в житті у віці	0,21	-0,15	-0,09	-0,15

При підрахунку коефіцієнтів кореляції виявлено досить стійкі зв'язки між рівнем вмісту в повітрі формальдегіду та кількістю хворих дітей на бронхіальну астму у віці 0-14 років.

Ретроспективний аналіз звітної медичної документації Департаменту охорони здоров'я Одеської облдержадміністрації свідчить, що поширеність БА (шифр МКХ J45) серед дорослого населення у регіоні є досить високою. Так, поширеність цієї патології в Одеській області в 2016 році склала 562,3 випадку на 100 тис. населення, а захворюваність – 25,4 на 100 тис. Згідно з даними НАМН України та Центру медичної статистики МОЗ України, середній показник поширеності БА по країні за аналогічний період був значно нижчим та становив 491,9 випадків на 100 тис., а середньостатистичний показник захворюваності, відповідно, – 22,7 на 100 тис. [18].

Таким чином, можна зробити висновок, що загальна та первинна захворюваність на БА в Одеському регіоні значно перевищує середні показники по Україні.

При аналізі регіональної поширеності БА по Україні виявилося, що в 2016 році Одеський регіон зайняв 6 місце за захворюваністю та 13 за поширеністю серед 24 областей України та м. Київ [18]. В той же час, за

загальним рівнем викидів шкідливих речовин у атмосферу в 2014 році Одеський регіон зайняв 15 місце з показником в 23,2 тис. т викидів за рік [4]. Цей факт розходиться з наявністю такої високої захворюваності та поширеності на БА в регіоні та свідчить про те, що ці показники не знаходяться у прямій залежності від рівня загального забруднення, отже, потрібно виявити інші чинники, які є детермінуючими. Ця розбіжність пояснюється, на наш погляд, тим, що в Одеському регіоні забруднення обумовлено не загальними обсягами неспецифічних забруднювачів, а саме високим вмістом специфічних шкідливих речовин, таких як формальдегід, фенол, сажа, сірководень, оксид вуглецю. Саме ці шкідливі речовини чинять негативний вплив на стан дихальних шляхів та здатні провокувати напади БА. На жаль, за середньорічним вмістом цих забруднювачів у повітрі Одеса посідає одне з перших місць в Україні. Підтвердженням цього є також індекс забрудненості атмосфери (ІЗА). Наприклад, в 2016 році Одеса посіла 3 місце в Україні за значенням цього показника [4, 19, 20].

Проведений нами аналіз виявив певні закономірності у розподілі значень показника поширеності БА, який відображає загальну кількість захворювань серед дорослого населення та дітей від 0 до 14 років (рис. 5.1-5.4).

За період з 2006 по 2012 рік спостерігалось збільшення поширеності БА. За вказані роки загальна кількість зареєстрованих захворювань на БА серед населення Одеської області збільшилась на 78,8 тис., тобто на 13 %. При цьому слід зазначити, що протягом 2006-2011 років спостерігалось поступове збільшення кількості хворих на БА, в середньому на 7,1 тис. осіб, тобто на 1,17 % щорічно. Вагоме зростання показника поширеності БА припало саме на період 2011-2012 роки та склало 36,2 тис. випадків, що перевищило показники попередніх років майже у 5 разів.

