

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпровський національний університет залізничного транспорту  
Імені академіка в. Лазаряна  
Кафедра «Хімія та інженерна екологія»

«До Захисту»  
Завідувач кафедри  
«Хімія та інженерна екологія»  
д-р техн. наук. професор  
\_\_\_\_\_ Юлія ЗЕЛЕНЬКО  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ р.

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Галузь знань **10 «Природничі науки»**

Спеціальність **101 «Екологія»**

Освітньо-професійна програма **«Екологія»**

**Тема: КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я  
НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ПРОМИСЛОВИМ  
ПІДПРИЄМСТВОМ**

**Theme: COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE RISKS TO PUBLIC  
HEALTH FROM AIR POLLUTION BY AN INDUSTRIAL ENTERPRISE**

Керівник дипломної роботи      Зав. кафедрою \_\_\_\_\_ Юлія ЗЕЛЕНЬКО  
(підпис)

Студент групи ЕО2021      \_\_\_\_\_ Максим ЛИСЕНКО  
(підпис)

Student

Lysenko Maksym

Дніпро  
2021 р.

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Дніпровський національний університет залізничного транспорту**  
**Імені академіка в. Лазаряна**

Факультет:	«Промислове та цивільне будівництво»
Кафедра:	«Хімія та інженерна екологія»
Спеціальність:	101 «Екологія»
ОП	«Екологія»

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Завідувач кафедри  
«Хімія та інженерна екологія»  
д-р техн. наук, професор  
Юлія ЗЕЛЕНЬКО  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
до дипломної магістерської роботи студента  
**Лисенко Максим Андрійович**

- 1 Тема роботи: «КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ ПРОМИСЛОВИМ ПІДПРИЄМСТВОМ» затверджена наказом по університету № 165-ст від «09» квітня 2021 р.
- 2 Термін подання студентом закінченої роботи - 30 листопада 2021 року.
- 3 Вихідні дані до роботи: Теоретичний та практичний досвід у галузі оцінки впливу на довкілля, результати огляду науково-технічної інформації за темою магістерської роботи, стандартизовані методики оцінювання неканцерогенних ризиків на здоров'я населення, результати інструментально-лабораторних вимірювань.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань до розробки): Матеріали роботи мають розкривати перелік таких питань: загальні принципи оцінки якості атмосферного повітря в Україні, аналіз особливостей оцінки впливу на якість атмосферного повітря у країнах європейського союзу, нормативна оцінка якості атмосферного повітря з урахуванням впливу на здоров'я населення, аналіз впливу забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на здоров'я населення, моніторинг якості повітря в Україні, принципи моніторингу якості повітря в ЄС, визначення недоліків української системи моніторингу, впровадження європейської системи моніторингу в Україні, узагальнення впливу виробничої діяльності на стан атмосферного повітря, регіональні аспекти впливу на стан та якість атмосферного повітря, узагальнення результатів моніторингу якості атмосферного повітря у місті Кам'янське, аналіз та вибір методів оцінки неканцерогенного ризику хронічної інтоксикації, процедура кількісної оцінки ризиків розвитку неканцерогенних ефектів від

діяльності підприємства, оцінка внеску досліджуваних джерел викидів на якісний стан атмосферного повітря та визначення їх впливу (при певних умовах на певній території) на рівень забруднення атмосферного повітря, комплексна оцінка сумісної негативної дії промислових комплексів у місті Кам'янське, як фактору ризиків розвитку неканцерогенних ефектів.

- 5 Перелік демонстраційного матеріалу: підготувати мультимедійну презентацію за результатами виконання дипломної роботи у обсязі до 15 слайдів, які повною мірою відображають актуальність поставленої мети та цілей дослідження, методологію та постановку експериментів, новизну отриманих результатів та обґрунтованість висновків.

6. Консультанти:

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Не передбачено			

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ п/п	Назва розділів магістерської роботи	Термін виконання розділів роботи	Примітка
1	ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ У МІСТАХ ПРОМИСЛОВИХ АГЛОМЕРАЦІЙ	01.11.2021	
2	УЗАГАЛЬНЕННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ	01.11.2021	
3	ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ПРИКЛАДІ М. КАМ'ЯНСЬКЕ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ	15.11.2021	
4	ОЦІНКА РИЗИКІВ ХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ. КАНЦЕРОГЕННИЙ І НЕКАНЦЕРОГЕННИЙ РИЗИКИ	15.11.2021	
5	ВИЯВЛЕННЯ РАЙОНІВ МІСТА, НАЙБІЛЬШ НЕСПРИЯТЛИВИХ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ	15.11.2021	
5	ВИСНОВКИ, ВСТУП	30.11.21	
6	РЕЦЕНЗУВАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ	07.12.21	

7. Дата видачі завдання: «09» квітня 2021 р.

Керівник магістерської роботи \_\_\_\_\_ Юлія ЗЕЛЕНЬКО

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ Максим Лисенко

## Реферат

Дипломна магістерська робота

### **«Комплексна оцінка ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловим підприємством»**

**Структура роботи.** Випускна магістерська робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел. Основний текст роботи становить 73 сторінок, 34 таблиць, 8 рисунків. Список використаних джерел містить 69 найменувань, викладених на 6 сторінках.

**Об'єкт дослідження:** оцінка ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловим підприємством.

**Предмет дослідження:** теоретичні, методичні та практичні методи аналізу оцінки ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловим підприємством.

**Мета дослідження:** теоритично обґрунтувати особливості оцінки ризику атмосферного повітря та здоров'я населення у містах промислових агломерацій; здійснити оцінку якості атмосферного повітря і оцінку ризиків хронічної інтоксикації.

