

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет магістерської та  
аспірантської підготовки  
Кафедра екології та  
охорони довкілля

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: «Оцінка якості атмосферного повітря Херсонського регіону»

Виконав студент 2 курсу  
групи МЕ – VI  
спеціальності 101 – Екологія  
Андрійчук Єлизавета  
Володимирівна

Керівник к. геогр. н., доц.  
Полетаєва Лариса Миколаївна

Рецензент: к. геогр. н., доц.  
Вольвач Оксана Василівна

Одеса 2018

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та аспірантської підготовки  
Кафедра екології та охорони довкілля  
Рівень вищої освіти магістр  
Спеціальність 101 – Екологія  
Освітньо-професійна програма «Екологія та екологічна безпека»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри екології та охорони довкілля**

Сафранов Т.А.  
«29» жовтня 2018 року

**З А В Д А Н Н Я**  
**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**  
Андрійчук Єлизаветі Володимирівні

1. Тема роботи: «Оцінка якості атмосферного повітря Херсонського регіону»

керівник роботи: к. геогр. н., доц. Полетаєва Лариса Миколаївна  
затверджені наказом закладу вищої освіти від 5 жовтня 2018 р. №271–«С»

2. Строк подання студентом роботи 10 грудня 2018 р.

3. Вихідні дані до роботи: «Екологічні паспорти міста Херсона» за 2011 – 2017 років, «Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області за 2016 році»

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): розгляд фізико-географічних особливостей розташування м. Херсона та системи моніторингу забруднення атмосферного повітря; аналіз динаміки та складу викидів забруднювальних речовин від різних джерел забруднення в Херсоні; розрахунок індексів забруднення атмосферного повітря; оцінка рівнів забруднення атмосферного повітря загалом по місту за досліджуваний період; визначення рівня забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю розрахунковим методом в місті Херсон.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Таблиця викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря від різних джерел забруднення в м. Херсон за 2011 – 2017 рр. Середньорічні ІЗА міста Херсона розраховані для 2011 – 2017 років. Графіки зміни ІЗА

забруднювальних речовин в місті Херсоні. Таблиця викидів окремих забруднювальних речовин в Херсоні за період 2011 – 2017 рр.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	<i>немає</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_ 29 жовтня 2018 р. \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	<i>Розгляд фізико-географічних особливостей розташування м. Херсона</i>	29.10.18 05.11.18	76	4 (добре)
2	<i>Вивчення системи моніторингу забруднення атмосферного повітря</i>	06.11.18 12.11.18	72	3 (Задовільно)
3	<i>Визначення методик розрахунку індексів забруднення атмосфери</i>	13.11.18 18.11.18	74	4 (добре)
	<b><i>Рубіжна атестація</i></b>	<b>19.11.18 24.11.18</b>	<b>74</b>	<b>4 (добре)</b>
4	<i>Визначення динаміки рівнів забруднення атмосферного повітря міста Херсон</i>	25.11.18 27.11.18	72	3 (Задовільно)
5	<i>Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю розрахунковим методом в місті Херсон</i>	28.11.18 01.12.18	76	4 (добре)
6	<i>Узагальнення отриманих результатів. Оформлення остаточної електронної версії та передачі її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складення протоколу і висновків керівника</i>	02.12.18 06.12.18	74	4 (добре)
7	<i>Підготовлення паперової версії магістерської кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до публічного захисту. Рецензування роботи.</i>	07.12.18 10.12.18	74	4 (добре)
	<b>Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня по етапам)</b>		<b>74,0</b>	

Студент \_\_\_\_\_ Андрійчук Є.В.

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Полецаєва Л. М.

## АНОТАЦІЯ

**Андрійчук Є.В. Оцінка якості атмосферного повітря Херсонського регіону.**

Магістерська робота присвячена оцінці якості забруднення повітряного басейну міста Херсон за період 2011 – 2017 років. Оцінка стану забруднення атмосферного повітря великого міста є необхідною та актуальною задачею.

В роботі зроблена оцінка та проведено аналіз якості атмосферного басейну за даними моніторингу забруднення повітря в місті Херсоні: основні джерела надходження шкідливих домішок в атмосферне повітря, об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку, динаміка рівнів забруднення та розрахунок індексів забруднення атмосферного повітря міста Херсона. Також проведено оцінку рівня забруднення атмосферного повітря міста оксидом вуглецю, який надходить від викидів автотранспорту. Аналіз даних виконується за допомогою статистичної обробки.

Робота складається з переліку скорочень, вступу, 4 основних розділів, 10 підрозділів, висновку, переліку посилань та 2 додатків. Обсяг роботи з урахуванням додатків складає 89 сторінок, в тому числі 17 рисунків, 24 таблиці та 27 літературних джерел.

**Ключові слова:** атмосферне повітря, викиди, забруднююча речовина, індекс забруднення атмосфери, рівень забруднення, оксид вуглецю, автотранспорт.

## **ABSTRACT**

### **Andriychuk E.V. Assessment of the Quality of Atmospheric Air in the Kherson Region.**

The master's work is dedicated to assessment of the quality of air pollution of Kherson city in the period from 2011 to 2017. The assessment of air pollution in a large city is a necessary and actual task.

An estimation and analysis of the quality of the atmospheric basin have been done in this work according to the air pollution monitoring data in the Kherson city: the main sources of harmful impurities in the atmospheric air, objects that constitute increased ecological danger, dynamics of pollution levels and the calculation of atmospheric air pollution indexes in Kherson. Also, an assessment of the level of air pollution in the city by carbon monoxide, which comes from the emissions of vehicles. Data analysis is performed by statistical processing.

The work consists of a list of abbreviations, an introduction, 4 main sections, 10 subsections, a conclusion, a list of references and 2 supplementations. The content of work include supplementations consists of 89 pages, including 17 charts, 24 spreadsheets and 27 literary sources.

**Key words:** atmospheric air, emissions, pollutant, index of atmospheric pollution, pollution level, carbon monoxide, automobile transportation.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ .....	9
ВСТУП.....	10
<b>1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ МІСТА ХЕРСОН.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b> Географічне розташування та кліматичні особливості міста Херсон.....	14
<b>1.2</b> Тенденції зміни клімату.....	15
<b>2 МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В ХЕРСОНІ.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1</b> Основні джерела надходження шкідливих домішок в атмосферне повітря.....	26
<b>2.2</b> Об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку.....	27
<b>3 ДИНАМІКА РІВНІВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ХЕРСОН .....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b> Оцінка якості атмосферного повітря.....	32
<b>3.2</b> Динаміка та тенденція рівнів забруднення атмосферного повітря у цілому по місту Херсон .....	36
<b>4 ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ РОЗРАХУНКОВИМ МЕТОДОМ В МІСТІ ХЕРСОН.....</b>	<b>49</b>
<b>4.1</b> Характеристика автотранспорту.....	49
<b>4.2</b> Характеристика впливу викидів автотранспорту на здоров'я людини.....	52
<b>4.3</b> Методика оцінки рівня забруднення СО.....	57
<b>4.4</b> Дослідження модельних ділянок.....	64
<b>4.4.1</b> Модельна ділянка №1 перехрестя (вул. Кримська – Поповича).....	65

<b>4.4.2</b> Модельна ділянка №2 ( Бериславське шосе – вул. Миру).....	<b>67</b>
<b>4.4.3</b> Модельна ділянка №3 (перехрестя вул. Ушакова - Перекопська).....	<b>68</b>
<b>4.4.4</b> Модельна ділянка №4 (перехрестя вул. Чорноморська – Ілюши Кулика).....	<b>71</b>
<b>4.4.5</b> Модельна ділянка №5 (перехрестя вул. Воронцовська – вул. Грецька).....	<b>73</b>
<b>4.4.6</b> Модельна ділянка №6 (перехрестя вул. Залізнична – Миколаївського шосе).....	<b>75</b>
<b>4.4.7</b> Порівняльна оцінка рівня забруднення чадним газом (CO) та висновок.....	<b>77</b>
<b>ВИСНОВОК</b> .....	<b>80</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ</b> .....	<b>84</b>
<b>ДОДАТКИ</b> .....	<b>87</b>



ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ СКОРОЧЕНЬ  
І ТЕРМІНІВ

АП – атмосферне повітря

БП – бенз(а)пірен

ГДЗ – гранично допустиме забруднення

ГДК – гранично допустима концентрація

ЗА – забруднення атмосфери

ЗР – забруднювальна речовина

ІЗА – індекс забруднення атмосфери

ЛОС – леткі органічні сполуки

НПС – навколишнє природне середовище

НС – навколишнє середовище

КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери

ПЗ – показник забруднення

ПСЗ – пост спостереження за забрудненням

РЗ – рівень забруднення

ШР – шкідлива речовина

## ВСТУП

Атмосферне повітря - життєво важливий компонент навколишнього природного середовища, який являє собою природну суміш газів, що знаходиться за межами жилих, виробничих та інших приміщень.

Необхідний постійний приплив кисню для дихання людей, тварин, переважної більшості рослин і мікроорганізмів. Основне джерело утворення кисню — це фотосинтез зелених рослин і морський фітопланктон. Всі живі організми використовують повітря атмосфери для подиху, атмосфера захищає від шкідливого впливу космічних променів і згубної для живих організмів температури, холодного «подиху» космосу. Основними складовими частинами атмосфери є: азот, кисень, аргон і вуглекислий газ. Крім аргону в малих концентраціях утримуються інші інертні гази. В атмосферному повітрі завжди присутні пари води (приблизно 3 - 4%) і тверді частки – пил. Атмосферне повітря забруднюється різними газами, дрібними часточками і рідкими речовинами, які негативно впливають на живі істоти, погіршуючи умови їх існування. Джерела його забруднення можуть бути природними і штучними (антропогенними). У нормі природні джерела забруднення не спричиняють істотних змін повітря. Інтенсивне поширення певного природного джерела забруднення на певній території (викиди попелу і газів вулканами, лісові і степові пожежі) можуть стати серйозною причиною забруднення атмосфери. Проте природні забруднення атмосфери здебільшого не завдають великої шкоди людині, бо відбуваються за певними біологічними законами і регулюються кругообігом речовин, виявляються періодично. Штучне (антропогенне) забруднення атмосфери відбувається внаслідок зміни її складу та властивостей під впливом діяльності людини. За будовою та характером впливу на атмосферу штучні джерела забруднення умовно поділяють на технічні (пил цементних заводів, дим і сажа від

згоряння вугілля) та хімічні (пило- або газоподібні речовини, які можуть вступати в хімічні реакції). За агрегатним станом викиди шкідливих речовин в атмосферу класифікуються на: газоподібні (діоксид сірки, оксид азоту, оксид вуглецю, вуглеводні та інші); рідкі (кислоти, луги, розчини солей та інші); тверді (канцерогенні речовини, свинець та його сполуки, органічний та неорганічний пил, сажа, смолисті речовини та інші).

Забруднювальні речовини від стаціонарних джерел потрапляють в атмосферне повітря внаслідок повної відсутності або неповного уловлення й очищення викидів з організованих джерел забруднення. Натомість, викиди від пересувних джерел надходять в атмосферне повітря під час роботи двигунів автомобільного, авіаційного, залізничного, водного транспорту та виробничої техніки.

Оцінка стану забруднення повітряного басейну великого промислового міста є необхідною та актуальною задачею, оскільки здоров'я жителів та навколишнє середовище знаходяться під постійним впливом високих значень концентрацій шкідливих речовин.

Мета дослідження – оцінка рівня забруднення атмосферного повітря в м. Херсоні у 2011-2017 рр.

Об'єкт дослідження – забруднення атмосферного повітря великого міста.

Предмет дослідження – це оцінка якості атмосферного повітря Херсонської промислово – міської агломерації.

В магістерській роботі потрібно зробити аналіз забруднення атмосферного повітря в місті Херсоні за даними моніторингу, оцінити основні джерела надходження шкідливих домішок в атмосферне повітря, об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку, розрахувати індекси забруднення та провести аналіз рівня забруднення атмосферного повітря міста Херсона. Також провести оцінку рівня забруднення атмосферного повітря міста оксидом вуглецю, який надходить від викидів

автотранспорту. Аналіз даних виконується за допомогою статистичної обробки.

В якості вихідних даних взято дані моніторингу забруднення атмосфери м. Херсон, які отримані на 4 контрольних постах міста.

Для проведення дослідження оцінки рівня забруднення атмосферного повітря міста оксидом вуглецю були обрані певні 6 ділянок різних перехресть вулиць міста Херсон.

Для аналізу в роботі використані методики оцінки якості атмосферного повітря за індексом забруднення атмосфери та методика розрахунку концентрації оксиду вуглецю в викидах автотранспорту за формулою Бегма-Шаповалова [10,11].

Елементи наукової новизни:

- проаналізовано рівень забруднення атмосферного повітря м. Херсон за комплексними і одиничними індексами забруднення атмосфери в 2011 – 2017 рр.;
- проведена оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міста оксидом вуглецю на 6 ділянках різних перехресть вулиць міста Херсон.

Результати проведених досліджень доцільно використовувати в практиці для оцінювання забруднення повітряного шару в м. Херсон з метою оптимізації управління в галузі охорони атмосферного повітря та прийняття мір по зменшенню його забруднення.

Апробація магістерської роботи проходила всеукраїнської науковій конференції в місті Херсоні за підсумками якої опубліковані матеріали конференції.

Робота складається з переліку скорочень, вступу, 4 основних розділів, 10 підрозділів, висновку, переліку посилань та 2 додатків. Обсяг роботи з урахуванням додатків складає 87 сторінок, в тому числі 17 рисунків, 24 таблиці та 26 літературних джерел.

## 1 ПРИРОДНО-КЛІМАТИЧНІ УМОВИ МІСТА ХЕРСОНА

### 1.1 Географічне розташування та кліматичні особливості міста Херсон

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 площею водного дзеркала 170,22 тис.га. Водними об'єктами зайнято 15,1% території області, що у 3 рази перевищує відповідний середньо український показник (4,8%). В області виділяється безстічний район — 9,9 тис. км<sup>2</sup> (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 тому числі по морям: Чорному — 350 км, Азовському — 108 км.

Херсонська область утворена 30 березня 1944 р. Площа становить 28,5 тис.км<sup>2</sup>, що складає 4,7% території України. За адміністративно-територіальним поділом включає 18 районів, 3 міста обласного підпорядкування, 30 селищ міського типу, 658 сільських населених пунктів. Центр — м. Херсон.



Рис.1.1 - Розташування Херсонської області

Клімат Херсонської області помірно - континентальний із порівняно м'якою зимою (середні температури зимових місяців  $-1^{\circ}$   $-3^{\circ}\text{C}$ ) та жарким і довгим літом (середні температури  $+22^{\circ}$   $+23^{\circ}\text{C}$ , максимальні – більше  $40^{\circ}\text{C}$ ). Середньорічна температура дорівнює  $9,3^{\circ}$  –  $9,8^{\circ}$  і має стійку тенденцію до підвищення. Середня багаторічна кількість опадів по області близько 400 мм, але в останнє десятиріччя кількість опадів збільшується. Клімату Херсонщини притаманні літні суховії – потужні вітри (більше 5 м/с) при низькій вологості (менше 30%), та високих температурах (вище  $25^{\circ}$ ).

## 1.2 Тенденції зміни клімату

Природний парниковий ефект на Землі підтримується завдяки віковому балансу між викидами парникових газів і утриманням їх поглиначами. Найбільшими поглиначами вуглекислого газу, доля якого становить близько 70 % сукупних антропогенних викидів парникових газів, вуглецю є океан і наземна біомаса. Таким чином, зменшення вирубки і додаткове насадження лісів можуть у значній мірі знизити антропогенний тиск на клімат Землі. З

іншого боку, зменшення викидів парникових газів за рахунок провадження екологічно чистих технологій, підвищення ефективності використання енергоресурсів, а також застосування альтернативних (поновлювальних) джерел енергії може істотно вплинути на тенденцію зміни клімату. Температура довкілля є однією з найважливіших умов існування життя. Головними механізмами, що забезпечують стабільність температури на поверхні Землі, є випромінювання Сонця та парниковий ефект. Явище парникового ефекту полягає в тому, що після відбиття від поверхні Землі частина сонячної енергії не цілком розсіюється в космічному просторі. Значна доля теплового випромінювання утримується парниковими газами, що входять до складу атмосфери Землі. Завдяки цьому температура підвищується на 33°C. Без парникового ефекту температура біля поверхні Землі не перевищувала б -18°C, а це означає відсутність умов для життя, бо вода на земній поверхні існувала б тільки у вигляді льоду. Багаторічний моніторинг виявив яскраво виражену тенденцію до підвищення середньорічної температури. Більшість фахівців пов'язують це явище із збільшенням концентрації газів, що прийнято називати парниковими. Антропогенні викиди CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> і N<sub>2</sub>O (що належать до групи парникових газів) здатні значною мірою збільшити парниковий ефект. Наслідком цього може бути підвищення середньорічної температури протягом цього сторіччя на 2-5°C. Цей процес не буде відбуватися рівномірно. В певних регіонах температура змінюватиметься швидше, в інших повільніше. Наслідком цього буде зміна циркуляції вітрів і перерозподіл опадів. Це, у свою чергу, призведе до збільшення вологості в одних регіонах і посухи в інших. Зміни температури, кількості опадів і рівня моря позначаються на життєдіяльності людей. Особливо істотним вплив глобального потепління буде в прибережних зонах. Деякі з них просто зникнуть. Значно зросте ерозія ґрунту, почастишають паводки, затоплення прибережних земель, збільшиться кількість збитків зволжених земель. У сільському господарстві зросте необхідність в іригаційних заходах, зміниться врожайність і якісний склад

культур, а це, у свою чергу, позначиться на тваринництві. В енергетичному секторі найбільш уразливою буде гідроенергетика.[8]

На відміну від минулого року весняні процеси в нинішньому році почали розвиватися дещо з запізненням. Стійкий перехід середньодобової температури повітря через  $0^{\circ}$  в бік підвищення на більшій частині території області відбувся 17-19 лютого, що в межах середніх багаторічних значень, на півночі області – 13 березня, що майже на 3 тижні пізніше середніх багаторічних значень.