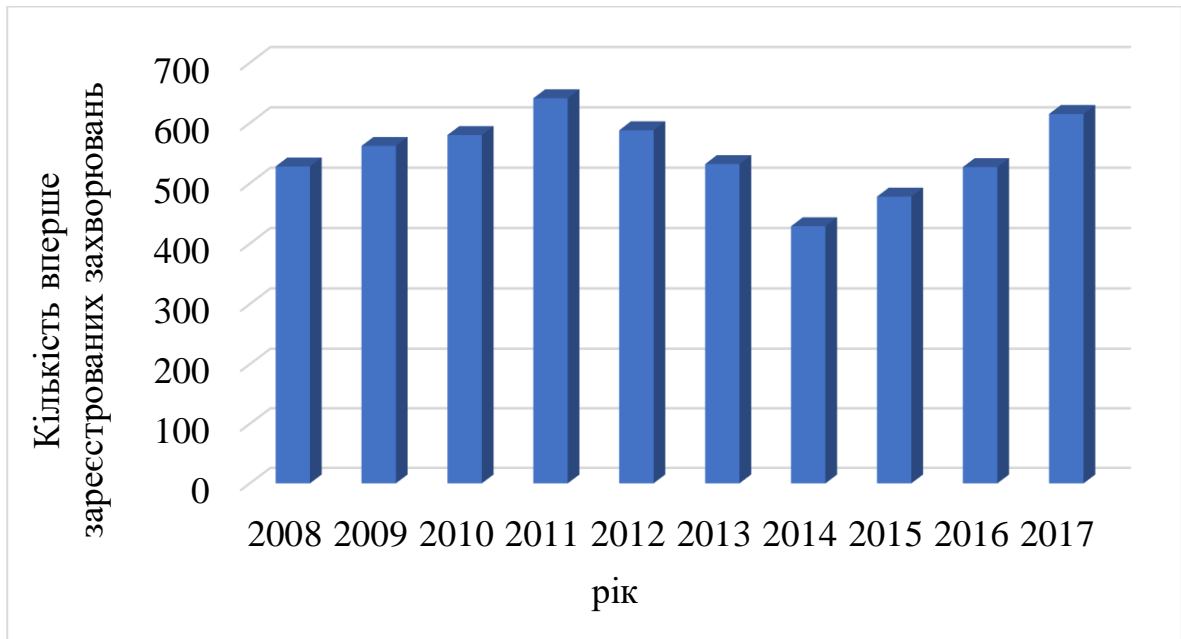


Рисунок 4.1 – Динаміка захворюваності на бронхіальну астму серед дорослого населення Одеського регіону за 2008-2017 рр.

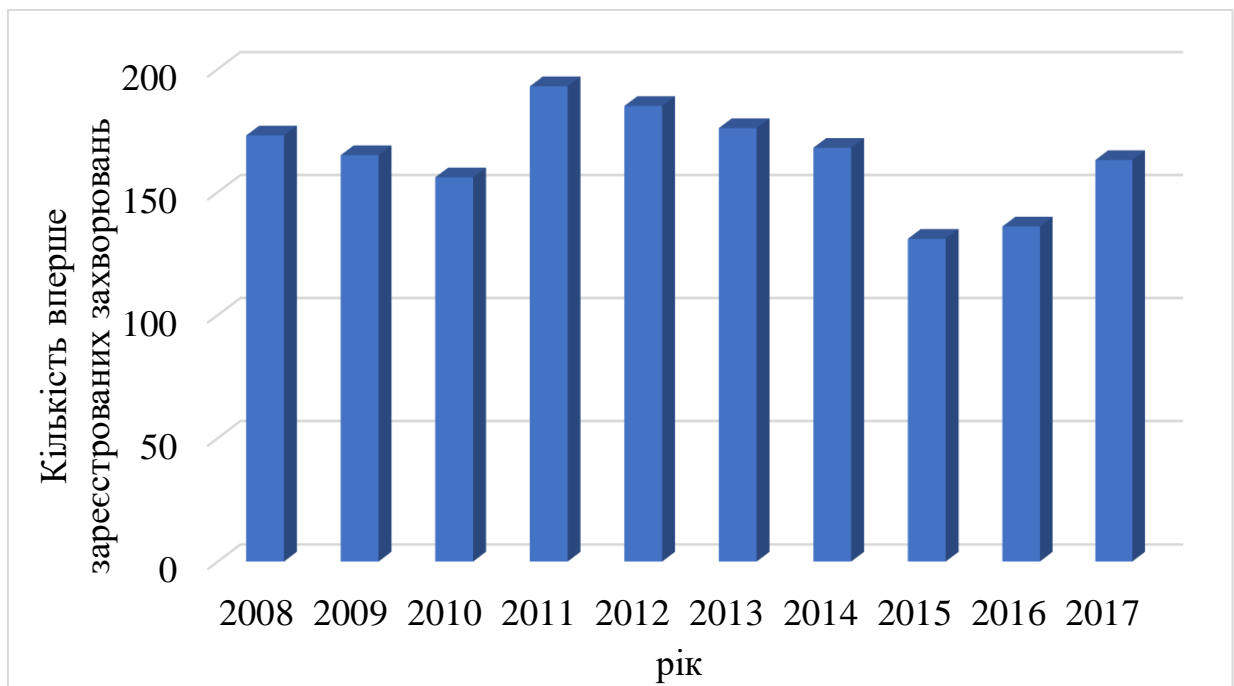


Рисунок 4.2 – Динаміка захворюваності на бронхіальну астму серед населення від 0 до 14 років Одеського регіону за 2008-2018 рр.