Відповідно до мети поставлено такі **завдання**:

- визначення особливості оцінки якості атмосферного повітря та здоров'я населення у містах промислових агломерацій;
- узагальнити вплив виробничої діяльності на стан атмосферного повітря за допомогою систем моніторингу;
- здійснити оцінку якості атмосферного повітря на прикладі м. Кам'янське за результатами статистичного аналізу;
- виявити райони міста, які найбільш несприятливі для проживання.

**Методологія та методи дослідження:** аналіз нормативної та наукової бази з досліджуваної проблеми, метод моніторингу, виконання розрахунків неканцерогенних ефектів.

Методологічна основа полягає у здійсненні оптимального способу усунення зниження ризику в конкретній ситуації.

**Наукова новизна одержаних результатів:** наукова новизна роботи полягає в пропозиції декількох методів аналізу оцінки якості атмосферного повітря та оцінки ризиків хронічної інтоксикації (канцерогенний і неканцерогенний ризики) з метою контролю стану атмосфери та ефективної

боротьби з її забрудненням, зменшенням ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловими підприємствами, а обрання того чи іншого методу залежить від еколого-орієнтованого розвитку підприємства та його поточного стану.

**Практичне значення одержаних результатів:** одержані значення якості атмосферного повітря, оцінки ризиків хронічної інтоксикації можна використати як статистичний аналіз комплексної оцінки сумісної негативної дії промислових комплексів та реалізації підприємствами цілей еколого-орієнтованого розвитку. Для рекомендації міським інспекціям архітектури та будівництва при видачі дозволу на будівництво житлових і промислових об'єктів з метою якісного планування забудови міста.

### **Анотація**

випускної магістерської роботи, виконаної на тему:  
**«Комплексна оцінка ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловим підприємством»**

Випускна магістерська робота присвячена визначенню особливостей оцінки якості атмосферного повітря та здоров'я населення у містах промислових агломерацій. Проведено узагальнення впливу виробничої діяльності на стан атмосферного повітря за допомогою систем моніторингу, також за результатами статистичного аналізу проведена оцінка якості атмосферного повітря на прикладі м. Кам'янське.

В роботі здійснювалася оцінка ризиків хронічної інтоксикації включаючи канцерогенний і неканцерогенний ризики та виявлялися райони міста, які найбільш несприятливі для проживання.

*Ключові слова:* атмосферне повітря, аналіз впливу забруднюючих речовин, моніторинг, канцерогенний і неканцерогенний ризики, оцінка ризику.

### **Annotation**

final master's work performed on the theme:  
**«Comprehensive assessment of the risks to public health from air pollution by an industrial enterprise»**

The final master's work is devoted to determining the features of assessing the quality of atmospheric air and public health in cities of industrial agglomerations. The generalization of the impact of industrial activities on the state of atmospheric air using monitoring systems, and also based on the results of statistical analysis, an assessment of the quality of atmospheric air was carried out on the example of the city of Kamianske.

The work carried out an assessment of the risks of chronic intoxication, including carcinogenic and non-carcinogenic risks, and identified the most unfavorable areas of the city for living.

*Keywords:* atmospheric air, analysis of the influence of pollutants, monitoring, carcinogenic and non-carcinogenic risks, risk assessment, calculated data.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	9
<b>РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ У МІСТАХ ПРОМИСЛОВИХ АГЛОМЕРАЦІЙ</b> .....	13
1.1 Загальні принципи оцінки якості атмосферного повітря в Україні.....	13
1.2 Аналіз особливостей оцінки впливу на якість атмосферного повітря у країнах європейського союзу.....	17
1.3 Нормативна оцінка якості атмосферного повітря з урахуванням впливу на здоров'я населення.....	21
1.4 Аналіз впливу забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на здоров'я населення.....	26
<b>РОЗДІЛ 2. УЗАГАЛЬНЕННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ</b> .....	27
2.1 Моніторинг якості повітря в Україні.....	28
2.2 Принципи моніторингу якості повітря в ЄС.....	29
2.3 Визначення недоліків української системи моніторингу.....	31
2.4 Впровадження європейської системи моніторингу в Україні.....	33
2.5 Узагальнення впливу виробничої діяльності на стан атмосферного повітря..	34
<b>РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ПРИКЛАДІ М. КАМ'ЯНСЬКЕ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ</b> .....	38
3.1 Регіональні аспекти впливу на стан та якість атмосферного повітря.....	38
3.2 Узагальнення результатів моніторингу якості атмосферного повітря у місті Кам'янське.....	41

<b>РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА РИЗИКІВ ХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ. КАНЦЕРОГЕННИЙ І НЕКАНЦЕРОГЕННИЙ РИЗИКИ.....</b>	<b>43</b>
4.1 Аналіз та вибір методів оцінки неканцерогенного ризику хронічної інтоксикації .....	43
4.2 Процедура кількісної оцінки ризиків розвитку неканцерогенних ефектів від діяльності підприємства .....	50
<b>РОЗДІЛ 5. ВИЯВЛЕННЯ РАЙОНІВ МІСТА, НАЙБІЛЬШ НЕСПРИЯТЛИВИХ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ.....</b>	<b>54</b>
5.1 Оцінка внеску досліджуваних джерел викидів на якісний стан атмосферного повітря та визначення їх впливу (при певних умовах на певній території) на рівень забруднення атмосферного повітря.....	54
5.2 Комплексна оцінка сумісної негативної дії промислових комплексів у місті Кам'янське, як фактору ризиків розвитку неканцерогенних ефектів.....	65
<b>ВИСНОВОК.....</b>	<b>80</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>82</b>

## ВСТУП

**Актуальність дослідження:** Інтенсивний розвиток інфраструктури міст, збільшення кількості транспорту, стрімка урбанізація, недосконалість якості контролю довкілля призводять до погіршення екологічної обстановки промислових центрів. Особливу гостроту проблема забруднення повітря набуває в містах, де разом з техногенним навантаженням, забруднення також обумовлюється фізико-географічними і метеорологічними особливостями. Саме тому особливо актуальним є забезпечення екологічної безпеки населення міст від загроз пов'язаних з дією забрудненого природного середовища.