У першій і другій декадах березня утримувалась прохолодна з невеликими, а 6-7 березня помірними опадами, у вигляді дощу та мокрого снігу, погода, місцями налипанням мокрого снігу, посиленням вітру до 15-20 м/с. Мінімальні температури повітря і на поверхні ґрунту знижувались до  $8-12^{\circ}$  морозу, в приморських районах до  $5-6^{\circ}$  морозу. Середньодобові температури повітря в період з 7 по 11 березня були нижчими за норму на  $3-6^{\circ}$  і становили від  $1^{\circ}$  до  $6^{\circ}$  морозу. У третій декаді погоду визначав переважно антициклон, завдяки чому спостерігалась переважно суха та помірно тепла погода. Максимальні температури повітря підвищувались до  $15-20^{\circ}$  тепла. Середня температура повітря в цілому за березень виявилась на  $0,6-1,7^{\circ}$  вище норми і склала  $2,5-4,0^{\circ}$  тепла.

Опадів в цілому за місяць випало 14-25 мм (47-93% місячної норми). Стійкий перехід середньодобової температури повітря через  $5^{\circ}$  в бік підвищення відбувся 20 березня, що в межах середніх багаторічних значень. В цілому в квітні утримувалась переважно суха і тепла погода. У другій половині квітня переміщення північного антициклону та вторгнення арктичного повітря обумовили нічні та вранішні заморозки на поверхні ґрунту та місцями у повітрі майже на всій території області.

Середньомісячна температура повітря за квітень склала  $9,5-11,3^{\circ}$ , що вище норми на  $0,5-2,1^{\circ}$ . Опадів в цілому за місяць випало 8-17 мм (25-47% місячної норми), на крайньому півдні області – 3 мм (12% норми), на



південному заході області – 24мм (92% норми). Вони мали зливовий характер, розподілялись по території області не рівномірно і значного покращення зволоження ґрунту не приносили.

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через  $10^{\circ}$  в бік підвищення на більшій частині території області відбувся 3-4 квітня, що на 10-11 днів раніше звичайних строків, в південно-східній частині області – 17-21 квітня, на 2-5 днів пізніше звичайних строків.

Останні заморозки в повітрі в приморських та прибережних районах області відмічались 17 - 19 квітня, на решті території області – 24 - 28 квітня (інтенсивністю  $0,4 - 2,5^{\circ}$  морозу); на поверхні ґрунту – 24 - 28 квітня, на крайньому півдні – 19 квітня (інтенсивністю  $0,1 - 4,6^{\circ}$  морозу); на висоті 2см над поверхнею ґрунту – 24-29 квітня, на крайньому півдні – 19 квітня (інтенсивністю  $0,0-3,0^{\circ}$  морозу, на сході області –  $6,2^{\circ}$  морозу).

Погоду на початку травня визначало поле підвищеного тиску, завдяки чому в цей період утримувалась суха, тепла погода. Починаючи з кінця першої декади і до кінця місяця нестійкий характер погоди визначали циклони різної інтенсивності, а також пов'язані з ними атмосферні фронти. Випадали невеликі та помірні грозові дощі, у третій декаді в окремих пунктах сильні дощі, подекуди спостерігався град, відбувалось посилення вітру до 15-20 м/с. Загалом сума опадів на більшій частині території області за травень склала 34-61мм (87-145% місячної норми, на півдні області та у Приазов'ї – 22-27мм (58-77% місячної норми), на крайньому півдні – 8мм (25% місячної норми).

Температура повітря в першій декаді травня вночі утримувалась в межах  $7-12^{\circ}$ , в приморських та прибережних районах –  $13-16^{\circ}$  тепла, вдень  $23-28^{\circ}$ , в приморських районах –  $18-23^{\circ}$ , у другій та третій декадах вночі  $9-15^{\circ}$ , в окремі дні –  $16-19^{\circ}$ , вдень  $24-29^{\circ}$ , в приморських та прибережних районах в окремі дні –  $18-23^{\circ}$ . Середня місячна температура повітря становила  $17,1-18,2^{\circ}$  тепла, що вище за норму на  $1,4-2,2^{\circ}$ .

Стійкий перехід середньодобової температури повітря через 15° відбувся 30 квітня – 5 травня, що на 1-2 тижні раніше звичайних строків. На кінець травня позитивних температур повітря вище 0° з моменту переходу температури повітря через 0° в бік підвищення накопичилось на 32-91° більше норми. Ефективних температур повітря вище 5° накопичилось на 63-105° більше за норму, вище 10° - на 28-66° більше норми, вище 15° - на 19-42° більше норми. Середня температура повітря за весну була 10,2-11,2°, що вище за норму на 1,0-1,7°. В цілому за весняний період по області з мінімальною вологістю повітря 30% і нижче в приморських та прибережних районах налічувалось 1-6 днів, на решті території області – 12-17 днів.

Опадів за сезон в південно-східній частині області випало 51-62мм (52-57% сезонної норми), на крайньому півдні області – 26мм (31% сезонної норми), на решті території області – 77-95мм (76-92% сезонної норми). З опадами 5мм і більше (крім крайнього півдня) налічувалось від 1 до 6 днів. З опадами 10мм і більше (крім південних і східних районів) – 1-3 дні. Днів з опадами 20мм і більше не було зовсім. Перехід до літа (стійкий перехід середньодобової температури повітря через 15°) відбувся 30 квітня – 5 травня, що на 1-2 тижні раніше звичайних строків.

Сонце влітку світило протягом 904-949 годин, що в межах середньо-багаторічних значень, місцями на 24 години більше них. Середня температура повітря за літо склала 24,4-25,3°, що на 3,1-3,5° вище за норму. Така і вища температура повітря за попередні 128 років спостережень в м. Херсоні спостерігалась лише 2 рази (1891, 2007 рр.).

Особливо спекотними були друга декада червня, перша і друга декади серпня. Середня декадна температура повітря в другій декаді червня складала 24,1-25,0°, що на 4,3-5,1° вище норми. За попередні 128 років спостережень в м. Херсоні така і вища середньо декадна температура повітря спостерігалась лише у 4% випадків, а за останні 10 років – 1 раз (2007р.). В першій декаді серпня середня температура повітря склала 28,7-30,1°, що на 5,1-7,2° вище норми. За попередні 128 років спостережень в м. Херсоні такої

середньо декадної температури не було жодного разу. Середня декадна температура повітря в другій декаді серпня становила 27,4-28,4° тепла, що на 4,9-5,9° вище за норму. За попередні 128 років спостережень в м. Херсоні така і вища середньо декадна температура повітря спостерігалась лише один раз у 1946 році. Середньодобові температури повітря в ці декади були вищими за норму на 5-8°.

В періоди з 10 по 16 червня та з 27 липня по 18 серпня утримувалась дуже жарка та суха погода (максимальні температури повітря були вищими за 35°). Починаючи з 14 липня і до 18 серпня максимальні температури повітря перевищували 30°, а з 31 липня були вищими 35° і місцями досягали 41°. По всій Херсонській області було перевищено абсолютний максимум температури повітря за весь період спостережень. Поверхня ґрунту прогрівалась до +59-65°. В середині місяця на території області фронт оклюзії локально викликав короточасні дощі з грозами, шквалисте посилення вітру до 15-20 м/с, місцями невеликий град, слабкі пилові бурі. У другій половині місяця холодний фронт з Західної Європи знизив денну температуру повітря на 10-15°. В кінці місяця малорухомі холодні фронти понизили денну та нічну температуру до кліматичної норми.

Абсолютний максимум температури повітря за літо відмічався 8-11 серпня і склав 39,3-40,7°, в Приазов'ї максимум відмічався 15 серпня і склав 35,5°. З температурою повітря 30° і більше за літо налічувалось від 42 до 56 днів, що на 19-27 днів більше норми. З температурою повітря 35° і більше налічувалось від 16 до 24 днів, що на 14-19 днів більше норми, в Приазов'ї – 2 дні, на 1 день більше норми. Поверхня ґрунту нагрівалась до 62-66° (11-14 червня, на півночі області – 5 серпня).

Абсолютний мінімум температури повітря по районах області спостерігався в другій декаді червня та в третій декаді серпня і був в межах 9,5-14,2°, на поверхні ґрунту – 7,8-11,5° тепла. Теплозабезпеченість на протязі всього періоду була підвищеною. На кінець літа позитивних температур повітря вище 0° з моменту переходу температури повітря через 0°

накопичилось на 271-350° більше норми (норма 2923-3046). Ефективних температур повітря вище 5° накопичилось на 301-368° більше норми (норма 2043-2132). Ефективних температур повітря вище 10° накопичилось на 267-324° більше норми (норма 1294-1387). Ефективних температур вище 15° накопичилось на 257-301° більше норми (норма 661-755).

З 21 червня по 4 липня та з 8 по 14 липня встановлювалась дощова погода, максимальні температури повітря були 24-30° тепла, проходили короткочасні зливові дощі, місцями сильні дощі, які мали локальний характер і розподілялись по території області нерівномірно.

Основна кількість опадів відмічалась в 3-й декаді червня та в 1-й і 2-й декадах липня. Кількість опадів в 3-й декаді червня склала 50-73мм (286-446% декадної норми), на південному заході та півдні – 81-99мм (657-673% норми). Добовий максимум опадів становив 18-22мм (105-164% декадної норми), на сході, півдні та південному заході області – 36-53мм (200-353% декадної норми). Кількість опадів в 1-й декаді липня в південно-західній частині області склала 19-29мм (120-130% норми); в районі метеостанції Стрілкове – 140мм (10 декадних норм), де добовий максимум опадів становив 96мм (7 декадних норм); на решті території області – 39-67мм (228-456% норми), де добовий максимум опадів становив 21-44мм (від 1 до 3 декадних норм). Кількість опадів в 2-й декаді липня на сході області становила лише 5мм (35% норми), на заході, крайньому півдні та в центральних районах 11-17мм (77-132% норми), в південних, північних районах та у Приазов'ї – 22-59мм (2-4 декадні норми), добовий максимум опадів в цих районах становив 19-27мм (127-222% декадної норми), на південному заході випало 118мм дощу (9 декадних норм), добовий максимум тут був 56мм (4 декадні норми).

Сума опадів за сезон склала 137-173мм (111-159% норми), на південному заході та півночі області – 243-247мм (161-225% норми). З опадами 5мм і більше налічувалось від 7 до 13 днів. З опадами 10мм і більше – від 4 до 8 днів. З опадами 20мм і більше – 1-4 дні. Місцями дощі

випадали у вигляді інтенсивних злив з посиленням вітру, грозою та градом, завдаючи збитків господарствам області.

Протягом літа в приморських та прибережних районах області спостерігалось від 3 до 6 днів з суховіями, що близько норми, місцями на 7 днів менше норми. На півночі та південному заході області – 9-15 днів, що на 1-5 днів менше норми. В західних, південних та східних районах – 27-35 днів, на 5-13 днів більше норми.

Ґрунтова засуха відмічалась в 1 і 2-й декадах червня, на далі протягом 3-ї декади червня – 2-ї декади липня, через проходження інтенсивних дощів, зволоження ґрунту дещо покращувалось, та починаючи з 3-ї декади липня, через припинення опадів та високу денну температуру повітря, ґрунтова засуха відновилась і тривала до кінця літа.

Ґрунтова засуха відмічалась в 1 і 2-й декадах червня, на далі протягом 3-ї декади червня – 2-ї декади липня, через проходження інтенсивних дощів, зволоження ґрунту дещо покращувалось, та починаючи з 3-ї декади липня, через припинення опадів та високу денну температуру повітря, ґрунтова засуха відновилась і тривала до кінця літа.

Більшу частину вересня утримувалась суха, помірно тепла погода. На початку та в кінці 1-ї декади вересня періодично проходили дощі, різної інтенсивності і розподілялись вони по території області нерівномірно. Хоча на більшій частині території області кількість опадів перевищувала декадну норму, покращення для зволоження ґрунту, через попередній засушливий період, не відбулось. Ґрунтова засуха тривала. В останній день місяця (30 вересня) південний циклон викликав різку зміну погоди. На всій території області пройшли сильні дощі з поривчастим вітром, за добу випало від 38 до 55мм опадів (317-563% декадної норми), на крайньому півдні області – 25мм (250% декадної норми). Температура повітря за добу знизилася на 10-12°. Загалом за місяць випало 57-82мм опадів (170-255% норми), на південному заході, крайньому півдні області – 27-47 мм (104-128% норми). Середня

місячна температура повітря склала 17,1-19,5°, що на 0,9-1,7° вище за норму. 30 вересня, а в Приазов'ї 1 жовтня, відбувся стійкий перехід середньодобової температури повітря через 15° в бік зниження, що на 1-6 днів пізніше звичайних строків. В цілому жовтень виявився холодним і дощовим. На початку жовтня погоду в Херсонській області обумовлював потужний антициклон, який надходив з півночі Європи. На поверхні ґрунту подекуди спостерігались заморозки 0-2°. Середня температура повітря за першу декаду жовтня становила 7,6-10,7° тепла, і була нижче за норму на 3,5-4,7°. За попередні 128 років спостережень в м. Херсоні така і нижча середньо декадна температура повітря спостерігалась всього 4 рази (1920, 1951, 1959, 1979 рр.). Середньодобові температури повітря протягом декади були нижчими за норму на 4-7°.

В подальшому циклон з Середземномор'я викликав сильні дощі з поривчастим вітром 15-20 м/с, в Приазов'ї пориви сягнули 25 м/с. На території області в окремих районах спостерігались грози, град. Кількість опадів в 1-й декаді жовтня склала 38-63мм (4-7 декадних норм). Наддніпрянське випало 100 мм дощу (10 декадних норм), з них 92мм дощу випало за добу 9 жовтня. В середині місяця в холодному антициклоні спостерігались заморозки на ґрунті та місцями в повітрі 0-5°. В кінці жовтня потужний циклон з Балкан обумовив дощі, посилення вітру, тумани. В останній тиждень жовтня суттєво знизилась нічні та денні температури повітря. Середньомісячна температура повітря за жовтень склала 7,4-10,0°, що нижче норми на 1,7-2,3°. За попередні 128 років спостережень в м. Херсоні така і нижча середньомісячна температура повітря спостерігалась всього 8 разів. В цілому за місяць випало 60-103 мм опадів (2-4 місячні норми), на заході області (Херсон) – 133мм (майже 5 місячних норм). Стійкий перехід середньодобової температури повітря через 10° в бік зниження відбувся 1-2 жовтня, що на 2 тижні раніше звичайних строків, в приморських та прибережних районах області – 16-25 листопада, на 29-37 днів пізніше звичайних строків. Перші осінні заморозки в повітрі, силою 0,0-

2,0° морозу, спостерігались 14-15 жовтня, в приморських і прибережних районах області – 24-29 жовтня, що на 1-5 днів пізніше звичайних строків. Майже весь листопад територія Херсонщини знаходилася в теплому секторі атлантичних циклонів. Спостерігалася аномально тепла, переважно суха погода. 9-10 листопада по всій Херсонській області (крім крайнього півдня) був зафіксований абсолютний максимум температури повітря 20,4-24,5°, який перевищив максимальну температуру для листопада за всі роки спостережень. 5-6 днів (за винятком приморських районів) денна температура повітря перевищувала +20°. Середня декадна температура повітря в 1-й декаді становила 10,1-12,6° тепла, що на 3,7-6,8° вище за норму. За попередні 128 років спостережень в м. Херсоні така і вища середньо декадна температура повітря спостерігалась лише 2 рази (1890 та 1967рр.). Середня декадна температура повітря в 2-й декаді становила 10,9-12,9° тепла, що на 6,5-7,9° вище за норму. За попередні 128 років спостережень в м. Херсоні такої середньо декадної температури повітря не було жодного разу. Середня декадна температура повітря в 3-й декаді становила 6,9-9,7° тепла, що на 4,3-6,8° вище за норму. За попередні 128 років спостережень в м. Херсоні така і вища середньо декадна температура повітря спостерігалась лише 5 разів. Середньодобові температури повітря з 3-го по 24 листопада були вищими за норму на 5-9°, а 8-10 листопада – на 11-14°. Середньомісячна температура повітря за листопад склала 9,5-11,5°, що вище норми на 5,4-6,4°. За попередні 128 років спостережень така середньомісячна температура повітря спостерігалась вперше. Протягом місяця спостерігались густі тумани, посилювався вітер до 15-20 м/с, місцями до 24 м/с. У другій половині місяця спостерігались 6 днів з грозою. В кінці місяця пройшли істотні дощі. Опадів в цілому за місяць на більшій частині території області випало в межах норми (35-50мм), на південному заході області дещо менше норми (28мм), основна кількість їх була в 3-й декаді листопада. В цілому середня температура повітря за сезон склала 11,5-13,1°, що на 1,6-1,9° вище норми. Сума опадів за сезон становила від 148 до 243мм (144-234% сезонної

норми). Найбільш ефективні дощі випадали в останній день 3-ї декади вересня, в 1-й і 2-й декадах жовтня та в 3-й декаді листопада. З опадами 5мм і більше за осінь налічувалось від 5 до 11 днів. 10мм і більше – від 4 до 7 днів. 20мм і більше – 2-3 дні. За осінь сум ефективних температур повітря вище 5° накопичилось 599-732°, норма 506-612°. Тривалість вегетаційного періоду (кількість днів з температурою повітря вище 5°) склала 256-266 днів, (норма 229-237 днів). Метеорологічна зима на всій території області розпочалася 28-29 грудня 2010р., що на 2-3 тижні пізніше звичайних строків. Загалом грудень був теплим, середня місячна температура повітря становила 0,7-4,4° тепла, що вище за норму на 1,3-3,7°. За місяць випало 52-79мм опадів (127-203% місячної норми). Середня температура повітря склала 2,3-5,2° морозу, що нижче норми на 0,2-2,5°. Опадів випало 4-17мм (16-50% місячної норми). Середня температура повітря за зиму склала 1,3-2,6° морозу, що в межах сезонної норми, в приморських районах області – 0,2-0,3° морозу, що на 0,3-0,7° вище сезонної норми. Найбільш теплою відносно норми цієї зими були 1 і 3 декади грудня 2010р., 2 декада січня та 1 декада лютого 2011р. Середні декадні температури повітря в 1-й і 3-й декадах грудня склали 2,4-6,4° тепла, в 2-й декаді січня та 1-й декаді лютого – від 0,7° морозу до 2,1° тепла, що на 1,7-5,2° вище норми. Максимальні температури повітря в 1-й і 3-й декадах грудня підвищувались до 11-17° тепла, середньодобові температури повітря в цей період були вищими за норму на 10-12°; в 2-й декаді січня до 4-9° тепла, середньодобові температури повітря були вищими за норму на 3-7°; в 1-й декаді лютого підвищувалась до 7-11° тепла, середньодобові температури повітря були вищими за норму на 4-7°. Середня багаторічна кількість опадів по області близько 400 мм, але в останнє десятиріччя кількість опадів збільшується.