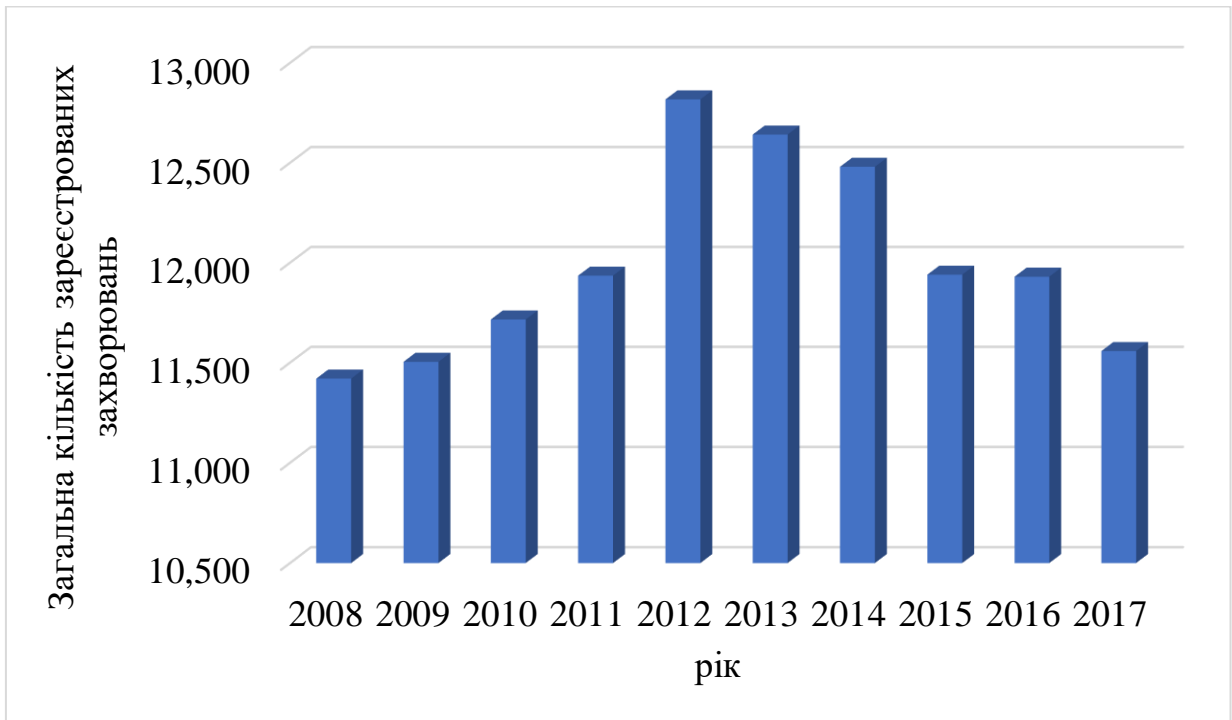


Рисунок 4.3 – Динаміка поширення бронхіальної астми серед дорослого населення Одеського регіону за 2008-2017 рр.