Оцінка та прогнозування ризиків, обумовлених техногенним навантаженням на природне середовище, негативним впливом на здоров'я населення ті об'єкти урбоекосистеми – важливі елементи забезпечення екологічної безпеки урбанізованих територій. Незважаючи на те, що дослідження екологічних ризиків активно проводяться зарубіжними та українськими фахівцями, методична база досліджень розроблена недостатньо, що визначає актуальність вдосконалення наряду з урахуванням регіональних особливостей досліджуваної урбанізованої території.

Потенційний екологічний ризик, обумовлений забрудненням компонентів навколишнього середовища, визначається перш за все імовірністю настання негативних наслідків для стану екосистеми або погіршення показників здоров'я населення на певній урбанізованій території. При цьому, оцінка імовірності наслідків дії шкідливих хімічних речовин пов'язана з певним рівнем концентрацій цих поллютантів. Їх концентрації не є величинами постійними, змінюючись в часі та просторі залежно від різних чинників: метеоумови, кліматичні умови, характер підстилаючої поверхні. У зв'язку з цим, величини, що отримуються в процесі оцінки ризику потребують постійного уточнення залежно від умов довкілля та характеристики об'єктів-забруднювачів. Для правильної оцінки розподілу техногенних навантажень стаціонарних джерел забруднення на атмосферу необхідно комплексно врахувати багато факторів, у тому числі тимчасові та просторові характеристики розподілу забруднюючих речовин.

Техногенне навантаження на атмосферу міста Кам'янське пов'язане з впливом масштабної промислової інфраструктури міста, образ якого не змінюється десятиліттями через економічні причини. «Міська промислова інфраструктура» означає групу промислових об'єктів, розташованих на її території. Однією з основних вимог до формування та реорганізації промислової інфраструктури є підвищення ефективності використання міст та підвищення екологічної безпеки регіону. Розподіл промислової інфраструктури в свою чергу впливає на склад забруднення повітря та на території за якісними і кількісними показниками. Викиди від пересувних джерел, особливо автотранспортних засобів, також впливають на якість повітря, вони розглядалися окремо.

Проаналізовано вплив виробничої інфраструктури, яка найбільше сприяє загальному забрудненню повітря.

Проблема захисту атмосферного повітря – важливе завдання для промислових підприємств міста. Кам'янське – великий промисловий центр, в якому розташовані кілька десятків підприємств – джерел забруднення атмосфери шкідливими речовинами і особливо пилом. Більшість промислових підприємств, які забруднюють атмосферу міста, були побудовані в минулому столітті без урахування екологічної складової. Вони розташовані в правобережній частині міста, де проживає 2/3 його населення. У цій частині Дніпродзержинська склалася напружена екологічна обстановка: значення ГДК по пилу стабільно перевищено в 2-3 рази.

Одним з виходів може бути закриття шкідливих виробництв і перенесення їх за межі міста. Однак ці підприємства є містоутворюючими, і їх закриття спричинить за собою великі соціально-економічні проблеми. Ситуація ускладнюється тим, що в умовах економічної кризи, підприємства не можуть вкладати необхідні кошти в реконструкцію виробництва і заміну морально і фізично застарілого технологічного та пилоочисного обладнання.

Виходячи з актуальності даної проблеми була сформульована тема дослідження: “Комплексна оцінка ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловим підприємством”.

**Мета дослідження:** теоритично обґрунтувати особливості оцінки ризику атмосферного повітря та здоров'я населення у містах промислових агломерацій; здійснити оцінку якості атмосферного повітря і оцінку ризиків хронічної інтоксикації.

**Об'єкт дослідження:** оцінка ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловим підприємством.

**Предмет дослідження:** теоретичні, методичні та практичні методи аналізу оцінки ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловим підприємством.

Відповідно до мети поставлено такі **завдання:**

- визначення особливості оцінки якості атмосферного повітря та здоров'я населення у містах промислових агломерацій;
- узагальнити вплив виробничої діяльності на стан атмосферного повітря за допомогою систем моніторингу;
- здійснити оцінку якості атмосферного повітря на прикладі м. Кам'янське за результатами статистичного аналізу;
- здійснити оцінку ризиків хронічної інтоксикації. Канцерогенний і неканцерогенний ризику;
- виявити райони міста, які найбільш несприятливі для проживання.

**Методологія та методи дослідження:** аналіз нормативної та наукової бази з досліджуваної проблеми, метод моніторингу, виконання розрахунків неканцерогенних ефектів.

Методологічна основа полягає у здійсненні оптимального способу усунення зниження ризику в конкретній ситуації.

**Наукова новизна одержаних результатів:** наукова новизна роботи полягає в пропозиції декількох методів аналізу оцінки якості атмосферного повітря та оцінки ризиків хронічної інтоксикації (канцерогенний і неканцерогенний ризику) з метою контролю стану атмосфери та ефективної боротьби з її забрудненням, зменшенням ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери

промисловими підприємствами, а обрання того чи іншого методу залежить від еколого-орієнтованого розвитку підприємства та його поточного стану.