Головним фактором, який впливає на розповсюдження домішок в атмосфері, є вітровий режим — напрямок та його швидкість. З теоретичних та практичних досліджень відомо, що максимум концентрацій досягається за



вітром переважного напрямку.

Клімату Херсонщини притаманні літні суховії – потужні вітри (більше 5 м/с) при низькій вологості (менше 30%) та високих температурах (вище 25°). Значна повторюваність північних та східних вітрів пов'язана з діяльністю циклонів, які є однією з основних форм атмосферної циркуляції у холодну пору року. У теплу пору року, особливо влітку та восени, переважною формою атмосферної циркуляції є північна повторюваність вітрів.

В цілому клімат Херсонщини характеризується теплим тривалим літом, малосніжною зимою, від'ємним коефіцієнтом зволоження, відносно частою повторюваністю засух та суховіїв. Своєрідна та нестабільна кліматична обстановка доповнена мікрокліматичними змінами, викликаними урбанізацією ландшафту, справляє значний вплив на рослинний покрив міста [13].

## 2 МОНІТОРИНГ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ В МІСТІ ХЕРСОН

### 2.1 Основні джерела надходження шкідливих домішок в атмосферне повітря

Однією з найактуальніших проблем – є проблема забруднення повітря, яке впливає на організм людини, тварин і рослинність, завдає шкоди народному господарству, викликає глибокі зміни в біосфері. Джерела забруднення атмосферного повітря можуть бути природними і антропогенними. Антропогенне забруднення найбільш розповсюджене так як воно визначається різноманіттям виду та кількістю джерел. Основними забруднювачами довкілля області були підприємства - виробники електроенергії, газу та води, підприємства переробної промисловості. При зменшенні обсягів виробництва зростає загальний обсяг викидів шкідливих речовин, який збільшується за рахунок автотранспорту. Це підтверджує той факт, що надходження шкідливих речовин від автотранспорту у всіх районах області переважає над викидами від стаціонарних джерел. Отже, найбільшим забруднювачем атмосферного повітря в обласному центрі і надалі залишається транспорт. Основними причинами забруднення автомобільним транспортом є застарілі конструкції двигунів, характер палива (нафтопродукти, а не газ), відсутність на транспортних засобах каталізаторів знезараження відпрацьованих газів двигунів. У відпрацьованих газах, що викидаються автомобілями, до 280 різних шкідливих речовин серед яких особливу небезпеку становлять: бенз(а)пірен, окисид азоту, свинець, ртуть, альдегіди, окиси вуглецю й сірки, сажа, вуглеводні. Автотранспорт також спричинює негативний вплив акустичним (шумовим) забрудненням на центральних магістралях.

Забруднення атмосфери залежить від багатьох факторів :

- від кількості викидів шкідливих речовин і їх хімічного складу;

- від висоти, на якій здійснюються викиди;
- від кліматичних умов, що визначають перенесення, розсіювання і перетворення речовин, що викидаються.

Забруднення атмосфери - результат викидів забруднюючих речовин з різних джерел. Так, забруднення переносяться по повітрю від джерел появи до місць їхнього руйнуючого впливу; в атмосфері вони можуть перетерплювати зміни, включаючи хімічні перетворення одних забруднювачів в інші, ще більш небезпечні речовини. Забруднюючі речовини, що потрапляють до атмосфери характеризуються хімічним складом, концентрацією, агрегатним станом. За агрегатним станом усі забруднювальні речовини поділяють на тверді, рідкі та газоподібні. Саме азоподібні забрудники становлять 90 % загальної маси речовин, що надходять в атмосферу.

## **2.2 Об'єкти, що становлять підвищену екологічну небезпеку**

Однією з найактуальніших проблем – є проблема забруднення повітря, яке впливає на організм людини, тварин і рослинність, завдає шкоди народному господарству, викликає глибокі зміни в біосфері. Найбільша кількість забруднень потрапила в атмосферу від підприємств. Основними джерелами забруднення атмосфери в місті, за інформацією управління екології в м. Херсоні, в 2017 році були: МК «Херсонтеплоенерго» Острівське шосе, меблева фабрика по вул. Філатова, ПАТ «Таврійська будівельна компанія» вул. Макарова, ПАТ «ЕК «Херсонобленерго» вул. Робоча, дочірнє підприємство «Херсонський чавуно - ливарний завод» та машинобудівний завод, вул. Тираспольська, ПАТ «Електромеханічний завод» вул. Паровозна, філія «ПАТ Укррічфлот «СК Херсонський суднобудівний судноремонтний завод ім. Комінтерну» Карантійний острів, автотранспорт. Екологічна ситуація в Херсоні стабільна, але у місті є суб'єкти господарювання, які в ході господарської діяльності забруднюють

навколишнє середовище: здійснюють викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря, утворюють та розміщують відходи, здійснюють скиди у водні об'єкти. З них Херсонське державне підприємство-біологічна фабрика, ТОВ НВП «Херсонський машинобудівний завод», ПАТ «Український силікат» працюють за скороченим графіком роботи, ПрАТ «Херсонський НПЗ» перебуває на реконструкції.

Основні забруднювачі атмосферного повітря за видами економічної діяльності наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Основні забруднювачі атмосферного повітря за видами економічної діяльності

№ з/п	Назва екологічно-небезпечного об'єкту	Вид економічної діяльності
1.	ВАТ «Херсонський суднобудівний завод»; Херсонський державний завод «Палада»; ХССЗ ім. Комінтерна - філія АСК «Укррічфлот»; ТОВ «Механічний завод»; ТОВ «Авто-Електромаш»; АТЗТ «Херсонський електромеханічний завод»; Приватне підприємство «Снабресурс-плюс»; ТОВ «Данон-Дніпро»; ВАТ «Херсонський маслозавод»; АТЗТ «Херсонська кондитерська фабрика»; ТОВ «Екобіотек-Україна»; Херсонське державне підприємство -біологічна фабрика; ТОВ НВП «Херсонський машинобудівний завод»; ПАТ «Український силікат»; ПрАТ «Херсонський НПЗ»	Переробна промисловість
2.	ПАТ «Херсонська теплоелектроцентрально»; МКП «Херсонтеплоенерго»; МКП «ВУВКГ м. Херсона»	Виробництво та розподілення електроенергії, газу та води
3.	Державне підприємство «Херсонський морський торговельний порт»	Діяльність транспорту і зв'язку
4.	ТОВ «Восток»; ТОВ «Сент Плюс»; Підприємство з іноземними інвестиціями «Лукойл-Україна» Херсонського регіону; ТОВ «Рент-Оіл»; ТОВ «Альянс-Холдинг»;	Торгівля; ремонт автомобілів, побутових виробів, предметів особистого вжитку

За даними Державного управління охорони навколишнього природного середовища в Херсонській області у табл. 2.2 надані викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря за 2017 рік.

Таблиця 2.2 - Викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря за видами економічної діяльності у 2017 р.[7]

№ з/п	Види економічної діяльності	Обсяги викидів по регіону	
		тис. т	у % до підсумку
1	2	3	4
1	Усі види економічної діяльності	9,59	100
	у тому числі:		
1.1	Сільське господарство, мисливство, лісове господарство	0,7387	7,73
1.2	Добувна промисловість	0,1795	1,88
1.3	Переробна промисловість – всього	0,964	10,08
1.4	Виробництво та розподілення електроенергії, газу та води	4,63339	48,47
1.5	Будівництво	0,628	6,57
1.6	Діяльність транспорту та зв'язку	0,3671	3,84
1.7	Інше	2,0482	21,43

Основними забруднювачами довкілля області, як і у попередні роки, залишаються підприємства, які займаються виробництвом та розподіленням електроенергії, газу та води (48,47 % сумарних викидів) та підприємства переробної промисловості (10,08 %).

Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря за видами економічної діяльності представлено на рис. 2.1

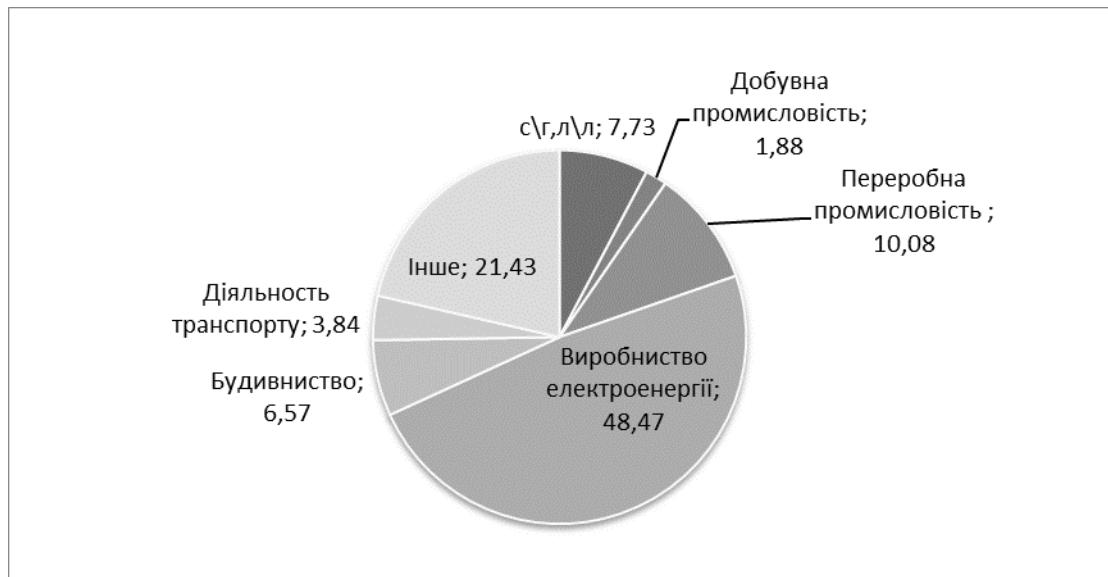


Рис. 2.1 - Викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря за видами економічної діяльності (%) [7]

Однією з найактуальніших проблем – є проблема забруднення повітря, яке впливає на організм людини, тварин і рослинність, завдає шкоди народному господарству, викликає глибокі зміни в біосфері. Протягом 2016р. в атмосферу надійшло 9,7 тис.т забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення, що на 9,0% більше, ніж у 2015р. За кількістю викидів область посідає 7 місце серед регіонів України. Її частка у сумарних викидах по країні склала 0,3%. Шкідливі викиди в повітряний басейн області здійснювали 333 підприємства. Від них протягом 2016 року в атмосферу надійшло 9,7 тис.т забруднюючих речовин (без вуглецю діоксиду), що на 0,8 тис.т (або на 9,0%) більше, ніж у 2015 році, і склало 29,1 т в середньому на одне підприємство. Найбільша кількість забруднень потрапила в атмосферу від підприємств м. Херсона (3,0 тис.т, або 30,9%).

Із загальної кількості викидів 8,6 тис.т, або 88,7% хімічних речовин та їх сполук мають парниковий ефект та негативно впливають на зміну клімату (рис. 2.2). Зокрема, це викиди метану – 5,8 тис.т, оксиду азоту – 0,3 тис.т. Крім того, в атмосферу надійшло 341,0 тис.т діоксиду вуглецю, який має також парникову дію.

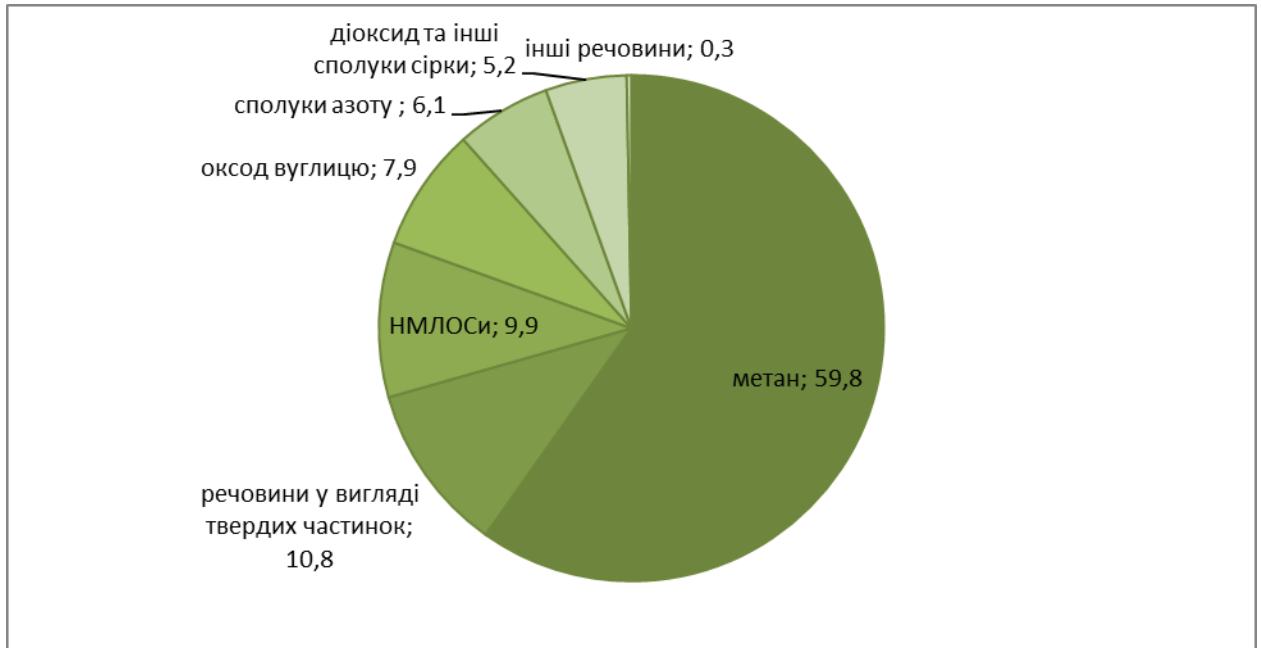


Рис. 2.2 - Структура викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел забруднення у 2016 році (%) [6]

Щільність викидів від стаціонарних джерел забруднення у розрахунку на квадратний кілометр території області склала 340,0 кг (у 2015р. – 312,0 кг) забруднюючих речовин. Найбільш забрудненою є територія м. Херсона, де щільність викидів на 1 кв.км становить 7023,0кг. У розрахунку на одну особу щільність викидів в цілому по області тановила 9,1 кг (у 2015р.- 8,3 кг), що на 9,69 % більше, ніж у попередньому році. Порівняно з попереднім роком збільшення шкідливих викидів в атмосферу відмічалось у 11 районах та містах області, але найсуттєвіше – у м. Нова Каховка (на 504,9 т, або 2,7 р.б.) м. Каховка (на 492,2 т, або у 2,3 р.б.), м. Гола Пристань (на 390,0 т, або у 5,3 р.б.), Білозерському (на 433,0 т, або у 2,3 р.б.) та Олешківському (на 356,2 т, або у 3,0 р.б.) районах. Основними забруднювачами довкілля області, як і у попередні роки, залишаються підприємства, які займаються виробництвом та розподіленням електроенергії, газу та води (49,9%).

## 3 ДИНАМІКА РІВНІВ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ХЕРСОН

### 3.1 Оцінка якості атмосферного повітря

Кількісну оцінку вмісту речовин в атмосфері позначають поняттям „концентрація” – кількість речовини, яка міститься в одиниці об’єму повітря, приведеного до нормальних умов. Якість атмосферного повітря – сукупність властивостей повітря, яка визначає ступінь впливу фізичних, хімічних і біологічних факторів на людей, рослинний та тваринний світ, а також на матеріали, конструкції і довкілля загалом. Оцінюють рівень забруднення середовища та його якість, використовуючи показники гранично допустимих концентрацій. ГДК — це максимальна концентрація домішки в атмосфері, що при тривалому впливі на людину і на навколишнє середовище не робить прямого або непрямого впливу, включаючи віддалені наслідки. За прямої дії забруднювальної речовини людина відчуває загальне погіршення стану, яке виражається різними симптомами. Накопичення в організмі шкідливих речовин понад визначену дозу може спричинити патологічні зміни окремих органів або організму в цілому. Опосередковано впливають такі зміни й на довкілля: вони не діють на живі організми, але погіршують звичні умови життєдіяльності (пошкоджують зелені насадження, збільшують кількість туманних днів тощо). Отже, основним критерієм встановлення нормативів ГДК для оцінювання якості атмосферного повітря є обсяг і особливості дії наявних у повітрі забруднювальних речовин на організм людини. Для визначення якості атмосферного повітря послуговуються двома ГДК – максимально разовою (ГДК<sub>м.р.</sub>) і середньодобовою (ГДК<sub>с.д.</sub>). Максимально разова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>м.р.</sub>) – основна характеристика небезпечності шкідливої речовини, яка встановлюється для попередження рефлекторних реакцій у людини (відчуття запаху, світлової чутливості, біоелектричної активності головного мозку) при



короткотривалому впливі атмосферних домішок. Максимально разові ГДК застосовують при оцінюванні умов праці у забруднених приміщеннях.