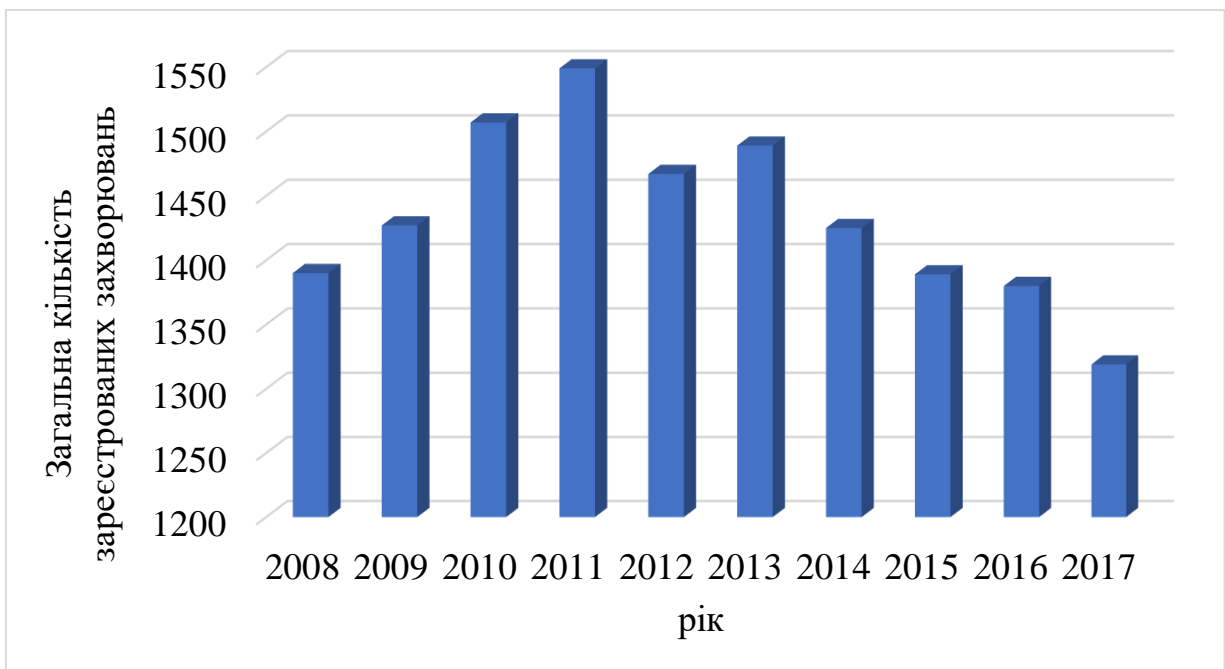


Рисунок 4.4 – Динаміка поширення бронхіальної астми серед населення від 0 до 14 років Одеського регіону за 2008-2017 рр.

У подальшому спостерігалася протилежна тенденція щодо зниження поширеності, починаючи з 2013 по 2015 рік в середньому цей показник щорічно зменшувався майже на 11,06 тис. зареєстрованих захворювань, тобто на 1,82 %, та вийшов на рівень 2011 року.

Показник захворюваності у Одеському регіоні, який відображає загальну кількість виявлених нових випадків патології, загалом мав хвилеподібну тенденцію до зниження, з двома піками протягом 2007-2008 та 2012-2013 років; та двома хвилями підвищення у 2009-2019 та 2014 роках. У 2011 році відзначено його найбільше зростання, особливо порівняно з попереднім роком. Впродовж 2015-2016 років відмічають практично сталі показники.

Загалом за весь період, що аналізується, відбувся спад захворюваності по області на 26,6 %. Протягом останніх трьох років відмічаються більш-менш сталі показники. Найбільший спад відбувся у 2014 році, коли показник захворюваності був мінімальним – 23,8 на 100 тис. населення.

Загалом аналізуючи захворюваність на БА протягом 2006-2017 років ми виявили, що середній показник захворюваності на БА в Одеському регіоні склав  $(29,75 \pm 3,78)$  на 100 тис. населення та був вищим за середній показник по Україні –  $(22,63 \pm 3,24)$  на 100 тис. населення за аналогічний період.

При аналізі факторів, які здатні вплинути на стан захворюваності на БА, слід звернути увагу на характеристику атмосферного повітря навколишнього середовища та техногенні фактори, що його змінюють. За даними річних звітів Міністерства екології та природних ресурсів України, представлених у національних доповідях про стан навколишнього природного середовища за 2010-2016 рр., найбільші обсяги викидів забруднювальних речовин в атмосферу по Одеському регіону спричиняють енергопродукуючі підприємства – 47 %; підприємства харчової промисловості – 7 %; хімічної галузі – 5 % та підприємства, що забезпечують діяльність транспорту та зв'язку – 21 %. Найбільшими стаціонарними забруднювачами атмосфери Одеського регіону є ПАТ «Одеський

припортовий завод», підприємства енергетики: ПрАТ «Газтранзит» та ПАТ «Одесагаз». Однак основний внесок у забруднення атмосферного повітря Одеської області та України належить пересувним джерелам, а саме автотранспортним засобам, які «забезпечують» 80 % від усього забруднення, що надходить в атмосферне повітря [19].

Динаміка викидів забруднювальних речовин у атмосферне повітря тісно пов'язана з динамікою захворюваності на БА (рис. 4.5). Так, у 2011 р., порівняно з 2010 р., спостерігалось збільшення техногенного навантаження на атмосферне повітря в Одеському регіоні, що збігається з відповідним підвищенням захворюваності на БА. У 2015 р., порівняно із показниками 2012 р., техногенне навантаження на атмосферне повітря зменшилось в цілому по області на 39,27 тис. т. Цей факт збігається з відповідним зменшенням рівня захворюваності дорослого населення на БА з 32,4 до 24,8 на 100 тис. населення.