**Практичне значення одержаних результатів:** одержані значення якості атмосферного повітря, оцінки ризиків хронічної інтоксикації можна використати як статистичний аналіз комплексної оцінки сумісної негативної дії промислових комплексів та реалізації підприємствами цілей еколого-орієнтованого розвитку. Для рекомендації міським інспекціям архітектури та будівництва при видачі дозволу на будівництво житлових і промислових об'єктів з метою якісного планування забудови міста.

**Для реалізації цілей еколого-орієнтованого розвитку підприємствам рекомендовано виконання наступних завдань:**

- зменшення кількості відходів та викидів забруднювачів в атмосферу та підвищення ефективності використання сировини та матеріалів;
- впровадження та застосування інноваційних еколого-орієнтованих технологій природо-, енерго- та ресурсозберігаючих, а також безвідходних (або маловідходних) технологій;
- впровадження сучасних еколого-орієнтованих методів вирішення виробничих та управлінських завдань шляхом впровадження системи екологічного управління;
- складання звіту з еколого-орієнтованого розвитку підприємства, як складової звіту із соціальної відповідальності бізнесу.

Досягнення цілей та виконання завдань еколого-орієнтованого розвитку підприємств сприятиме забезпеченню зменшення ризиків для здоров'я населення від забруднення атмосфери промисловим підприємством.

**Структура роботи.** Випускна магістерська робота складається із вступу, 5 розділів, висновків і пропозицій, списку використаних джерел. Основний текст роботи становить 73 сторінок, 34 таблиць, 8 рисунків. Список використаних джерел містить 69 найменувань, викладених на 6 сторінках.

## **РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ У МІСТАХ ПРОМИСЛОВИХ АГЛОМЕРАЦІЙ**

Національні медико-санітарні правила містять основні вимоги щодо охорони атмосфери в населених пунктах та місцях відпочинку населення, виконання яких має забезпечити запобігання негативному впливу забруднення повітря на здоров'я населення та санітарні умови проживання. Це правило поширюється на проектні, науково-дослідні та конструкторські організації та установи, промислові підприємства, будівельні організації незалежно від форм власності та підпорядкування, а також громадян, які займаються розміщенням, проектуванням та експлуатацією обладнання для нового будівництва, реконструкції чи технологічного перетворення діючих підприємств та будівель.

### **1.1 Загальні принципи оцінки якості атмосферного повітря в Україні**

Згідно постанови Кабінету Міністрів України від 29.11.2001 р. № 1598 забруднюючі речовини, що підлягають моніторингу у населених містах України, поділяються на дві категорії – найбільш поширені та небезпечні.

До найбільш поширених забруднюючих речовин, які підлягають обов'язковому моніторингу у містах та селешах, відносять:

- Оксиди азоту;
- Бензопірен;
- Діоксид та інші сполуки сірки;
- Оксид вуглецю;
- Озон;
- Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок;
- Свинець та його сполуки;
- Формальдегід.

Небезпечні забруднюючі речовини, які підлягають екологічному моніторингу на підставі регіональних особливостей виробничої діяльності, включають в себе:

- Метали та їх сполуки;
- Органічні аміни;
- Леткі органічні сполуки;
- Стійкі органічні сполуки;

- Хлор, бром та їх сполуки;
- Фтор та його сполуки;
- Ціаніди;
- Фреони;
- Арсен та його сполуки.

Спеціального значення надається таким забруднювачам: пил (речовини у вигляді суспендованих твердих частинок), діоксид сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, озон, формальдегід, які викидаються у випадках промислових аварій та безпосередній діяльності промислових підприємств.

Промислові процеси спричиняють велику різноманітність повітряних забруднювачів, які можуть мати значний негативний вплив на довкілля чи на людину.

Довгий час на території України для забезпечення запобігання несприятливого впливу забруднення повітряного середовища на здоров'я населення та санітарно-побутові умови його життя, використовували ДСП 201-97 «Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)». Зазначені державні санітарні правила визначали вимоги щодо попередження несприятливого впливу хімічних і біологічних речовин, які розповсюджуються в атмосферному повітрі від джерел їх надходження. Разом з цим дія цих правил була призупинена з 31 липня 2014 року згідно з повідомленням Державної служби України з питань регуляторної політики та розвитку підприємництва від 7 серпня 2014 року. Незважаючи на формальне призупинення дії ДСП-201-97, цей документ і досі узагальнює практику оцінки безпечності атмосферного повітря у населених містах України.

В Україні основою для оцінки забруднення повітря в густонаселених районах є допустимий вміст хімічних і біологічних речовин (або препаратів) та допустимий вплив фізичних факторів. Для оцінки забруднення атмосферного повітря відповідно до вимог національного стандарту 17.2.3.01-86 визначається значення концентрації забруднюючої речовини, отримане при розрахунку очікуваного забруднення повітря, або фактичне значення концентрації забруднення повітря,

отримане в лабораторних дослідженнях “Охорона природи. Атмосфера. Правила контролю якості повітря населених пунктів” та “Керівництво з контролю забруднення атмосфери” (РД 52.04.186-89) у стаціонарних або маршрутних постах. Слід зазначити, що в Україні при оцінці прийнятних та безпечних для здоров’я людей, забруднення атмосферного повітря густонаселених територій, концентрація окремих забруднюючих речовин та загальний індекс забруднення не перевищують допустимого вмісту встановлених санітарних норм. Гігієнічні нормативи допустимого вмісту хімічних та біологічних речовин у повітрі житлових територій включають: гранично допустиму концентрацію (ГДК), орієнтовно безпечні рівні діяння (ОБРД), коефіцієнт комбінованої дії (ККД) з сумісно присутніми речовинами та встановленими на їх основі, гранично допустимий індекс забруднення (ГДЗ).