Середньодобова гранично допустима концентрація (ГДК<sub>сд</sub>) – характеристика небезпечності шкідливої речовини, встановлена для попередження загально токсичного, канцерогенного, мутагенного та інших впливів речовин на організм людини. Речовини, які оцінюють за цим нормативом, здатні тимчасово або постійно накопичуватися в організмі людини. ГДК<sub>мр</sub> встановлюють для промислових підприємств, а ГДК<sub>сд</sub> – для зон житлової забудови. Різниця між цими показниками зумовлена тим, що на підприємствах до роботи допускають, як правило, здорових людей, які пройшли медичний огляд і стійкіші до дії на організм шкідливих речовин. Отже, ГДК<sub>мр</sub> більші, ніж ГДК<sub>сд</sub>. На основі ГДК інженерні служби розраховують розміри гранично допустимих викидів (ГДВ) речовин в атмосферу. ГДК найбільш розповсюджених забруднюючих речовин атмосферного повітря наведено в табл.3.1.

Таблиця 3.1 - Значення ГДК забруднюючих речовин атмосферного повітря [27]

Речовина	Середньодобова концентрація	Максимально разові концентрації	Клас небезпеки
Діоксид азоту	0,04	0,2	3
Діоксид сірки	0,05	0,5	3
Оксид азоту	0,06	0,4	4
Оксид вуглецю	3	5	3
Пил	0,15	0,5	3
Фенол	0,003	0,01	2
Формальдегід	0,003	0,035	2
Бенз(а)пірен	0,1	0,5	1

Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог разові і середньодобові значення ГДК є основними характеристиками токсичності домішок, що містяться в повітрі.

При характеристиці забрудненості повітря по місту середні значення концентрацій порівнюються з середньодобовою ГДК, а максимально-разові концентрації - з максимальною разовою ГДК. Речовини, для котрих не визначені ГДК населених місць, оцінюються за орієнтовними безпечними рівнями впливу ОБРВ. Для того, щоб визначити стан забруднення повітря декількома речовинами, що діють одночасно, часто використовують комплексний показник — індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Для кожного населеного пункту визначено конкретний перелік п'яти пріоритетних домішок, за котрими розраховується індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Для його розрахунку, нормовані на відповідні значення ГДК, середні концентрації домішок за допомогою розрахунків приводять до концентрації двоокису сірки, а отримані значення додають. Отриманий таким чином показник ІЗА вказує, у скільки разів сумарний рівень забрудненості атмосфери кількома речовинами перевищує ГДК двоокису сірки. Викиди характеризуються кількістю забруднюючих речовин, їхнім хімічним складом, концентрацією, агрегатним станом.

В якості вихідних даних дослідження використовувались матеріали «Екологічних паспортів міста Херсон» [1-6] за 2011 – 2017 рр.

За інформацією Херсонського обласного центру з гідрометеорології, оцінка стану забруднення атмосферного повітря в місті Херсоні здійснюється за даними спостережень на чотирьох стаціонарних постах системи моніторингу гідрометслужби.

Систематичні спостережень здійснюючих речовин за стандартною повною програмою щоденно, крім неділі и святкових днів, на 4-х стаціонарних постах спостережень. Адреса постів: № 2 – пр. Ушакова (залізничний вокзал), № 5 Вул. Лавреньова (насосна станція) № 6 Площа Перемоги та № 7 Вул. Перекопський ,17 .

Нами аналізувався середньорічний вміст забруднюючих речовин (ЗР), які вимірюються на чотирьох контрольно-замірних постах міста: завислі речовини (пил), SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, NO, фенол, формальдегід, бенз(а)пірен.

ІЗА ( $I$ ) – нормовані на середньодобову  $ГДК_{сд}$  одиничні осереднені і разові показники забруднення атмосфери, розраховується за формулою :

$$I = \left[ \frac{\bar{q}_{mic}}{ГДК_{сд}} \right]_i^{C_i}, \quad (3.1)$$

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

Для порівняння ступеню забруднення атмосфери в різних містах використовується комплексний ІЗА (КІЗА). Враховуючи  $l$  речовин, присутніх у атмосфері, розраховується за формулою:

$$I_l = \sum_{i=1}^l I_i = \sum_{i=1}^l \left[ \frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right]_i^{C_i}, \quad (3.2)$$

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

Для інтегральної оцінки рівня забруднення атмосфери за допомогою КІЗА можна використати значення одиничних індексів ІЗА тих п'яти ЗР, для яких ці значення найбільші:

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i \quad (3.3)$$

Існує градація величини  $I_5$  за Безуглою Е.Ю. [8]: 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. Але в Україні розподіл за градаціями рівнів забруднення атмосфери  $I_5$  зазвичай проводять згідно вказівок ЦГО ім. Б. Срезневського:  $I_5 < 5$  – низький рівень;

$5 \leq I_5 < 7$  – підвищений рівень;  $7 \leq I_5 < 14$  – високий рівень;  $I_5 \geq 14$  – дуже високий рівень.

Комплексний індекс забруднення атмосфери (ІЗА) застосовується для порівняльної оцінки забрудненості окремих районів, окремо узятих міст зі встановленням їх пріоритетності по рівню забруднення і тенденцій забрудненості. Він є відносним показником, величина якого залежить від концентрації речовини в аналізованій точці, його гранично допустимої концентрації (ГДК) і кількість речовин, що забруднюють атмосферу. Комплексний індекс забруднення атмосфери розраховується на основі даних стаціонарних спостережень з урахуванням всієї номенклатури шкідливих речовин.

В основу розрахунку комплексного індексу забруднення атмосфери прийняті наступні положення:

- небезпека дії на здоров'я людини, що залежить від окремих шкідливих речовин, від класу небезпеки конкретної речовини;
- по мірі перевищення (ГДК речовин, зростає небезпека дії на здоров'я людини).

Для кожного населеного пункту нами було визначено конкретний перелік п'яти пріоритетних домішок, за котрими розраховується індекс забруднення атмосфери ІЗА<sub>5</sub>.

### **3.2 Динаміка та тенденція рівнів забруднення атмосферного повітря у цілому по місту Херсон**

Вихідні дані для розрахунків ми отримали з «Екологічних паспортів Херсонської області» за 2011-2017рр. [1,2]. Нами було узагальнено цю інформацію, яка представлена у табл. 3.2. Тут наведені середньорічні концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Херсон у 2011-2017 рр.

У табл.3.3 представлено значення середньорічних концентрацій, які були поділені на відповідні ГДК<sub>сд</sub>. Далі нами були розраховані одиничні ІЗА (І) по окремим забруднюючим речовинам у повітрі м Херсона у 2011 - 2017рр, які наведені у табл..3.4.

Ситуація, що склалась за останні роки у місті Херсоні свідчить про тенденцію до збільшення концентрацій більшості шкідливих домішок за виключенням бенз(а)пірену .

Тенденція зміни середнього рівня забруднення атмосферного повітря за останні 7 років характеризувалась перевищенням майже по всім домішкам. При загальній тенденції до зростання забрудненості атмосфери маємо зростання ІЗА також за рахунок постійного перевищення гранично допустимих концентрацій речовин II класу небезпеки, передусім формальдегіду, діоксиду азоту, фенолу та бенз(а)пірену, речовини I класу небезпеки.

Таблиця 3.2- Середньорічні концентрації забруднювальних речовин в атмосферному повітрі м. Херсон у 2011-2017 рр. (За матеріалами «Екологічних паспортів у 2011-2017 рр.»)

Домішки	Од. Виміру	Роки						
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Пил	мг/м <sup>3</sup>	0.054	0.068	0.08	0.061	0.045	0.030	0.037
Діоксид сірки	мг/м <sup>3</sup>	0.0047	0.005	0.0053	0.0065	0.0094	0.0085	0.0055
Оксид вуглецю	мг/м <sup>3</sup>	1.02	1.48	1.26	1.43	1.21	1.13	1.08
Діоксид азоту	мг/м <sup>3</sup>	0.061	0.078	0.064	0.11	0.011	0.135	0.096
Оксид азоту	мг/м <sup>3</sup>	-	-	-	-	0.047	0.066	0.065
Фенол	мг/м <sup>3</sup>	0.0034	0.0035	0.0032	0.0042	0.0051	0.0035	0.0023
Формальдегід	мг/м <sup>3</sup>	0.0074	0.01	0.0083	0.0134	0.0147	0.008	0.0052
Бенз(а)пірен	мкг/100м <sup>3</sup>	0.1	0	0.12	-	-	-	-

Таблиця 3.3 – Середньорічна концентрація ( частки ГДК) забруднювальних речовин у повітрі м Херсона у 2011 -2017рр.  
(розраховано автором за матеріалами «Екологічних паспортів у 2011-2017 рр.»)

Домішки	Роки						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Пил	0,3600	0,4533	0,5333	0,4067	0,3000	0,2000	0,2467
Діоксид сірки	0,0940	0,1000	0,1060	0,1300	0,1880	0,1700	0,1100
Оксид вуглецю	0,3400	0,4933	0,4200	0,4767	0,4033	0,3767	0,3600
Діоксид азоту	1,5250	1,9500	1,6000	2,7500	2,7500	3,3750	2,4000
Оксид азоту	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7833	1,1000	1,0833
Фенол	1,1333	1,1667	1,0667	1,4000	1,7000	1,1667	0,7667
Формальдегід	2,4667	3,3333	2,7667	4,5667	4,9000	2,6667	1,7333
Бенз(а)пірен	1,0000	0,0000	1,2000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Таблиця 3.4 – Значення одиничних ІЗА (І) по окремим забруднюючим речовинам у повітрі м Херсона у 2011 -2017рр.  
(розраховано автором за матеріалами «Екологічних паспортів у 2011-2017 рр.»)

Домішки	Роки						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Пил	0,3600	0,4533	0,5333	0,4067	0,3000	0,2000	0,2467
Діоксид сірки	0,0940	0,1000	0,1060	0,1300	0,1880	0,1700	0,1100
Оксид вуглецю	0,3787	0,5295	0,4581	0,5133	0,4417	0,4153	0,3987
Діоксид азоту	1,5250	1,9500	1,6000	2,7500	2,7500	3,3750	2,4000
Оксид азоту	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,7833	1,1000	1,0833
Фенол	1,1767	1,2219	1,0875	1,5487	1,9934	1,2219	0,7079
Формальдегід	3,2340	4,7835	3,7544	7,2024	7,8932	3,5790	2,0443
Бенз(а)пірен	1,0000	0,0000	1,3145	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000



Динаміка зміни ІЗА окремих ЗР міста Херсон в 2011 – 2017рр. наведена (Рис 3.1-3.7) .



Рис. 3.1 –Динаміка зміни одиничного І бенз(а)пірену в атмосферному повітрі міста Херсон в 2011 – 2017рр. (складено автором)



Рис. 3.2 – Динаміка зміни одиничного І діоксиду азоту в атмосферному повітрі міста Херсон за 2011 – 2017 рр. (складено автором)



Рис.3.3 – Динаміка зміни одиничного I діоксиду сірки в атмосферному повітрі міста Херсон за 2011 – 2017 рр. (складено автором)

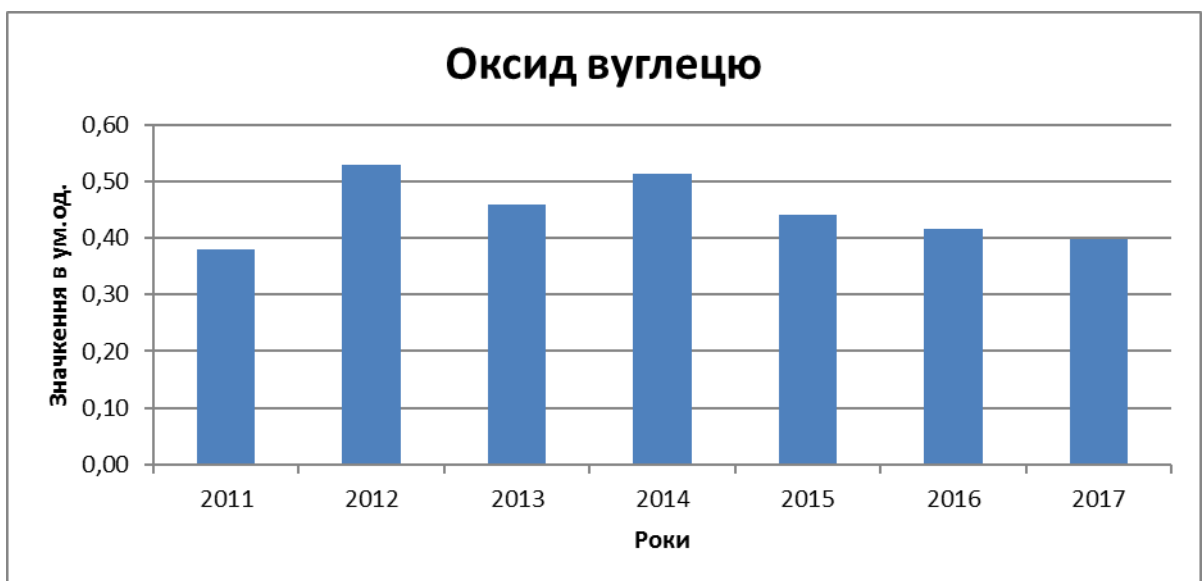


Рис. 3.4 – Динаміка зміни одиничного I оксиду вуглецю в атмосферному повітрі міста Херсон за 2011 – 2017 рр. (складено автором)

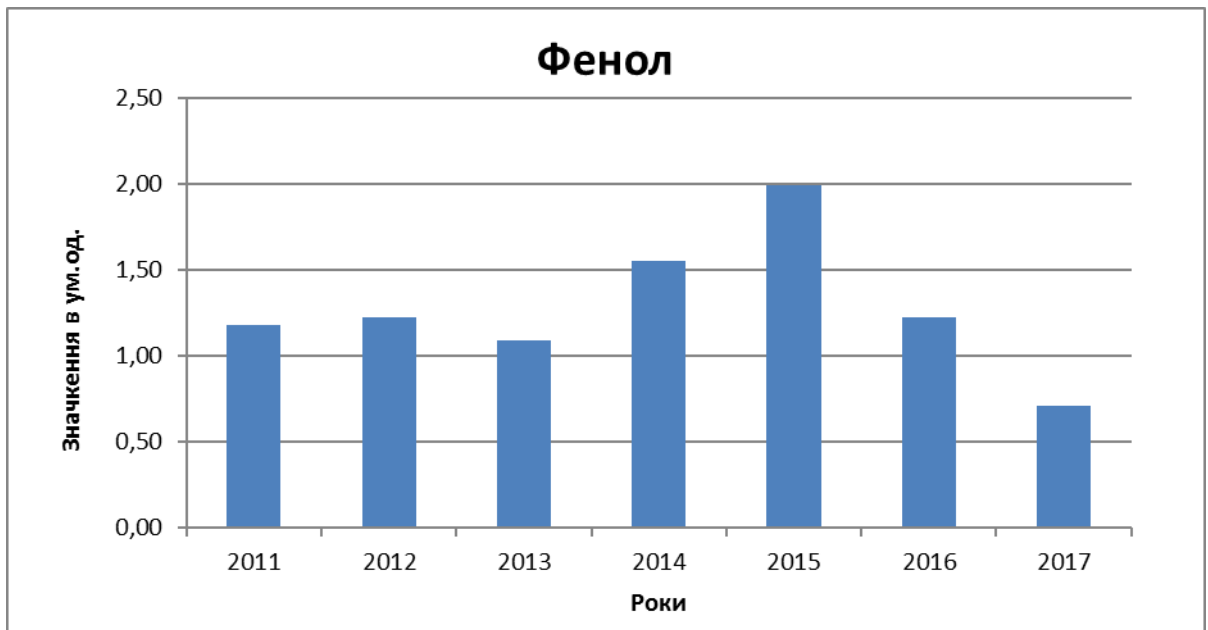


Рис.3.5 – Динаміка зміни одиничного I фенолу в атмосферному повітрі міста Херсон за 2011 – 2017 рр. (складено автором)



Рис. 3.6 – Динаміка зміни одиничного I формальдегіду в атмосферному повітрі міста Херсон за 2011 – 2017 рр. (складено автором)

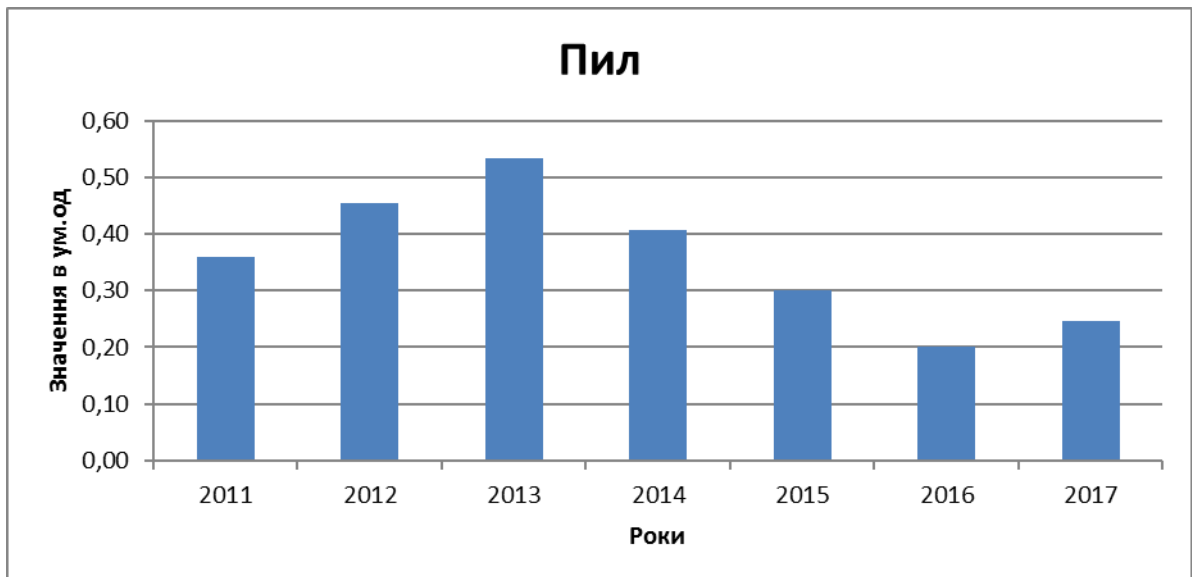


Рис. 3.7 – Динаміка зміни одиничного I пилу в атмосферному повітрі міста Херсон за 2011 – 2017 рр. (складено автором)

Максимальні перевищення концентрацій над ГДКс.д., відповідно максимальні значення ІЗА одиничного відзначаються для таких ЗР, як формальдегід, фенол і  $\text{NO}_2$ .