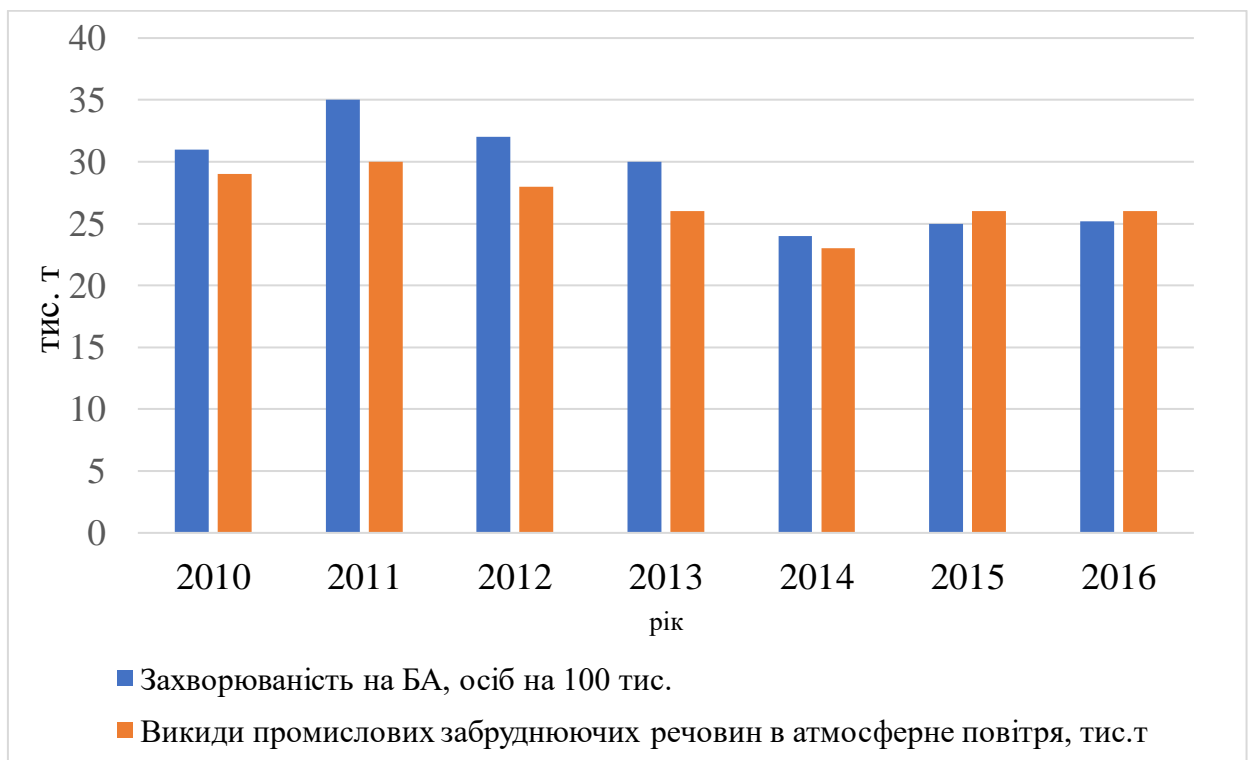


Рисунок 4.5 – Динаміка захворюваності БА та техногенного навантаження на атмосферне повітря в Одеській області

## ВИСНОВКИ

1. Результати багаторічного аналізу рівнів поширеності та захворюваності на БА серед дорослого населення Одеського регіону свідчать про короткочасну стабілізацію епідемічної ситуації, яка проявляється тенденцією до незначного зменшення поширеності починаючи з 2012 року. Також простежується загальна тенденція до зниження захворюваності: кількість вперше зареєстрованих хворих у 2017 році зменшилась на 26,7 %, порівняно з даними 2008 року.

2. Прослідковується тенденція до зменшення кількості госпіталізацій до стаціонарів з приводу загострень БА протягом останніх 10 років, що свідчить про покращення контролю над перебігом а ми, в тому числі й завдяки високому рівню охоплення населення диспансерним спостереженням та підвищенню ефективності базисної терапії.