В якості інтегрального критерію оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць використовують показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ) атмосферного повітря. Цей показник характеризує інтенсивність та характер сумісного діяння всієї сукупності присутніх у ньому шкідливих домішок. ГДЗ розраховується для кожного випадку на основі визначених та експериментально затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії (ККД). Таким чином, показники ГДЗ та ККД враховують ефект дії забруднюючих речовин на організм людини – ефект сумації. Повний перелік специфічних речовин, що мають ефект сумації наведено у Додатку 1 до ДСП-201-97. При сумісній присутності в атмосферному повітрі цих речовин встановлено ефект сумації біологічної дії з ККД рівним 1,0 (при розрахунку за формулою):

$$\frac{C1}{ПДК1} + \frac{C2}{ПДК2} + \frac{Cn}{ПДКn} \leq 1,0$$

Ефекти сумації найбільш поширених забруднюючих речовин у містах України наведено у табл. 1.1 При аналізі кореляційного зв’язку між шкідливими речовинами у викидах встановлено, що найбільшу кількість зв’язків мають акролеїн (15), ванадію оксид (+5) (15), нафталін (15), бензопірен (14), ацетон (14), діоксид марганцю (14), сірководень (14), бензол (13), свинець (13), сірчана кислота

(13), азотна кислота (12), толуол (12), оксид міді (11), сажа (11), ксилол (10), стирол (10), формальдегід (10).

Таблиця 1.1 - Ефект сумачії типових забруднюючих речовин

ККД= 1,0	
Ацетон, акролеїн, фталевий ангідрид	Ацетон, фурфурол, формальдегід
Ацетон	Аміак, сірководень, формальдегід
Азоту диоксид, гексен, сірчистий ангідрид, оксид вуглецю	Оксид вуглецю, диоксид азоту, формальдегід, гексан
Сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, і пил конверторного виробництва, діоксид азоту	

Кореляційний аналіз показує, що шкідливі речовини мають широку мережу взаємозв'язків у промислових викидах. Видно, що найширші кореляційні плеяди мають нафталін, бензопірен, оцтова й азотна кислоти та свинець.

Оцінка фактичного або прогнозного (розрахункового) рівня забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом співставлення показника забруднення (ПЗ) однією речовиною або сумарного показника забруднення ( $\sum$  ПЗ) сумішшю речовин з показником гранично допустимого забруднення (ГДЗ). Допустимим визнається рівень, що не перевищує ГДЗ. Показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря однією речовиною розраховується за формулою:

$$ПЗ = \frac{C}{ГДК} \times 100\%$$

де: С - фактична або прогнозна концентрація речовини в мг/м<sup>3</sup>;

ГДК - значення гранично допустимої концентрації речовини (в мг/м<sup>3</sup>).

Загальні дані забруднення ( $\sum$  ПЗ) сумішшю речовин розраховуються як сума відповідних показників забруднення ПЗ з урахуванням коефіцієнтів, які враховують клас небезпечності відповідної речовини: для речовин 1-го класу - 0,8; 2-го класу - 0,9; 3-го класу - 1,0; 4-го класу - 1,1. Щоб охарактеризувати забруднення атмосферного повітря на основі розрахункових даних, використовуються максимальні разові концентрації, одержані для конкретної

території населеного пункту при розрахунках розсіювання викидів. При цьому оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення показників забруднення (ПЗ) їх нормативного значення (ГДЗ) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, неприпустимий) та ступеню його небезпечності (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно табл. 1.2.

Таблиця 1.2 - Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря населених міст

Рівень забруднення	Ступінь небезпечності	Кратність перевищення ГДЗ	Процент* випадків перевищення ГДЗ
Допустимий	Безпечний	< 1	0
Недопустимий	Слабо небезпечний	> 1 - 2	> 0 - 4
Недопустимий	Помірно небезпечний	> 2 - 4.4	> 4 - 10
Недопустимий	Небезпечний	> 4.4 - 8	> 10 - 25
Недопустимий	Дуже небезпечний	> 8	> 25

Для досягнення прийнятних рівнів шкідливих домішок у повітрі слід запропонувати та впровадити заходи щодо зниження їх концентрації. Характер і терміни заходів щодо охорони атмосфери залежать від ступеня небезпеки її забруднення.[12]

## **1.2 Аналіз особливостей оцінки впливу на якість атмосферного повітря у країнах європейського союзу**

В Україні відповідно до “Закону про захист атмосфери” та “Забезпечення гігієни та епідемічного благополуччя населення” якість повітря регулюється гігієнічним нормативом – ГДК. Методика перевірки ГДК є єдиною і використовується всіма фахівцями, уповноваженими на проведення таких досліджень. Метою цих досліджень є перевірка концентрації негативних речовин у повітрі, якщо людина стикається з ними протягом життя, вони не спричинять несприятливих змін у здоров’ї населення та умов його життя. Вирішення цих проблем вимагає комплексного підходу. Якщо порівняти методи стандартизації шкідливих факторів повітря в Україні з методами Європейського Союзу та

Сполучених Штатів Америки, то можна відзначити, що є спільні риси та багато відмінностей.