За формальдегідом ІЗА був найвищим у 2014-2015 рр. (більше 7), але в 2017 він знизився до 2,0. Подібна картина спостерігається для фенолу та діоксиду азоту, що свідчить про їх походження з викидів автотранспорту (спалювання палива в двигунах внутрішнього згорання).

Для розрахунку комплексного  $\text{ІЗА}_5$  використані 5 пріоритетних забруднювальних речовин (рис.3.8). ІЗА п'яти пріоритетних забруднювальних речовин, які використовувались для розрахунку  $\text{І}_5$ , в різні роки змінювались.

За період 2011 – 2017 рр. пріоритетними речовинами були різні 5 ЗР, а саме: в 2011 році пріоритетними домішками: пил, діоксид азоту, фенол, формальдегід, бенз(а)пірен; в 2012 році пріоритетними домішки: пил, діоксид азоту, фенол, формальдегід, оксид вуглецю; в 2013 році пріоритетними домішки: пил, піоксид азоту, фенол, формальдегід, бенз(а)пірен.

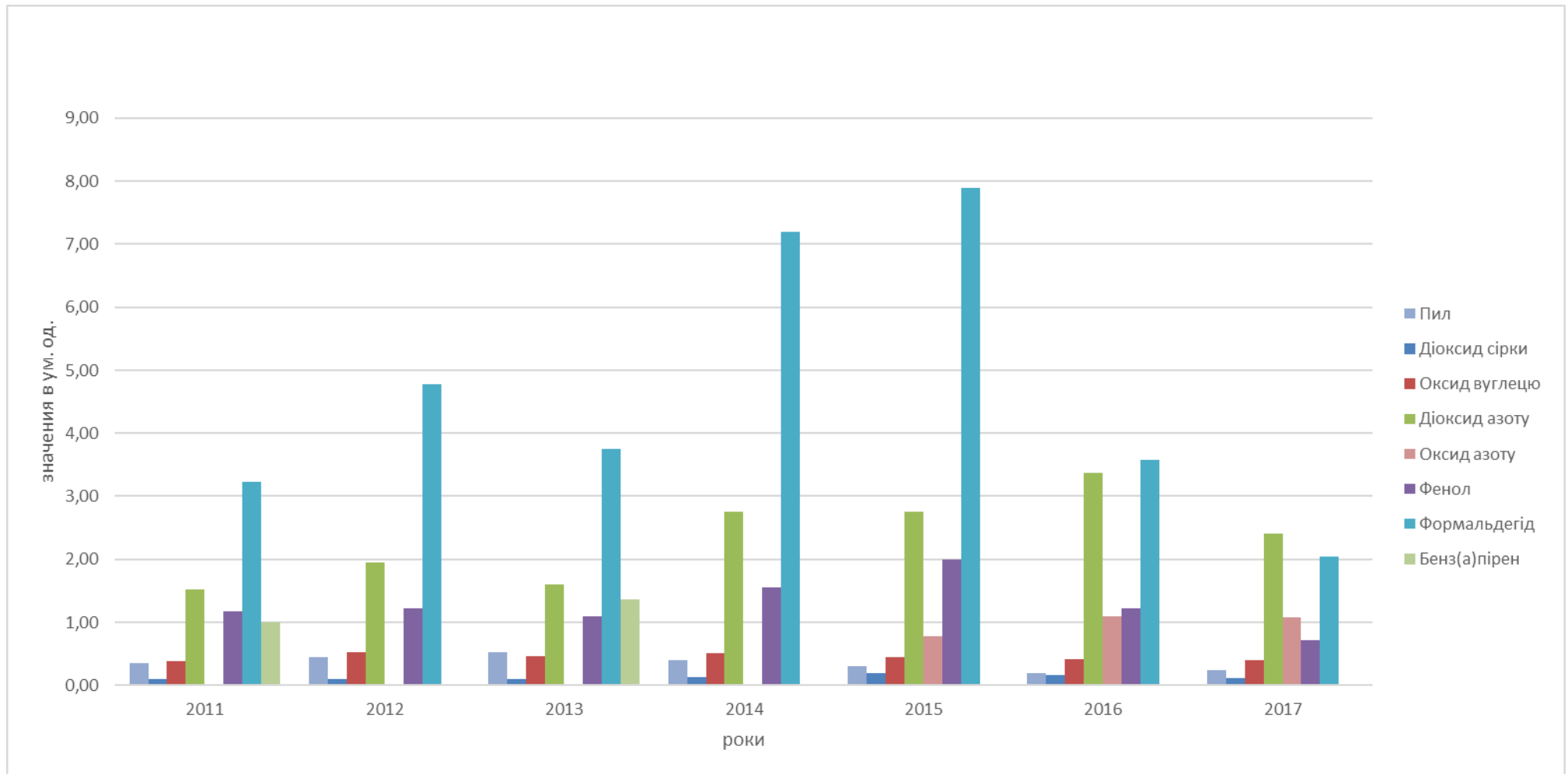


Рис 3.8- Динаміка зміни ІЗА окремими ЗР міста Херсон в 2011 – 2017 рр. (складено автором)

В 2014 році пріоритетними домішками були: пил, оксид вуглецю, діоксид азоту, фенол, формальдегід; в 2015 році пріоритетними домішки: оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азот, фенол, формальдегід; в 2016 році пріоритетними домішки: оксид вуглецю, діоксид азот, оксид азот, фенол, формальдегід; в 2017 році пріоритетними домішки: оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азот, фенол, формальдегід. У 2011-2013рр. проводились виміри бенз(а)пірену, а концентрації входили до пріоритетних ЗР. З 2014 р. в Україні припинені спостереження за бенз(а)піреном, оскільки хімічна лабораторія для визначення концентрацій, залишилась у м. Донецьку.

Порівняльний аналіз інтегрального показника  $I_5$  рівня забруднення атмосферного повітря по місту показав, що за період 2011 – 2017 роки простежувалось кілька рівнів забруднення, а саме: з 2012 до 2016 р.  $I_5$  становив 7-13 - високий рівень. Починаючи 2011 року ІЗА по місту знову підвищений ( 5 - 6). У 2016 році індекс забруднення атмосфери у м. Херсоні дорівнював 5,66 (проти минулорічного - 8,76), що відповідає високому рівню забруднення. У 2014 році ІЗА збільшився майже у 2 рази і дорівнює –12,14 (проти минулорічного - 7,01), що відповідає високому рівню забруднення. У 2017 році ІЗА у місті Херсоні продовжує утримуватися на високому рівні забруднення і дорівнює – 5,66 (проти минулорічного – 8,76). Динаміка індексів забруднення атмосфери в місті Херсоні з 2011 по 2017 наведено у графіку на рис. 3.9.

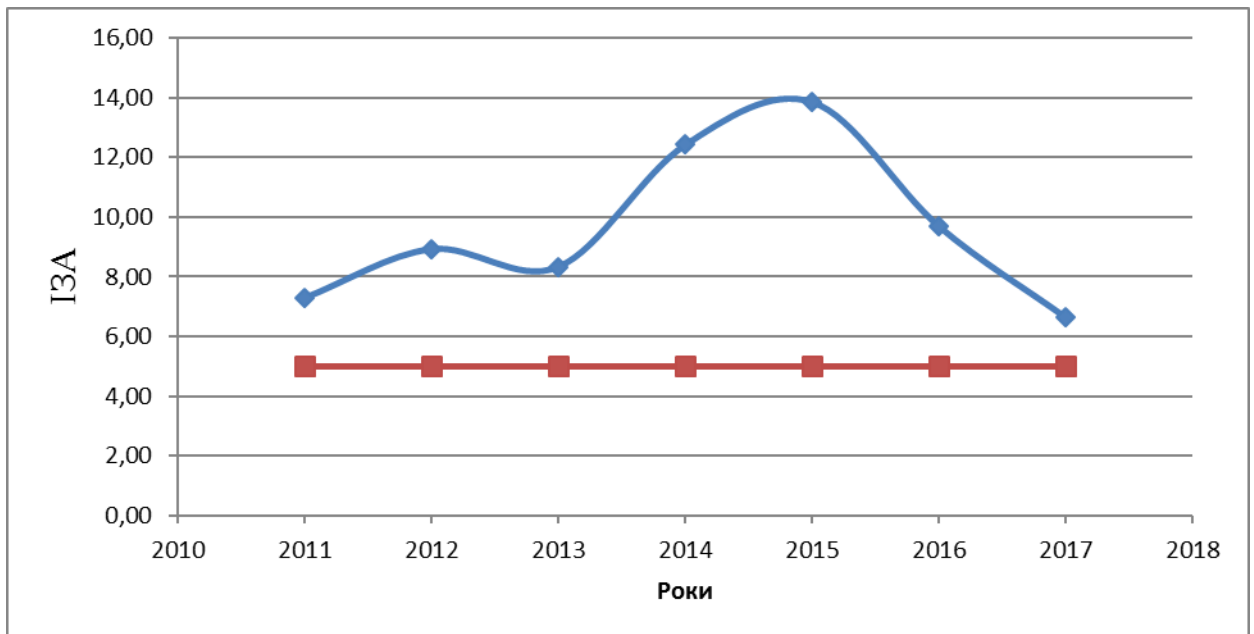


Рис. 3.9 - Динаміка індексів забруднення атмосфери за 2011- 2017рр. (складено автором)

Далі ми проаналізували рівні забруднення атмосферного повітря у м. Херсон за  $I_5$  у 2011-2017 рр. Результати наведені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 - Рівні забруднення атмосферного повітря у м. Херсон за  $I_5$  у 2011-2017 рр. (складено автором)

Показник	Рік						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
$I_5$	7,30	8,94	8,34	12,42	14,0	9,69	6,63
Рівень забруднення	Високий рівень	Високий рівень	Високий рівень	Високий рівень	Дуже високий рівень.	Високий рівень	Підвищений рівень

Таким чином, можна зробити висновок, що стан атмосферного повітря у м. Херсоні є незадовільним, про що свідчать розраховані одиничні індекси забруднення і комплексний індекс забруднення атмосфери  $I_5$ . Визначено рівні забруднення повітряного басейну міста Херсона. У 2015 р.

спостерігався найбільший  $I_5=14,0$ , а рівень забруднення атмосфери класифікований як дуже високий. В інші роки періоду дослідження рівень забруднення атмосфери був високим. Основним джерелом забруднення атмосфери є пересувні джерела, головним чином, автотранспорт, доля якого складає 80-90%. Пріоритетні забруднювальні речовини у повітряному басейні міста: діоксид та оксид азоту, фенол, формальдегід, що свідчить про їх походження при спалюванні палива у двигунах внутрішнього згорання.

Відомо, що забруднення атмосфери викидами автотранспорту залежить від технічного стану автомобілів, якості палива, розвитку транспортної інфраструктури і організації дорожнього руху, використання альтернативних видів транспорту та палива. Задачі з охорони повітря великих міст потребують негайного вирішення, як у м. Херсоні, так і в Україні в цілому.



## **4 ОЦІНКА РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОКСИДОМ ВУГЛЕЦЮ РОЗРАХУНКОВИМ МЕТОДОМ В МІСТІ ХЕРСОН**

### **4.1 Характеристика автотранспорту**

Автотранспорт відноситься до галузі, яка знаходиться на стику виробничої сфери і сфери послуг. Він не створює ніяких матеріальних цінностей, а забезпечує перевезення вантажів і людей, розвиваючи зв'язки між підприємствами, галузями, регіонами. Його ще називають "кровоносною системою економіки", бо він є необхідною умовою функціонування господарства. Автомобільний транспорт розвивається якісно і кількісно бурхливими темпами. Кожні чотири з п'яти автомобілів загального світового парку-легкові і на їх частку доводиться більше 60% пасажирів, перевезених усіма видами транспорту. За даними статистичної звітності автомобільний парк України зростає і за типами транспортних засобів його склад розподілено таким чином [15]. Автомобільний транспорт є найбільш мобільним і універсальним засобом комунікації і посідає важливе місце в транспортному комплексі України, він розвивається якісно та кількісно стрімкими темпами. У даний час щорічний приріст світового парку автомобілів складає 10-12 млн. одиниць, а його чисельність – більше 400 млн. одиниць, на його частку припадає понад 80% усіх вантажних і близько 80% пасажирських перевезень, приблизно 70% трудових ресурсів, понад 60% палив нафтового походження, значна частина капітальних вкладень і основних виробничих фондів, понад 65% усіх транспортних витрат.

Роль і значення транспорту визначені статтею 1 Закону України «Про транспорт», в якій зазначається, що транспорт є однією з найважливіших галузей суспільного виробництва, яка покликана задовольнити потреби населення й суспільного виробництва в перевезеннях. Отже, законодавець визначає транспорт як важливу галузь суспільного виробництва, що

перебуває в тісній взаємодії з промисловістю; енергетичним, агропромисловим, будівельним і торговельним комплексом; зв'язком; житловим господарством, побутовим обслуговуванням населення; сферою використання й охорони природних ресурсів тощо. В кожній з перерахованих галузей є окремі специфічні матеріальні умови виробництва, технологічні процеси, структура підприємств, особовий склад працівників і т. ін.

Основним законом, який визначає види й організацію автоперевезень, є Закон «Про автомобільний транспорт». Згідно із ним автотранспортні послуги поділяються на: пасажирські; вантажні; вантажно - пасажирські. Послуги пасажирського автомобільного транспорту загального користування поділяються на автобусні і таксі. Автобус - Автобусні перевезення - це переміщення людей і багажу за допомогою автомобільного транспортного засобу, у якому кількість посадкових місць більше дев'яти (враховуючи місце водія). Маршрутні таксі здійснюють перевезення пасажирів з обов'язковим наданням їм місць для сидіння і з висадкою і посадкою пасажирів за їхньою вимогою. Визначальним фактором у даному випадку є кількість місць для сидіння (дев'ять і більше) і те, що перевезення здійснюються за заздалегідь наміченими маршрутами і не в індивідуальному порядку. Вантажний автомобіль - автомобіль, який за своєю конструкцією та обладнанням призначений для перевезення вантажів; Вантажні перевезення автомобільним транспортом спеціального призначення здійснюються перевізниками за замовленням власників вантажу чи уповноважених ними осіб. Автомобілі поділяються на транспортні (вантажні і пасажирські), спеціальні і спортивні. Вантажні автомобілі призначені для перевезення вантажу і пасажирів, спеціальні - для виконання різних технічних функцій (підйомні крани, пересувні компресори), спортивні - переважно для досягнення певних рекордів швидкості та інших спортивних досягнень [14]. Вантажні поділяють на 3 категорії: пасажирські, до них відносять легкові автомобілі та автобуси; вантажні - для перевезення різного вантажу та тягачі, які призначені для буксировки напівпричепів і причепів. За шляховими

регламентаціями всі автомобілі поділяються на 3 основні групи. До першої групи “А” відносяться автомобілі шляхового типу, призначені для використання тільки на дорогах з досконалим капітальним покриттям і повною масою до 52 т, до другої категорії “Б” належать автомобілі шляхового типу, які допускаються до експлуатації на всій мережі доріг загального використання з повною масою до 34 т. Крім того, існують автомобілі, що не допускаються до експлуатації по дорогах загального використання, які мають капітальне покриття. Ці автомобілі призначені для роботи по спеціально побудованих для них кар’єрних, лісовозних або інших дорогах, а також поза мережею доріг. Автомобілі розрізняють також за родом двигуна. В залежності від роду встановленого двигуна автомобілі бувають таких типів: автомобілі з бензиновим двигуном внутрішнього згорання, дизельні автомобілі, що працюють на дизельному паливі та автомобілі з газовими та комбінованими двигунами. За ознаками проходження автомобілі поділяють: на шляхові обмеженого проходження для руху по дорогах з ґрунтовим покриттям підвищеного і високого проходження, які можуть працювати у важких шляхових умовах та по бездоріжжю. Одним з негативних факторів є зростаючим шкідливий вплив їх на навколишнє середовище. Потрапляючи в атмосферу, водойми, ґрунт шкідливі речовини негативно впливають на біосферу.

Джерелами викидів шкідливих речовин автомобільних двигунів внутрішнього згорання є: відпрацьовані гази; картерні гази; випаровування з системи живлення. Серед цих джерел основним є відпрацьовані гази, які мають складний хімічний склад. У відпрацьовані гази входить більше 1000 різних шкідливих речовин, які чинять негативний вплив на людину і довкілля, 200 з них розпізнано. Основним є оксид вуглецю (CO), вуглеводні (загальна формула  $C_mH_n$ ), оксиди азоту (загальна формула  $NO_x$ ), альдегіди (загальна формула  $RCHO$ ), сполуки сірки (основна - двооксид сірки  $SO_2$ ), тверді частини (сажа - C), канцерогенні речовини, до яких належать складні ароматичні вуглеводні полі циклічної будови (основний елемент,

якого найбільше, бенз(а)пірен -  $C_{20}H_{12}$ ), сполуки свинцю( $PbO_4$ ). В картерних газах і випаруваннях міститься, в основному, вуглеводні.