3. Простежується чіткий взаємозв'язок між динамікою захворюваності на БА та рівнем техногенного навантаження атмосферного повітря основними промисловими забруднювачами, оскільки піки викидів забруднювальних речовин та зростання захворюваності збігаються у часі. За рівнем індексу забрудненості повітря м. Одеса протягом багатьох років займає лідируючі позиції серед міст України, що, ймовірно, сприяє високій поширеності БА в Одеському регіоні, яка значно перевищує середні показники по Україні.

4. До найнебезпечніших речовин, які є фактором ризику розвитку БА в Одеському регіоні, належать такі специфічні забруднювачі як формальдегід та сажа концентрації яких у повітрі протягом багатьох років перевищують гранично допустимі, це підтверджує тісний кореляційний зв'язок.



## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16 жовтня 1992 року. Електронний ресурс: URL: [Про охорону атмосферного повітря. Від 16.10.1992 № 2707-ХІІ \(rada.gov.ua\)](#) / (дата звернення: 07.05.2022).
2. Effects on asthma and respiratory allergy of Climate change and air pollution / Gennaro D'Amato, Carolina Vitale, Annamaria De Martino [et al.] // Multidiscip Respir Med. – 2015. – Vol. 10. 43 – P. 39.
3. Полетаєва Л.М., Сафранов Т.А. Моніторинг навколишнього природного середовища. Одеса: ОДЕКУ, “Екологія”, 2005. 171 с.
4. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Одеській області у 2016 році. 216 с.
5. Чугай А. В., Юрасов С. М., Чернякова О. І., Грабко Н. В., Волков А. І. Збірник методичних вказівок до практичних робіт з дисципліни "Моніторинг довкілля " - Одеса: ОДЕКУ, 2006. 139 с.
6. Український гідрометеорологічний центр. Офіційний сайт. Електронний ресурс: URL : <https://meteo.gov.ua/> (дата звернення: 07.05.2022).
7. Гомонай В.І., Лобко В.Ю., Ходаковський В.С. Формальдегід – головний компонент забруднення атмосфери автомобільним транспортом в містах України // Екологічний вісник. 2007. №1 (41). С. 10–12.
8. Кресін В.С. Заключний звіт про науково-дослідну роботу «Розроблення рекомендацій щодо шляхів зменшення сірководневого забруднення Чорного моря та можливості використання цього сірководню». 2009. 72 с.
9. Даценко І.І., Габович Р.Д. Профілактична медицина: загальна гігієна з основами екології/ 2-ге видання. К.: Здоров'я, 2004. С. 86-98.
10. Бардов В.Г., Москаленко В.Ф., Омельчук С.Т., Яворовський О.П. Гігієна та екологія. Вінниця: Нова Книга, 2006. 178. 191 с

11. Кужель В. П., Севостьянов С. М. Екологія та ресурсозбереження на автомобільному транспорті : навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2013. 105 с.
12. Бронхіальна астма: симптоми, причини і лікування хвороби. Медичний довідник: корисне про здоров'я та медицину - Біоенергія, Дієти, Очищення, Фітотерапія. 2014.
13. Мешков Н.А., Иванов С.И., Вальцева Е.А., Анциферов Б.М. Адаптационное состояние детского организма как индикатор неблагоприятного влияния окружающей среды // Гигиена и санитария. 2007. №5. С.52-53.
13. Малишева, А.Г., Растянніков Є.Г., Беззубов А.А. та ін. Оцінка реальної небезпеки хімічного впливу міського середовища на здоров'я населення // Гігієна та санітарія. 2007. №6. С.17-20. ОНМедУ. м. Одеса.
14. Мейбалиев М.Т. Состояние здоровья детей промышленных городов в связи с загрязнением атмосферного воздуха // Гигиена и санитария. 2008. №2. С.31-34.
15. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2019 році, 2020. 559 с.
16. Лапач С.Н., Чубенко А.В., Бабич П.Н. Статистические методы в медико-биологических исследованиях с использованием Excel / Київ: МОРИОН, 2001. 408 с.
17. Порівняльні дані про розповсюдженість хвороб органів дихання і медичну допомогу хворим на хвороби пульмонологічного та алергологічного профілю в Україні за 2010–2016 рр. К.: Ліра, 2017. 48 с.
18. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометеорологічних організацій у 2016 році. К.: Центральна геофізична обсерваторія, 2017. 47 с.
19. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2015 році. К.: Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д. С., 2017. 308 с.