У Європейському Союзі і Сполучених Штатах система нормування передбачає, що забруднювачі розрізняють за ступенем небезпеки та масштабом виробництва, і на основі цього визначають дві групи речовин для фонового і технологічного нормування. В Україні система нормування не передбачає такого розмежування.

З іншого боку, в Україні перевірка гранично допустимого стандарту для всіх речовин визначається за єдиним методичним планом визначення залежності “доза-час-ефект” реакції організму на речовину в експериментальних умовах. Сполучені Штати визначають шляхом порівняння оціночних даних експериментальних та епідеміологічних досліджень.

Тому оцінка небезпеки стандартизованих речовин визначається за показниками ризику для здоров'я людини, а показники ризику в Україні не використовуються.

Хоча Європейський Союз і Сполучені Штати Америки прийняли максимально допустимий рівень, вони також сформулювали ряд заходів для досягнення цієї мети. В Україні розробка такої програми на етапі нормування не передбачається.

Максимально допустимий стандартний рівень у Європейському Союзі та Сполучених Штатах не є постійним і переглядається кожні 5 років. При цьому треба вносити корективи на основі нових знань або підтверджувати попередні стандарти. В Україні встановлені гігієнічні норми фактично не переглядалися.

Усі питання визначення стандартів якості навколишнього середовища зосереджені в Агентстві з охорони навколишнього середовища Сполучених Штатів Америки. В Україні визначення таких стандартів мають виконувати різні міністерства чи відомства.

У цій роботі порівнюються існуючі в Україні стандарти з іншими країнами. Проведений порівняльний аналіз показує, що в зарубіжних країнах існують відповідні закордонні норми забруднення повітря.

Як і в Україні, закордонні стандарти мають два періоди усереднення. Однак в Україні це двадцяти-хвилинний (найбільш один раз) і двадцяти чотирьох-годинний (середньодобовий) ГДК, тоді як у Європейському Союзі, згідно з рекомендаціями Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), пріоритет надається середньодобовим та середньорічним нормативам. При цьому середньодобові ГДК бензопірену, діоксиду сірки та свинцю в Україні близькі до середньорічних норм, прийнятих іншими країнами ЄС і США та рекомендованих ВООЗ. Прийняті в Україні нормативи діоксиду азоту та оксиду вуглецю узгоджуються із зарубіжними нормативами (найвищі одноразові та середньодобові) при усередненні, але їх значення в 3-6 разів нижчі за останні. Це пов'язано з відмінностями в методах встановлення стандартів (експериментальні терміни, стандарти оцінки спостережуваних біологічних ефектів, методи екстраполяції експериментальних даних від тварин до людини).

В Україні немає спеціальних вторинних стандартів якості повітря. Оскільки під час підтвердження ГДК оцінювали можливі негативні впливи на стан навколишнього середовища (прозорість повітря, вплив на рослинність тощо), стандарти якості повітря першого рівня також мають загальні природоохоронні функції.[13]

Таблиця 1.3 – Порівняльна таблиця первинних (гігієнічних) стандартів пріоритетних речовин в атмосферному повітрі

Речовини	Стандарт ВООЗ			Стандарт ЄС			Стандарт України		
	річний	24 год.	1 год.	річний	24 год.	1 год.	річний	24 год.	20 хвил.
Пил	0,06-0,09	0,120	-	0,04-0,06	0,10-0,15	-	-	0,15	0,50
Діоксид сірки	0,04-0,06	0,125	-	0,08-0,12	0,25-0,35	-	-	0,05	0,5
Діоксид азоту	-	0,150	0,4	-	0,135	-	-	0,04	0,2
Оксид вуглецю	-	10,0 (8 год.)	30,0	-	-	-	-	3,0	5,0

## **Урахування вимог директиви 2007/2/ЄС для цілей оцінки якості атмосферного повітря**

За результатами Директив 2008/50/ЄС та 2007/2/ЄС, інформування громадськості, відповідно розділу 2.2.2 статті 26 2008/50/ЄС члени ЄС гарантують вчасне інформування громадськості, громадських екологічних організацій та відповідні промислові федерації про якість атмосферного повітря, будь-які відстрочені рішення щодо виконання заходів з поліпшення його стану, винятки, плани щодо якості повітря (відповідно додатків Директиви XI, XII, XIV, XV, XVI). При цьому інформація надається безкоштовно за допомогою будь-яких легко доступних засобів масової інформації (Інтернет чи будь-які інші відповідні засоби телекомунікації).

При наданні інформації необхідно враховувати положення, встановлені у Директиві 2007/2/ЄС [14] по створенню інфраструктури просторової інформації ЄС (INSPIRE). Підставою для створення Інфраструктури INSPIRE служать інформаційні просторові дані (ІПД), що вже використовуються в країнах, та прямо або побічно пов'язані з конкретним місцем або географічної областю.

Набори просторових даних (НПД) – база (колекція) просторових даних, між якими існує взаємозв'язок (Інтероперабельність).

Директива 2007/2/ЄС визначає наступні вимоги до просторових даних:

- єдина система присвоєння просторовим об'єктам унікальних ідентифікаторів, в яку можна буде інтегрувати використовувані в національних системах ідентифікатори для забезпечення їх інтероперабельності;
- взаємозв'язок між просторовими об'єктами;
- інформація щодо часового інтервалу даних; оновлення даних.

Як показали дослідження відповідно до статті 26 Директиви 2008/50/ЄС Держави, що ратифікували Директиву гарантують регулярне надання громадськості інформації про якість атмосферного повітря, яка визначається за концентраціями в атмосферному повітрі забруднюючих речовин, що належать до сфери застосування цієї Директиви.