#### **4.2 Характеристика впливу викидів автотранспорту на здоров'я людини**

Розвиток автомобільного транспорту відіграє важливу роль у економічній та соціальній сфері суспільства. Проте в умовах інтенсивної урбанізації транспортна система спричиняє небезпеку забруднення атмосферного повітря. Зважаючи на те, що повітряний басейн не має меж, забезпечення його якісного стану перетворилося на глобальну екологічну проблему сучасності. Встановлено, що забруднення атмосферного повітря у містах у 15 разів вище, ніж над сільською місцевістю і в 150 разів вище, ніж над океаном. Це пояснюється тим, що якісний його стан на урбанізованих територіях на 60-90 % формується під дією газопилових викидів машин. Зважаючи на загальнодержавну та планетарну ситуацію забруднення атмосферного повітря автотранспортом, доцільності набуває раціоналізація пасажирських перевезень за екологічними критеріями, використання інноваційних технологій та конструкцій транспортної техніки, визначення пріоритетних напрямів екологічної безпеки автомобіля на всіх стадіях його життєвого циклу. Спираючись на наукові праці, найбільш енергоємним видом транспорту є автомобільний, який споживає 83 % від загальної кількості моторного палива, виділяючи разом із тим в атмосферне повітря токсичні та канцерогенні речовини (табл. 4.1). За офіційними даними [16], за кожні 100 км пробігу автомобіль витрачає річну норму кисню, яка необхідна для життєдіяльності людини, а за всю історію розвитку автомобільного парку спожито 170 млрд.  $m^3$  кисню та виділено 250 млрд.  $m^3$  вуглекислого газу.

Результати антропогенного впливу на природу поставили людство на грань екологічної кризи і самознищення. Поширилися небезпечні за

розмірами впливу на природу і людину процеси, що забруднюють акваторію Світового океану, прісних водоймищ, повітря, ґрунт, призводять до спустошення раніше родючих земель, катастрофічно знищують лісові масиви і т. ін. Несприятливі екологічні умови перетворились на постійний елемент життєдіяльності людства, що мають суттєвий вплив на різні сфери людської діяльності: економіку і політику, моральний і психічний стан та здоров'я людини. За даними ВОЗ, понад 80 % усіх захворювань людини пов'язано з тими чи іншими аспектами екологічного порушення в біосфері .

Таблиця 4.1 - Вплив вихлопних газів автомобілів на здоров'я людини  
(за Х.Ф. Френчем, 1992 рік) [16]

Шкідливі речовини	Наслідки дії на організм людини
Оксид свинцю	Шкодить адсорбуванню кисню кров'ю. Послаблює розумові здібності, сповільнює рефлекси, викликає сонливість, може бути причиною втрати свідомості
Свинець	Впливає на кровоносну, нервову та сечостатеву систему, викликає, зниження розумових здібностей у дітей, відкладається у кістках
Оксиди азоту	Можуть підвищувати сприйнятливості організму до вірусних захворювань, подразнювати легені, викликати бронхіт і пневмонію
Озон	Поздразнює слизову оболонку органів дихання, викликає кашель, порушує роботу легенів, знижує опір до простудних захворювань; може загострювати хронічні захворювання серця, а також викликати астму, бронхіт
Токсичні викиди (важкі метали)	Сприяють виникненню новоутворень, порушенню статевої системи і розвитку дефектів у немовлят

Зупинимося на основних несприятливих екологічних процесах, зумовлених антропогенним впливом на природу і його дією на здоров'я людини. Життя людини без використання кисню з атмосфери неможливе. Зменшення вмісту кисню в повітрі спричинює кисневий голод, який супроводжується запамороченням, болем в області потилиці, зниженням гостроти зору, нудотою. Зменшенням вмісту кисню до 8 % веде до падіння температури тіла, анурії, зневоднення і смерті. Іонізоване повітря має лікувальні властивості. Природно іонізоване повітря є в горах, поблизу водоспадів, серед буйної зелені, в зоні морського прибою, поблизу гейзерів і т. л. Невелика концентрація негативних іонів підвищує працездатність, знижує кисневу нестачу, має лікувальну дію при ряді захворювань. Діоксид вуглецю, що є кінцевим продуктом окислення вуглецю, у концентраціях 1-2 % не впливає негативно на організм людини. При збільшенні концентрації понад 3 % призводить до прискорення дихання, головного болю, шуму у вухах, підвищення артеріального тиску, серцебиття. Подальше підвищення концентрацій призводить до смерті. Важливу роль у житті людини і природи відіграє озон ( $O_3$ ), який має сильні окислювальні властивості. Озоновий екран Землі затримує згубне для всього живого короткохвильове випромінювання Сонця. В останні роки зменшення озонового шару Землі і виникнення «озонових дірок» пов'язують з дією фреонів, що входять до складу антропогенних аерозолей. Гранично допустимий вміст озону в повітрі 0,0001 мг/л. У великих концентраціях він викликає подразнення слизових оболонок верхніх дихальних шляхів, головний біль, стомлюваність, слабкість, підвищення потовиділення, а в концентрації 0,02 мг/л може розвинути пнеумонія. Існуючі джерела природного забруднення атмосфери прийнято ділити за походженням на біогенні та абіогенні. До перших відносяться гази і тверді частинки, які потрапляють в атмосферу при розкладі органічних речовин, а також внаслідок життєдіяльності живих організмів. Забруднювачі абіогенного походження -- гази і пил, що надходять у повітря при вулканічній діяльності, з гейзерів і гарячих джерел, внаслідок пилових

бур. Найбільшу небезпеку для життя людини й живої природи мають забруднювачі повітря штучного (техногенного) походження. Внаслідок діяльності людини в атмосферу щорічно надходять понад 1500 млн. т діоксиду сірки, 200 млн т оксиду вуглецю, понад 40 млн т вуглеводів і 20 млн т оксиду азоту. Ці гази змішуються з газами атмосфери, частинками пилу, найменшими краплинками рідини й утворюють аерозолі (тумани і дим), що стали візитними картками промислових міст і селищ. Понад 20 млрд. т діоксиду вуглецю викидається в атмосферу від згоряння різних видів палива, що спалюються людиною. Його вміст в атмосфері в останнє десятиріччя невпинно збільшується. Діоксид вуглецю не тільки токсично діє на організм людини, а викликає ще й глобальне потепління в біосфері, яке зумовлено так званним «парниковим ефектом» і веде до зміни клімату з непередбаченими наслідками для всього живого. При спалюванні палива атмосфера насичується ще одним продуктом неповного згоряння - оксидом вуглецю, гранично допустимі концентрації якого в атмосфері не повинні перевищувати 0,03 мг/л. Ця сполука хімічно більш активна до гемоглобіну крові ніж кисень. Вона витісняє кисень і не дає можливості нормально функціонувати дихальним ферментам. У повітрі можуть також знаходитись різні вуглеводи, частина яких має токсичні й канцерогенні для організму властивості. Господарська діяльність людини суттєво впливає на кругообіг речовин у природі (особливо азоту). При спалюванні вугілля, нафти, торфу, деревини та інших речовин відбувається збагаченням біосфери азотом. Надходячи в атмосферу, оксиди азоту взаємодіють з парами води й утворюють кислотні сполуки, які випадають на поверхню землі у вигляді кислотних дощів, згубних для всього живого. Вплив вихлопних газів автомобілів на здоров'я людини за Х.Ф. Френчем наведено у таблиці 4.1.

Далі ми розглянемо динаміку викидів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел та автотранспорту по Херсонській області за 2011-2017 рр. що наведено рис. 4.1

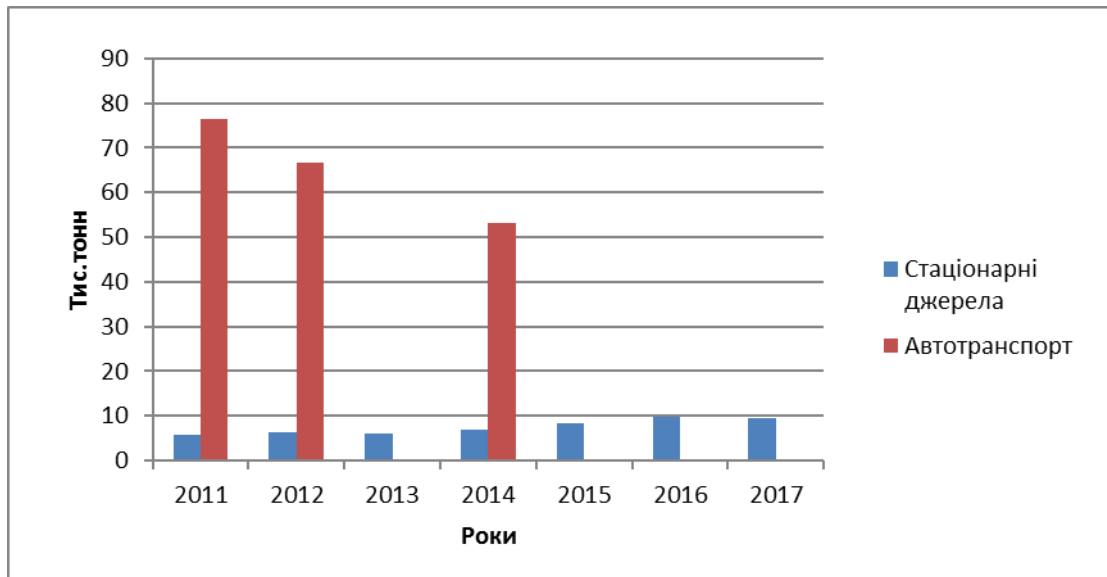


Рис. 4.1 - Динаміка викидів в атмосферне повітря від стаціонарних джерел та автотранспорту по Херсонській області за 2011-2017 рр. [7]

Так як пересувні джерела забруднення повітря, головним чином це автотранспорт, за досліджуваний період вносили від 80 до 90% загальних викидів. Наприклад, у 2016 р. в атмосферне повітря міста надходило 16 % викидів від стаціонарних джерел забруднення і 84 % від пересувних джерел забруднення. Найбільший забруднювач – особистий автотранспорт, вантажоперевезення, залізничний, авіаційний та водний транспорт.

Цікаво, що за інформацією Головного управління статистики у Херсонській області відповідно до Плану проведення державних статистичних спостережень на 2017 рік, розробка показника «Викиди від пересувних джерел забруднення» скасовано [6]. Відмова від розрахунків обсягів викидів пересувних джерел забруднення ніяк не сприяє покращенню якості повітряного басейну м. Херсон та області. Це відхід від вирішення серйозної проблеми міста.



### 4.3 Методика оцінки рівня забруднення CO

Дана методика розрахунку концентрації оксиду вуглецю в викидах автотранспорту за формулою Бегма-Шаповалова дає можливість оцінити завантаженість ділянки вулиці різними видами автотранспорту, порівняти в цьому відношенні різні вулиці і вивчити навколишнє середовище [10,11]. Зібрані параметри дають можливість розрахувати рівень забруднення повітряного середовища.

Вибрати певні ділянки різних вулиць населеного пункту для проведення дослідження. Наприклад вулиці з двостороннім рухом, проводити підрахунок автотранспорту, що рухається по обидва боки (на сильно завантажених вулицях краще працювати двома групами дослідників, причому кожна група розташовується на своєму боці). Збір матеріалу по завантаженості вулиць автотранспортом може проводитися в різні дні тижня, з вимірами в 8, 13, 18 годин. Інтенсивність руху автотранспорту визначається методом підрахунку автомобілів різних типів 3 рази по 20 хв. в кожному з термінів. Облік ведеться способом «точковим» і «квадратів» [10,11].

На кожній точці спостережень проводимо оцінку вулиці:

- тип вулиці, міські вулиці з односторонньою забудовою (набережні, естакади, високі насипи), житлові вулиці з двосторонньою забудовою дороги, дороги у виїмці, магістральні вулиці та дороги з багатоповерховою забудовою з двох боків, транспортні тунелі та ін;
- поздовжній нахил (визначається екліметром або приблизно);
- швидкість вітру (визначається анемометром);
- відносну вологість повітря (визначається психрометром);
- наявність захисної смуги з дерев;
- тип перехрестя;

- інтенсивність руху автомобілів на годину (N).

Інтенсивність руху автотранспорту визначається методом підрахунку автомобілів різних типів: легкий вантажний, середній вантажний, важкий вантажний, автобус, легковий.

Розрахунки проводимо за таким алгоритмом: креслимо спеціальну таблицю, в якій зазначаємо тип вулиці, поздовжній нахил, відносну вологість повітря, тип перехрестя та інтенсивність руху автомобілів у год. (N) (табл. 4.2)

Таблиця 4.2 - Вихідні дані до розрахунків концентрації оксиду вуглицю в викидах автотранспорту за формулою Бегма-Шаповалова [10,11]

Тип вулиці	Поздовжній Нахил	Швидкість вітру, (м/с)	Відносна вологість, (%)	Тип перехрестя	Коефіцієнт $K_n$	Інтенсивність Руху на год (n)
Дорога з багатоповерховою забудовою з двох сторін	0	6	50	Не регульоване зі зниженням швидкості.	1,9	1041
Міська вулиця з односторонньою забудовою	0	4	50	Регульоване з світлофорами, звичайне	1,8	2817
Дорога з багатоповерховою забудовою з двох сторін	0	4	70	Регульоване з світлофорами, звичайне	1,8	1743
Дорога з багатоповерховою забудовою з двох сторін	0	3	80	Регульоване з світлофорами, звичайне	1,8	951
Дорога з багатоповерховою забудовою з двох сторін	2	3	80	Регульоване з світлофорами, звичайне	1,8	882
Дорога з багатоповерховою забудовою з двох сторін	0	4	70	Регульоване з світлофорами, звичайне	1,8	3870

Виходячи з даних, одержаних від спостережень, визначаємо склад автотранспорту в частках одиниці. Наприклад: 0,1 вантажних автомобілів із малою вантажопідйомністю, 0,1 – з середньою вантажопідйомністю, 0,05 з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами, 0,05 – автобусів, 0,7 – легкових автомобілів.

Розраховуємо концентрацію СО за формулою И.В.Бегма, 1984; А.Л.Шаповалова, 1990. [10,11]:

$$K_{CO} = (0.5 + 0.01 * N * K_m) K_a * K_y * K_c * K_b * K_n \quad , \quad (4.1)$$

де 0,5 - фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м<sup>3</sup>;

$N$  - сумарна інтенсивність руху автомобілів на міській дорозі, автом./годину;

$K_m$  - коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферне повітря оксидів вуглецю;

$K_a$  - коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості, визначається за табл.(4.4)

$K_y$  - коефіцієнт, що враховує забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю в залежності від величини поздовжнього нахилу, визначається за табл.(4.7)

$K_c$  - коефіцієнт, що враховує зміни окису вуглецю в залежності від швидкості вітру, визначається за табл.(4.5)

$K_b$  - те ж у залежності від відносності повітря, визначається за табл.(4.6)

$K_n$  - коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю, визначається за табл.(4.8)

Коефіцієнт токсичності автомобілів розраховуємо за формулою:

$$K_m = \sum \times P_i \times K_{mi} \quad , \quad (4.2)$$

$P_i$  - склад автотранспорту в частках одиниці,

$K_{mi}$  - табличне значення, визначається за табл.(4.3)

Таблиця 4.3 - Коефіцієнт  $K_{mi}$  за типом автомобілем [10,11]

Тип автомобіля	Коефіцієнт $K_{mi}$
Легкий вантажний	2,3
Середній вантажний	2,9
Важкий вантажний (дизельний)	0,2
Автобус	3,7
Легковий	1,0

Значення коефіцієнта  $K_a$ , який враховує аерацію місцевості, визначаємо за табл. (4.4)

Таблиця 4.4 - Коефіцієнт  $K_a$ , за типом місцевості за ступенем аерації [10,11]

Тип місцевості за ступенем аерації	Коефіцієнт $K_a$
Транспортні тунелі	2,7
Транспортні галереї	1,5
Магістральні вулиці та дороги з багатоповисловою забудовою з двох сторін	1,0
Жилі вулиці з одноповисловими будівлями, вулиці та дороги у виїмці	0,6
Міські вулиці та дороги з односторонніми будівлями, набережні, естакади, високі насипи	0,4
Пішохідні тунелі	0,3

Коефіцієнт зміни концентрації оксиду карбону в залежності від швидкості вітру  $K_c$  визначаємо за табл. (4.5), а значення коефіцієнта  $K_e$ , що визначає зміни концентрації оксиду карбону в залежності від відносної вологості повітря, наведено в табл. (4.6)

Значення коефіцієнта  $K_n$ , який враховує зміни забруднення повітря оксидом карбону в залежності від величини поздовжнього нахилу, визначаємо за табл. (4.7)

Таблиця 4.5 - Коефіцієнт  $K_c$ , за швидкістю вітра [10,11]

Швидкість вітру, (м/с)	Коефіцієнт $K_c$ , (%)
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

Таблиця 4.6 - Коефіцієнт  $K_e$ , за відотною вологістю [10,11]

Відносна вологість	Коефіцієнт $K_e$
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,07
60	0,85
50	0,75

Таблиця 4.7 - Коефіцієнт  $K_n$ , за позовжнім нахилом [10,11]

Поздовжній нахил	Коефіцієнт $K_n$
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

Коефіцієнт збільшення забруднення повітря оксидом вуглецю біля перехрестя наведено в табл. (4.8)

Таблиця 4.8 - Коефіцієнт  $K_n$ , за типом перехрестя [10,11]

Тип перехресть	Коефіцієнт $K_n$
Регульоване перехрестя:	
- зі світлофорами звичайне	1,8
- зі світлофорами кероване	2,1
- Нерегульоване:	2,0
Саморегульоване:	
- зі зниженням швидкості	1,9
- кільцеве	2,2
- з обов'язковою зупинкою	3,0

Порівняти одержану концентрацію CO з ГДК чадного газу (CO) для повітря (5 мг/м<sup>3</sup>). Беручи до уваги наближення автошляху до житлових та адміністративних будівель, зробити висновок щодо екологічної ситуації в

досліджуваному районі. Нахил визначити приблизно, вітер визначити анемометром, або (приблизно).