Директивою 2008/50/ЄС встановлюються наступні вимоги щодо складу інформації. Згідно Директиви необхідно інформувати громадськість щодо наступних найбільш поширених пріоритетних забруднюючих речовин: оксиди азоту, оксид вуглецю, оксиди сірки (сірчистий газ), озон, тверді частинки ТЧ10 та ТЧ2,5, бензол, свинець, інші забруднюючі речовини додаються по рішенням компетентних органів зони. Для цих речовин Директивою 2008/50/ЄС визначені стандарти якості атмосферного повітря з метою захисту здоров'я людини у вигляді граничних величин. Ця інформація дозволяє визначити рівні концентрацій, які перевищують цілі якості повітря, включаючи граничні величини, цільові показники, пороги небезпеки, інформаційні пороги або довгострокові цілі регламентованого забруднювача.

Держави гарантують своєчасне надання громадськості інформації про фактичні перевищення. Інформація щодо концентрацій в атмосферному повітрі сірчистого газу, двоокису азоту, 25 твердих речовин (ТЧ10), окису вуглецю і озону оновлюється щодня. Інформація щодо концентрацій в атмосферному повітрі свинцю і бензолу, представлена як середнє значення за минулі 12 місяців, оновлюється кожні три місяці, або, якщо є така можливість – щомісяця.

### **1.3 Нормативна оцінка якості атмосферного повітря з урахуванням впливу на здоров'я населення**

Забруднювачі повітря можуть викликати різноманітні проблеми, включаючи корозію, ерозію, погіршення видимості, запах, збиток рослинам і зерновим культурам, а також негативний вплив на здоров'я тварин і людей. Вони не тільки впливають на повітря, а й опосередковано забруднюють воду, їжу тварин і людей. Загальна якість нашого довкілля в деяких випадках серйозно вплине на забруднення повітря і становитиме серйозну загрозу для виживання людей, тварин і рослин.

Ефект впливу на навколишнє середовище залежить від природи та масштабу джерела забруднення повітря, місця, способу та висоти викидів забруднюючих речовин у повітря, чи відбувається хімічне перетворення при викиді забруднюючих речовин, а також метеорологічних факторів. Контроль забруднення повітря

зазвичай необхідний для захисту навколишнього середовища та здоров'я людей. Необхідно визначити, які забруднювачі повітря слід перевіряти і в якій мірі їх слід зменшити. Намагатися контролювати всі забруднювачі з усіх джерел недоцільно та непотрібно.

Відповідно до ГОСТ 12.1.007-76 "Шкідливі речовини. Класифікація та загальні вимоги безпеки" за ступенем впливу на організм людини, забруднюючі речовини поділяють на чотири класи, а саме: I – надзвичайно небезпечні, II – високо небезпечні; III – помірно небезпечні; IV – мало небезпечні. Класифікаційні гігієнічні ознаки кожного з класів забруднюючих речовин наведено у табл. 1.4

Таблиця 1.4 – Ступінь впливу забруднюючої речовини на організм людини

Класифікаційна ознака	Норма для класу небезпеки:			
	I	II	III	IV
ГДК у повітрі робочої зони, мг/м <sup>3</sup>	< 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	> 10,0
Летальна доза при веденні у шлунок, мг/кг	< 15	15-150	151-5000	> 5000
Летальна доза при нанесенні на шкіру, мг/кг	< 100	100-500	501-2500	> 2500
Середня летальна концентрація у повітрі, мг/м	< 500	500-5000	5001-50000	> 50000
Коефіцієнт можливості інгалаційного отруєння	> 300	300-30	29-3	< 3
Зона гострої дії	< 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	> 54,0
Зона хронічної дії	> 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	< 2,5

З метою оцінки впливу забруднюючих речовин на стан здоров'я населення використовують декілька підходів, заснованих на результатах багаторічних гігієнічних спостережень. Специфічний вплив заснований на загальній класифікації забруднюючих речовин за дією на живі організми. У цьому сенсі забруднюючі речовини поділяють за декількома типами дії:

- загально токсичні;
- подразнюючі;
- сенсibiliзуючі (після недовгої дії на організм зумовлюють у ньому підвищену чутливість до цієї речовини – алергічні захворювання);

- канцерогенні (спричиняють розвиток злоякісних пухлин);
- мутагенні (спричиняють зміни у генетичному коді клітин організму).

Додатково забруднюючі речовини умовно класифікують за характером токсичної дії на організм людини. Узагальнення такої класифікації наведено у табл. 1.5 Ця класифікація уведена у загальну практику через виявлені факти взаємної дії деяких забруднюючих та токсичних речовин на системи живих організмів. Ця класифікація має ряд недоліків через фокус на основних проявах токсичної дії. Незважаючи на це, класифікація допомагає швидко визначити домінуючий вплив забруднюючої речовини на організм людини.

Таблиця 1.5 - Характер токсичної дії на організм людини

Група забруднюючих речовин	Загальні ознаки домінуючої токсичної дії
Вуглеводні, спирти жирного гомологічного ряду, дигідросульфід, аміак, фосфорорганічні сполуки	Розлади нервової системи, судороги, параліч
Хлор, аміак, оксиди сірки, оксиди азоту, ароматичні вуглеводні	Ураження верхніх та глибоких дихальних шляхів
Неорганічні кислоти та луги, органічні кислоти, ангідриди	Ураження шкірних покривів, утворення опіків, наривів, язв
Галоген похідні вуглеводні, фосфор	Структурні зміни печінки
Каменувугільна смола, 3,4-бензпирен, ароматичні аміни, діазосполуки	Канцерогенна дія

Найвищий пріоритет слід приділяти моніторингу та управлінню впливом основних джерел забруднення повітря на загальне здоров'я людей та навколишнє середовище. Найбільші викиди, які містять особливо токсичні інгредієнти, повинні проходити спеціальний контроль. Ідеальні процедури управління повинні знизити вплив різних видів забруднювачів повітря до рівня, який не становить загрози для здоров'я населення чи навколишнього середовища.