За даними підрахунків розрахувати завантаженість вулиць автотранспортом за добу. Порівняти отримані дані з ГОСТ Р 52033-2003 [12].

Сумарна інтенсивність руху автомобілів за добу на вулицях автотранспортом згідно ГОСТ Р 52033-2003:

Низька інтенсивність руху - 4-9 тис. автомобілів на добу;

Середня інтенсивність руху - 10-19 тис. автомобілів на добу;

Висока інтенсивність руху - 20-32 тис. автомобілів на добу.

Однак, нам не вдалось знайти відповідне ДСТУ або змінення до даного ГОСТу в Україні.

На останньому етапі аналізу розрахунків потрібно зробити висновок про рівень забруднення урбоекосистем викидами автотранспорту.

#### **4.4 Дослідження модельних ділянок**

Аналіз рівня концентрації CO ( $мг/м3$ ) проводився по визначенню на шести різних вулицях. Було обраховано середню кількість автотранспорту і кількість викидів в автотранспорту. Складено порівняльну таблицю. Рівень концентрації CO ( $мг/м3$ ) є різний. Рівень загазованості транспортних магістралей і територій вздовж автодоріг залежить від інтенсивності руху, вантажності машин, типу забудови, рельєфу місцевості, швидкості вітру вологості і температури повітря, частки вантажного транспорту і автобусів в загальному потоці.



#### 4.4.1 Модельна ділянка №1 перехрестя (вул. Кримська – Поповича)

Перша модельна ділянка для дослідження завантаженості різними видами автотранспорту була вибрана мною на перехресті вулиць Кримська –Поповича. Вздовж вулиці розташовані дев'яти поверхові і п'яти поверхові будинки. По праву сторону вулиці Поповича розташований житловий комплекс Домосєдова. Дорога асфальтована, нерегульована світлофорами. Вздовж вулиці ростуть зелені насадження: дерева фруктові і декоративні та кущі, трав'янисті рослини. На вулиці спостерігається активна зона вітрів, які дмуть з півночі на захід. Обрахунок завантажування на перехресті вул. Кримська - Поповича автотранспортом проводилось одноразово за одну годину. Кількість за годину 1041 автомобілів. Обраховуємо завантаження дослідженої вулиці за добу: 24 984 автомобілів. Інтенсивність руху на вулиці є високою. Дані по обчисленню зазначені в таблиці (4.9)

Таблиця 4.9 - Кількість автомобілів, проїхавших за одну годину на «перехресті вул. Кримська – Поповича» (отримано автором)

Час	Тип автомобіля	Число одиниць
60 хв	Легкий вантажний	51
	Середній вантажний	75
	Важкий вантажний	27
	Автобуси	138
	Легковий	753

Визначаємо склад автотранспорту в долях одиниць: 0,05 вантажних автомобілів із малою вантажопідйомністю; 0,07 – з середньою вантажопідйомністю; 0,03 – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами; 0,1 – автобусів; 0,7 - легкових автомобілів.

Дослідження проводилося на міській вулиці з багатоповерховою забудовою з двох сторін, поздовжній нахил – 0 ( $K_n = 1,00$ ); зі швидкістю вітру 6 м/с ( $K_c = 1,00$ ) ; відносною вологістю повітря 50% ( $K_v = 0,75$ ); з інтенсивністю руху автомобілів – 1041 автомашин (N). Обраховуємо завантаження дослідженої вулиці за добу 24 984 автомобілів. Визначаємо коефіцієнт токсичності автомобілів:

$$K_m = (0.05*2.3)+(0.07*2.9)+(0.03*0.2)+(0.1*3.7)+(0.7*1) = 1.394$$

Визначаємо рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю:

$$K_{co} = (0.5+0.01*1041*1.394)*1*1*1*0.75*1.9 = 21,39$$

Рівень забруднення атмосферного повітря перевищує ГДК в 4,28 раз.

#### 4.4.2 Модельна ділянка №2 ( Бериславське шосе – вул. Миру)

Друга модельна ділянка була вибрана на перехресті Бериславського шосе – вул. Миру. Район густонаселений. На вулиці спостерігався інтенсивний рух автотранспорту. Дорога асфальтована, вздовж вулиці ростуть густі зелені насадження: липи, тополі, різні кущі. Ширина магістралі понад 10 метрів. Дорога має двосторонній рух та регулюється світлофорами.

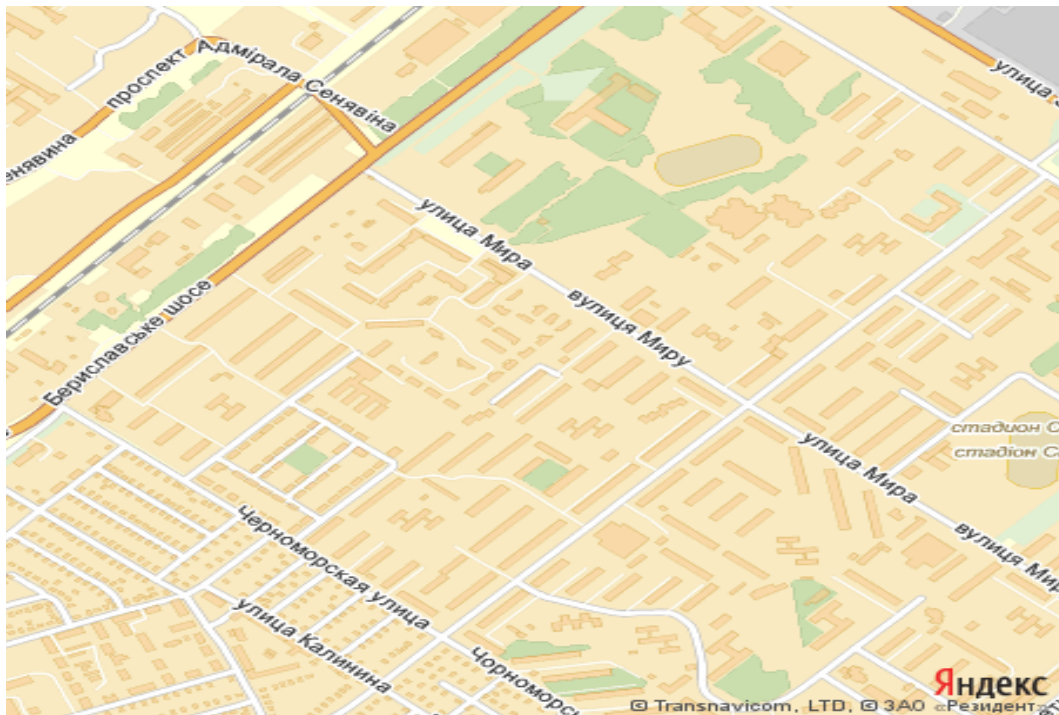


Рис.4.2 - Карта-схема модельної ділянки № 2 - «перехрестя Бериславського шосе – вул. Миру»

Забруднення «перехрестя Бериславського шосе – вул. Миру» є надзвичайно високим. На вулиці спостерігається інтенсивний рух автотранспорту. Викиди вихлопних газів автотранспорту сильно забруднюють атмосферне повітря і сильно впливають на стан зелених насаджень. Обрахунок завантажування вулиці автотранспортом проводилось одноразово за одну годину. Інтенсивність руху на вулиці є високою. Дані по обчисленню зазначені в таблиці (4.10)

Таблиця 4.10 - Кількість автомобілів, проїхавших за одну годину по «перехрестю Береславського шосе – вул. Миру» (отримано автором)

Час	Тип автомобіля	Число одиниць
60 хв	Легкий вантажний	153
	Середній вантажний	126
	Важкий вантажний	108
	Автобуси	207
	Легковий	2223

Визначаємо склад автотранспорту в долях одиниць: 0,05 вантажних автомобілів із малою вантажопідйомністю; 0,04 – з середньою вантажопідйомністю; 0,04 – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами; 0,07 – автобусів; 0,8 - легкових автомобілів.

Дослідження проводилося на міській вулиці з багатоповерховою забудовою, поздовжній нахил 0 ( $K_n = 1,00$ ) зі швидкістю вітру 4 м/с ( $K_c = 1,20$ ) відносною вологістю повітря 50% ( $K_v = 0,75$ ) з інтенсивністю руху автомобілів - 2817 (N). Обраховуємо завантаження дослідженої вулиці за добу 67 608 автомобілів. Визначаємо коефіцієнт токсичності автомобілів:

$$K_m = (0.05 * 2.3) + (0.04 * 2.9) + (0.04 * 0.2) + (0.07 * 3.7) + (0.8 * 1) = 1.298$$

Визначаємо рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю:

$$K_{co} = (0.5 + 0.01 * 2817 * 1.298) * 1 * 1 * 1.20 * 0.75 * 1.8 = 60,05$$

Рівень забруднення атмосферного повітря перевищує ГДК в 12,01 раза.

#### 4.4.3 Модельна ділянка №3 (перехрестя вул. Ушакова - Перекопська)

Район густонаселений. На вулиці спостерігався інтенсивний рух автотранспорту. Дорога асфальтована, вздовж вулиці ростуть густі зелені насадження: липи, тополі, різні кущі. Ширина магістралі 10 метрів. Дорога має двосторонній рух. На вулиці спостерігається інтенсивний рух автотранспорту. Викиди вихлопних газів автотранспорту сильно забруднюють атмосферне повітря і сильно впливають на стан зелених насаджень. На вулиці спостерігається активна зона вітрів, які дмуть з півночі на захід.



Рис.4.3 - Карта-схема модельної ділянки № 3 - «перехрестя вул. Ушакова – Перекопська»

Забруднення "перехрестя вул. Ушакова - Перекопська є надзвичайно високим. Обрахунок завантажування вулиці автотранспортом проводилось одноразово за одну годину. Дані по обчисленню зазначені в таблиці (4.11)

Таблиця 4.11 - Кількість автомобілів, проїхавших за одну годину по «перехрестю вул. Ушакова – Перекопська» (отримано автором)

Час	Тип автомобіля	Число одиниць
60 хв	Легкий вантажний	24
	Середній вантажний	78
	Важкий вантажний	39
	Автобуси	324
	Легковий	1278

Визначаємо склад автотранспорту в долях одиниць: 0,01 вантажних автомобілів із малою вантажопідйомністю; 0,04 – з середньою вантажопідйомністю; 0,02 – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами; 0,19 – автобусів; 0,7 - легкових автомобілів.

Дослідження проводилося на міській вулиці з багатоповерховою забудовою з двох сторін, поздовжній нахил 0 ( $K_n = 1,00$ ); зі швидкістю вітру 4 м/с ( $K_c = 1,20$ ); відносною вологістю повітря 70% ( $K_v = 1,00$ ); з інтенсивністю руху автомобілів – 1743 (N).

Обраховуємо завантаження дослідженої вулиці за добу 41 832 автомобілів. Визначаємо коефіцієнт токсичності автомобілів:

$$K_m = (0.01*2.3)+(0.04*2.9)+(0.02*0.2)+(0.19*3.7)+(0.7*1) = 1.546$$

Визначаємо рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю:

$$K_{co} = (0.5+0.01*1743*1.546)*1*1*1.20*1*1.8 = 59,29$$

Рівень забруднення атмосферного повітря перевищує ГДК в 11,86 раза.

#### 4.4.4 Модельна ділянка №4 (перехрестя вул. Чорноморська – Ілюши Кулика)

Район густонаселений. На вулиці спостерігався інтенсивний рух автотранспорту. Дорога асфальтована, вздовж вулиці ростуть густі зелені насадження: липи, каштани, тополі, різні кущі. Ширина магістралі 10 метрів. Дорога регулюється світлофором та має двосторонній рух автотранспорту. По вулиці Ілюши Кулика спостерігається рух тролейбусів мікроавтобусів, вантажівок, легкових автомобілів, мотоциклів.



Рис.4.4 - Карта-схема модельної ділянки № 4 - «перехрестя вул. Чорноморська – Ілюши Кулика»

Обрахунок завантажування вулиці автотранспортом проводилось одноразово за одну годину. Дані по обчисленню зазначені в таблиці (4.12)

Таблиця 4.12 - Кількість автомобілів, проїхавших за одну годину по «перехрестю вул. Чорноморська – Ілюши Кулика» (отримано автором)

Час	Тип автомобіля	Число одиниць
60 хв	Легкий вантажний	69
	Середній вантажний	93
	Важкий вантажний	18
	Автобуси	243
	Легковий	528

Визначаємо склад автотранспорту в долях одиниць: 0,07 вантажних автомобілів із малою вантажопідйомністю; 0,1 – з середньою вантажопідйомністю; 0,02 – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами; 0,3 – автобусів; 0,5 - легкових автомобілів.

Дослідження проводилося на міській вулиці з багатоповерховою забудовою з двох сторін, поздовжній нахил 0 ( $K_n = 1,00$ ); зі швидкістю вітру 3 м/с ( $K_c = 1,50$ ) відносною вологістю повітря 80% ( $K_v = 1,15$ ) з інтенсивністю руху автомобілів - 951 автомашин (N). Обраховуємо завантаження дослідженої вулиці за добу 22 824 автомобілів. Визначаємо коефіцієнт токсичності автомобілів:

$$K_m = (0.07*2.3)+(0.1*2.9)+(0.02*0.2)+(0.3*3.7)+(0.5*1) = 2.065$$

Визначаємо рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю:

$$K_{co} = (0.5+0.01*951*2.065)*1*1*1.50*1.15*1.8 = 62,53$$

Рівень забруднення атмосферного повітря перевищує ГДК в 12,51 раза.



#### 4.4.5 Модельна ділянка №5 (перехрестя вул. Воронцовська – вул. Грецька)

Район густонаселений. Дорога асфальтована, вздовж вулиці ростуть густі зелені насадження: липи, тополі, каштани різні кущі.

Ширина магістралі понад 10 метрів. Дорога має двосторонній рух автотранспорту. По вулиці Леніна спостерігається рух мікроавтобусів, вантажівок, легкових автомобілів, мотоциклів. На вулиці спостерігається інтенсивний рух автотранспорту. Викиди вихлопних газів автотранспорту сильно забруднюють атмосферне повітря і сильно впливають на стан зелених насаджень. Обрахунок завантажування вулиці автотранспортом проводилось разово за одну годину. Дані по обчисленню зазначені в таблиці 4.13

Таблиця 4.13 - Кількість автомобілів, проїхавших за одну годину по «перехрестю вул. Воронцовська – вул. Грецька» (отримано автором)

Час	Тип автомобіля	Число одиниць
60 хв	Легкий вантажний	16
	Середній вантажний	32
	Важкий вантажний	24
	Автобуси	362
	Легковий	448

Визначаємо склад автотранспорту в долях одиниць: 0,02 вантажних автомобілів із малою вантажопідйомністю; 0,04 – з середньою вантажопідйомністю; 0,03 – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами; 0,4 – автобусів; 0,5 - легкових автомобілів. Дослідження проводились на міській вулиці з багатоповерховою забудовою з двох сторін, поздовжній нахил 2 ( $K_n = 1,06$ ); зі швидкість вітру 3 м/с ( $K_c = 1,50$ );

відносною вологістю повітря 80 % ( $K_v = 1,15$ ) з інтенсивністю руху автомобілів 882 автомашин (N). Обраховуємо завантаження дослідженої вулиці за добу 11 182 автомобілів. Визначаємо коефіцієнт токсичності автомобілів:

$$K_m = (0.02*2.3)+(0.04*2.9)+(0.03*0.2)+(0.4*3.7)+(0.5*1) = 2.148$$

Визначаємо рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю:

$$K_{co} = (0.5+0.01*882*2.148)*1*1.06*1.50*1.15*1.8 = 64,00$$

Рівень забруднення атмосферного повітря перевищує ГДК в 12,80 раз.

#### 4.7.6 Модельна ділянка №6 (перехрестя вул. Залізнична – Миколаївського шосе)

Шоста модельна ділянка для дослідження рослин була вибрана мною на вулиці Залізнична – Миколаївське шосе. Дорога асфальтована, вздовж вулиці ростуть зелені насадження. Вулиця регулюється світлофорами та має двосторонній рух автотранспорту. Ширина дослідженої ділянки 10 метрів. По Миколаївському шосе спостерігається рух мікроавтобусів, вантажівок, легкових автомобілів, мотоциклів. Забруднення «перехрестя вул. Залізнична – Миколаївського шосе» є надзвичайно високим. На вулиці спостерігається інтенсивний рух автотранспорту. Викиди вихлопних газів автотранспорту сильно забруднюють атмосферне повітря і сильно впливають на стан зелених насаджень.



Рис.4.5 - Карта-схема модельної ділянки № 6 - «перехрестя вул. Залізнична – Миколаївського шосе»

Обрахунок завантажування вулиці автотранспортом проводилось разово за одну годину. Дані по обчисленню зазначені в таблиці (4.14)

Таблиця 4.14 - Кількість автомобілів, проїхавших за одну годину по «вул. Залізнична – Миколаївського шосе» (отримано автором)

Час	Тип автомобіля	Число одиниць
60 хв	Легкий вантажний	116
	Середній вантажний	132
	Важкий вантажний	32
	Автобуси	640
	Легковий	2950

Визначаємо склад автотранспорту в долях одиниць: 0,03 вантажних автомобілів із малою вантажопідйомністю; 0,03 – з середньою вантажопідйомністю; 0,008 – з великою вантажопідйомністю з дизельними двигунами; 0,2 – автобусів; 0,8 - легкових автомобілів.

Дослідження проводилося на міській вулиці з багатоповерховою забудовою з двох сторін, поздовжній нахил 0 ( $K_n = 1,00$ ); зі швидкістю вітру 4 м/с ( $K_c = 1,20$ ); відносною вологістю повітря 70% ( $K_v = 1,00$ ); з інтенсивністю руху автомобілів 3870 автомашин (N). Обраховуємо завантаження дослідженої вулиці за добу 92 880 автомобілів. Визначаємо коефіцієнт токсичності автомобілів:

$$K_m = (0.03 \cdot 2.3) + (0.03 \cdot 2.9) + (0.008 \cdot 0.2) + (0.2 \cdot 3.7) + (0.8 \cdot 1) = 1.6976$$

Визначаємо рівень забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю:

$$K_{co} = (0.5 + 0.01 \cdot 3870 \cdot 1.6976) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1.20 \cdot 1 \cdot 1.8 = 142,99 \text{ мг / м}^3$$

Рівень забруднення атмосферного повітря перевищує ГДК в 28,6 раз.

#### 4.4.7 Порівняльна оцінка рівня забруднення чадним газом (СО) та висновок

Порівняльний аналіз результатів проводився на основі даних по 6 досліджуваних ділянках. Найбільша інтенсивність потоку автотранспорту за добу спостерігається на вулицях:

- 1) Залізнична – Миколаївське шосе – 3870 одиниць автотранспорту,
- 2) Бериславське шосе - Миру – 2817 одиниць автотранспорту,
- 3) Ушакова - Перекопська – 1743 одиниць автотранспорту,
- 4) Воронцовська –Грецька – 882 одиниць автотранспорту,
- 5) Кримська - Поповича – 1041 одиниць автотранспорту,
- 6) Чорноморська – Ілюши Куліка – 951 одиниць автотранспорту.

По даним розрахунків рівня забруднення атмосферного повітря чадним газом можна сказати, що найбільший рівень забруднення автотранспортом спостерігається на вулиці Залізнична – Миколаївське шосе перевищення ГДК у 29 разів, найменше на вулиці Кримська - Поповича перевищення ГДК в 4 рази. Всі інші обраховані ділянки вулиць знаходяться приблизно на однакових рівнях і також перевищують ГДК у 12-13 разів. Рівень концентрації по 6 ділянках наведено у табл.(4.15)

Таблиця 4.15 - Розраховані концентрації СО по 6 ділянках  
(розраховано автором за методикою [10,11])

Модельні ділянки (вулиці)	Рівень концентрації СО	
	( мг / м3 )	Частка ГДК (%)
1. Кримська – Поповича	21,39	4,28
2. Бериславське шосе – Миру	60,05	12,01
3. Ушакова – Перекопська	59,29	11,86
4. Чорноморська – Ілюши Куліка	62,53	12,51
5. Воронцовська – Грецька	64,00	12,8
6. Залізнична – Миколаївське шосе	142,99	28,60

Із метою зменшення негативного впливу автотранспорту на довкілля і здоров'я людей необхідно вжити таких заходів:

1. Удосконалювати автомобіль і його технічний стан (конструкція автомобіля, виготовлення нових типів силових установок, використовувати нові типи палив і підтримка технічного складу автомобіля).

2. Раціональна організація перевозка вантажів і руху (удосконалення доріг, вибір парку рухомого состава і його структури, оптимальна маршрутизація автомобільних перевозок, організація і регулювання дорожнього руху і раціональне керування автомобілем).

3. Обмеження розповсюдження забруднюючих речовин від джерела до людини.

4. Установка фільтрів.

5. Обмеження інтенсивності руху авт./год.

4. Зниження концентрації CO може бути досягнуто завдяки зеленим насадженням (Табл.4.16).

Таблиця 4.16 - Зелені насадження, які знижують концентрацію CO [9]

Тип посадки	Зниження концентрації CO (%)	
1. Однорядна смуга дерев	0-3	7-10
2. Дворядна смуга дерев	3-5	10-20
3. Дворядна смуга дерев з дворядним кустарником	5-7	30-40
4. Трирядна смуга дерев з дворядним кустарником	10-12	40-50
5. Чотирирядна смуга дерев з дворядним кустарником	10 - 15	50-60

В сучасний час зменшення забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами автомобільним транспортом, є однією з

найважливіших проблем, що стоять перед людством. Забруднення повітря шкідливо діє на оточуюче середовище. Матеріальний збиток, що викликається забрудненням повітря, важко оцінити, проте навіть за неповними даними він достатньо великий. Автомобіль не розкіш, а засіб пересування. Без автомобіля в даний час немислиме існування людства. При інтенсивній урбанізації і зростанні мегаполісів автомобільний транспорт став найсприятливішим екологічним чинником в охороні природного середовища в місті. Таким чином, автомобіль стає конкурентом людини за життєвий простір. За останні десятиріччя людство остаточно переконалося, що першим винуватцем забруднення атмосферного повітря - одного з основних джерел життя на нашій планеті, є явище науково-технічного прогресу - автомобіль. Автомобіль, поглинаючи такий необхідний для протікання життя кисень, разом з тим інтенсивно забруднює повітряне середовище токсичними компонентами, що завдають відчутної шкоди всьому живому і неживому. Внесок автотранспорту в забруднення навколишнього середовища, складає - 60 - 90%. Обрахунковим способом отримана інтенсивність руху автотранспорту та концентрація викиду чадного газу CO на досліджених модельних ділянках. Завантаження вулиць на модельних ділянках автотранспортом перевищує нормативні значення. Показники викидів оксидом вуглецю автотранспортом за нормами ГДК<sub>м.р.</sub> перевищує у 4-29 разів.

## ВИСНОВКИ

Метою магістерської роботи був аналіз якості забруднення атмосферного повітря міста Херсон та визначення основних причин забруднення атмосфери.

В процесі дослідження були розглянуті природно – кліматичні умови в Херсонській області, моніторинг забруднення атмосферного повітря в м. Херсон, динаміка індексів забруднення атмосферного повітря міста та оцінка рівня забруднення атмосферного повітря в місті Херсон загалом та окремо оксидом вуглецю, який надходить від викидів автотранспорту.

Забруднення атмосферного повітря міста Херсон цілком залежить від природно - кліматичних умов, які впливають на розповсюдження домішок в атмосфері. Основними стаціонарними джерелами забруднення атмосфери в місті, за інформацією управління екології в м. Херсоні, в 2017 році були: МК «Херсонтеплоенерго» Острівське шосе, меблева фабрика по вул. Філатова, ПАТ «Таврійська будівельна компанія» вул. Макарова, ПАТ «ЕК «Херсонобленерго» вул. Робоча, дочірнє підприємство «Херсонський чавуно - ливарний завод» та машинобудівний завод, вул. Тираспольська, ПАТ «Електромеханічний завод» вул. Паровозна, філія «ПАТ Укррічфлот «СК Херсонський суднобудівний судноремонтний завод ім. Комінтерну» Карантійний острів, автотранспорт.

Основним джерелом забруднення атмосфери є пересувні джерела, головним чином, автотранспорт, доля якого складає 80-90%.

У 2011-2017 рр. в місті Херсоні постійно перевищувалися гранично допустимі концентрації забруднення атмосферного повітря речовин III класу – діоксиду азоту, II класу небезпеки: формальдегіду, фенолу та речовин I класу - бенз(а)пірену. Ситуація, що склалась за останні роки у місті Херсоні свідчить про тенденцію до збільшення концентрацій багатьох шкідливих



домішок. Моніторинг бенз(а)пірена в місті не проводиться з 2014 р.

Можна зробити висновок, що стан атмосферного повітря у м. Херсоні є незадовільним, про що свідчать розраховані одиничні індекси забруднення і комплексний індекс забруднення атмосфери  $I_5$ . Пріоритетні забруднювальні речовини у повітряному басейні міста: діоксид та оксид азоту, фенол, формальдегід, що свідчить про їх походження при спалюванні палива у двигунах внутрішнього згорання.

З урахуванням ІЗА визначено рівні забруднення повітряного басейну міста Херсона. У 2015 р. спостерігався найбільший  $I_5=14,0$ , а рівень забруднення атмосфери класифікований як дуже високий. В інші роки періоду дослідження рівень забруднення атмосфери був високим.

Далі було проведено оцінку рівня забруднення атмосферного повітря міста оксидом вуглецю, який надходить від викидів автотранспорту.

Обрахунковим способом отримана інтенсивність руху автотранспорту та концентрація викиду чадного газу CO на 6 досліджених модельних ділянках. За даними розрахунків рівня забруднення атмосферного повітря чадним газом можна сказати, що найбільший рівень забруднення автотранспортом спостерігається на вулиці Залізнична – Миколаївське шосе перевищення ГДК у 29 разів, найменше на вулиці Кримська - Поповича перевищення ГДК в 4 рази. Всі інші обраховані перехрестя вулиць знаходяться приблизно на однакових рівнях і також перевищують ГДК у 12-13 разів.

Для досягнення встановлених нормативів якості повітря в місті Херсоні Держуправління охорони навколишнього природного середовища в області зобов'язало підприємства розробити та погодити в установленому порядку заходи по зниженню викидів забруднюючих речовин в атмосферу. Але для поліпшення стану атмосферного повітря у м. Херсоні потрібно займатися викидами автотранспорту, в першу чергу підприємствами-перевізниками вантажів та пасажирів.

Відомо, що забруднення атмосфери викидами автотранспорту залежить від технічного стану автомобілів, якості палива, розвитку транспортної інфраструктури і організації дорожнього руху, використання альтернативних видів транспорту та палива. Задачі з охорони повітря великих міст потребують негайного вирішення, як у м. Херсоні, так і в Україні в цілому.

Але з метою регулювання викидів забруднюючих речовин, що потрапляють в атмосферне повітря, впроваджується нова система видачі дозволів, яка встановлює більш жорсткі нормативи викидів від стаціонарних джерел, для досягнення яких підприємства повинні встановлювати нове обладнання, впроваджувати сучасні технології та ефективні методи очистки. Для зменшення викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел використовуються менш токсичні види палива. Радикальним методом захисту атмосфери від забруднення служить ліквідація викидів до їх надходження в атмосферу. Для цього необхідно застосування безвідходних технологій, заміна шкідливих матеріалів нешкідливими, герметизація технологічних процесів у самому виробництві, утилізація шкідливих відходів, застосування новітніх конструкцій фільтрів, вибір найбільш відповідної технології уловлювання, а також придушення викидів двигунів автотранспорту. Потрібно проводити роботу по зміцненню правових, організаційних основ та екологічних вимог в галузі охорони атмосферного повітря.

Отже, для зменшення забруднення повітря в м. Херсон потрібно: вдосконалити технології виробництва і спалювання палива; ширше застосовувати ті види палива, які виділяють менше сірки, попелу та ін. шкідливих речовин; створювати безвідходні та маловідходні технологічні підприємства; переходити на централізоване опалення; будувати транспортні підприємства за межами міст; займатися озелененням міста і села, створювати захисні зелені смуги вздовж транспортних магістралей; на центральних вулицях міст створити “зелену хвилю”; суворо дотримуватися

правових норм відповідальності за порушення загальноприйнятих правил роботи промислових підприємств.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Екологічний паспорт Херсонської області за 2011 р. // Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. – URL:<http://old.menr.gov.ua/protection/protection1/khersonska>
2. Екологічний паспорт Херсонської області за 2012 р. // Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. – URL:<http://old.menr.gov.ua/protection/protection1/khersonska>
3. Екологічний паспорт Херсонської області за 2013 р. // Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. – URL:<http://old.menr.gov.ua/protection/protection1/khersonska>
4. Екологічний паспорт Херсонської області за 2014 р. // Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. – URL:<http://old.menr.gov.ua/protection/protection1/khersonska>
5. Екологічний паспорт Херсонської області за 2015 р. // Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. – URL:<http://old.menr.gov.ua/protection/protection1/khersonska>
6. Екологічний паспорт Херсонської області за 2016 р. // Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. – URL:<https://menr.gov.ua/content/ekologichni-pasporti-regioniv.html>
7. Екологічний паспорт Херсонської області за 2017 р. // Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. – URL:<https://menr.gov.ua/content/ekologichni-pasporti-regioniv.html>
8. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Херсонській області у 2016 році // Міністерство екології та природних ресурсів України. Екологічні паспорти регіонів. – URL:[https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/Доповідь\\_2016\\_Херсонська.pdf](https://menr.gov.ua/files/docs/Reg.report/Доповідь_2016_Херсонська.pdf)

9. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. – Л.: Гидрометеиздат, 1986. – 116 с.
10. Бегма И.В., Кисляков В.М. и др. Курсовое проектирование и практические занятия по проектированию автомобильных дорог. Учебное пособие. К.: КАДИ. 1984. - 88 с.
11. Шаповалов А.Л. Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха отработавшими газами автомобилей. М.: Транспорт. 1990.- 160 с.
12. Руководство по контролю загрязнению атмосферы ДСТУ 52033-2003. [Электронный ресурс] / Державний стандарт України – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-52033-2003>
13. Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД 52.04.186-89 - Москва Госкомгидромет СССР, 1991- 693 с.
14. Лабораторний практикум з природоохоронного інспектування міста Херсон – Херсон, Гідрометцентр: 2005. - 167 с.
15. Корчагин В.А., Филоненко Ю.А. Экологические аспекты автомобильного транспорта. Учебное пособие, М.: 1997 - 100с
16. В.С. Джиригей. Екологія та охорона навколишнього середовища. - К.: Т-во "Знання", КОО, 2006. - 319 с.
17. Сафранов Т. А. Загальна екологія та неоекологія: Конспект лекцій. – К.: КНТ, 2005. – 188 с.
18. Безуглая Э. Ю., Смирнова И. В. Воздух городов и его изменения. – Санкт-Петербург: Астерион, 2008. – 253 с.
19. Безуглая Э. Ю., Расторгуева Г. П., Смирнова И. В. Чем дышит промышленный город – Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. – 255 с.
20. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник/ Т.А. Сафранов та ін.; за ред. проф. Т. А. Сафранов і проф. Я. О. Адаменко. – Одеса: Екологія, 2015.– 244 с.

21. Доценко Л. В. Демиденко А. С. Порівняльний аналіз методів визначення рівня забруднення атмосферного повітря // Екологічна безпека. 2014. Вип. №2. С. 71-74.
22. Термена Б. К. Забруднення атмосфери та його наслідки: навчальний посібник. – Чернівці: Книги-XXI, 2005. – 167 с.
23. Транспортна екологія: навчальний посібник / Запорожець О. І. та ін.; за заг. редакцією С.В. Бойченка. – Київ: «Центр учбової літератури», 2017. – 508с.
24. Про охорону атмосферного повітря: Закон України за станом на 16 жовтня 1992 // Відом. Верх. Ради України. 1992. № 50. 678 с.
25. Екологічний та автомобільний транспорт: Навч. Посіб. / Ю.Ф. Гутаревич, Д.В. Зеркалов, А.Г. Говорун та ін. - К: Арістей, 2006. - 292с.
26. Кубланов С. Х., Шпаківський Р. В. Моніторинг довкілля: Навчально-методичний посібник. — К., 1998.
27. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря [Електронний ресурс] / Державний стандарт України – URL: <http://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97/ed20000223>
28. С. В. Скок. Оценка влияния развития автомобилизации на состояние атмосферного воздуха херсонской урбоекосистемы [Електронний ресурс] / Биресурсы и природопользование. – 2018.-10, №3-4 – с.56-63. <https://doi.org/10.31548/bio2018.03.007>

## ДОДАТКИ

Додаток А

Публікації за темою магістерської кваліфікаційної роботи

1. Андрійчук Є.В., Полетаєва Л.М. Сучасний стан забруднення повітряного басейну міста Херсон - Матеріали конференції : Всеукраїнська науково-практична заочна конференція «Екологічні дослідження в закладах вищої освіти України», 16 листопада 2018 р. , м.Херсон – с. 23-25



Додаток Б - Вхідні дані ЗР (Q<sub>ср</sub>, мг/м<sup>3</sup>)

Домішки	Роки						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Пил	0,054	0,068	0,08	0,061	0,045	0,03	0,037
Діоксид сірки	0,0047	0,005	0,0053	0,0065	0,0094	0,0085	0,0055
Оксид вуглецю	1,02	1,48	1,26	1,43	1,21	1,13	1,08
Діоксид азоту	0,061	0,078	0,064	0,11	0,11	0,135	0,096
Оксид азоту	-	-	-	-	0,047	0,066	0,065
Фенол	0,0034	0,0035	0,0032	0,0042	0,0051	0,0035	0,0023
Формальдегід	0,0074	0,01	0,0083	0,0137	0,0147	0,008	0,0052
Бенз(а)пірен	0,1	0	0,12	-	-	-	-
Важкі метали:							
Кадмій	0	0	0	0,00075	0,001498	0,00065	0,0005
Залізо	0,7225	0,435	0,599	0,615	0,39056	0,495	0,3504
Марганець	0,0235	0,014	0,025	0,0277	0,01133	0,015	0,0146
Мідь	0,0735	0,019	0,019	0,03155	0,0255	0,013	0,0109
Нікель	0,0405	0,013	0,0125	0,01735	0,01133	0,017	0,0084
Свинець	0,0325	0,025	0,0235	0,0258	0,013375	0,019	0,0182
Хром	0,0315	0,014	0,0145	0,0267	0,009958	0,011	0,0087
Цинк	0,1115	0,035	0,05	0,0425	0,020915	0,078	0,029