Хоча необхідно захищати навколишнє середовище та керувати викидами забруднюючих речовин у повітря, найважливішою передумовою є належне визначення джерела та важливих забруднювачів повітря та їх моніторинг. Існує

багато окремих джерел забруднення повітря, але основні категорії джерел включають промислові/комерційні та побутові джерела забруднення, автомобільний транспорт та природні джерела забруднення.

Таблиця 1.6 – Домінуючий вплив забруднюючих речовин на здоров'я населення

Забруднювач	Проблеми здоров'я
Пил	Роздратування горла і очей
Оксид вуглецю	Серцево-судинні, нервова і легенева системи
Діоксид сірки	Дихальний тракт
Діоксид азоту	Дихальний тракт і ушкодження легень

Існує багато прикладів серйозних проблем, викликаних забрудненнями повітря внаслідок діяльності людини, таких як значне зниження видимості, пошкодження рослин, корозія матеріалів і конструкцій, загибель тварин і людей. Забруднювачі повітря, такі як вуглекислий газ, оксиди азоту, метан і хлорфторвуглеводні, були визначені як причина кислотних дощів, парникового ефекту та руйнування озонового шару Землі.

Управління якістю повітря – це термін, який використовується для опису функцій, включаючи правила управління, стратегії управління, дозволи на впровадження стратегій управління, інвентаризацію викидів, мережі спостережень за атмосферою, системи управління даними, кадрове забезпечення та фінансування, аналіз скарг та операційні системи відбору проб. Управління якістю повітря передбачає розгляд різних стратегій управління, які в кінцевому підсумку призведуть до захисту навколишнього середовища та загального здоров'я населення.

Розробка наукової та розумної системи регулювання якості довкілля, включаючи якість повітря, передусім передбачає встановлення рівня впливу людини на навколишнє середовище, який не завдасть шкоди людям та популяціям рослин і тварин, біогеоценозу в цілому. Згідно з визначенням Всесвітньої організації охорони здоров'я, коли одна з кількох забруднюючих речовин або їх суміш присутня у повітрі в певній кількості і достатньо тривало (що загрожує

людям, тваринам, рослинам чи майну), вона негативно впливає на самопочуття людини.

План управління якістю повітря повинен включати первинні та вторинні стандарти якості повітря: первинні стандарти - засновані на стандартах якості повітря, дозволяють встановити достатні загальні запаси безпеки для охорони здоров'я, а вторинні стандарти, також засновані на стандартах якості повітря, призначені для захисту тварин, об'єктів, матеріалів та власності.[15]

Таблиця 1.7 – Основні параметри рекомендованих стандартів ВООЗ щодо забруднюючих речовин у атмосферному повітрі

Забруднювач	Первинний стандарт		Вторинний стандарт	
	Час усереднення	Концентрація	Час усереднення	Концентрація
Частки	Щорічне середнє геометричне 24 години	75 мкг/м <sup>3</sup>  260 мкг/м <sup>3</sup>	Щорічне середнє геометричне 24 години	60 мкг/м <sup>3</sup>  150 мкг/м <sup>3</sup>
Діоксид сірки (SO <sub>2</sub> )	Щорічне середнє арифметичне 24 години	(0,03 ppm) 80 мкг/м <sup>3</sup>  (0,14 ppm) 365 мкг/м <sup>3</sup>	3 години	(0,5 ppm) 1300 мкг/м <sup>3</sup>
Діоксид азоту (NO <sub>2</sub> )	Щорічне середнє арифметичне	(0,53 ppm) 100 мкг/м <sup>3</sup>	такий же	такий же
Оксид вуглецю (CO)	8 годин	(9 ppm) 10 мкг/м <sup>3</sup>	такий же	такий же
	1 година	(35 ppm) 40 мкг/м <sup>3</sup>	такий же	такий же

## **1.4 Аналіз впливу забруднюючих речовин в атмосферному повітрі на здоров'я населення**

За рівнями впливу на рослинний світ типи атмосферних забруднень також відрізняються і мають широкий спектр негативного впливу. Пил, поглинаючи значну частину сонячної радіації, погіршує освітленість рослин, крім того підвищує температуру повітря, що приводить до перегріву рослин і зсуву фенофаз: рослини раніше рушають у ріст навесні, восени запізнюється визрівання побігів.

Осідаючи й накопичуючись на поверхні листів і хвої, пил заважає перебігу найважливіших фізіологічних процесів: підвищується температура тканин, виникає водний дефіцит, знижується кількість крохмалю. Розчиняючись у воді, токсичні компоненти пилу викликають опіки листків і хвої.

Газоподібні домішки впливають на життєві функції рослин. До найбільш шкідливих газоподібних викидів відносяться: оксиди азоту, оксид вуглецю. Вплив газів – не просте хімічне отруєння, це більше складний процес. Накопичуючись у листях і хвої, відбувається зміна біохімічного складу кліток рослин, змінюється склад і структура ядерної речовини, спостерігається плазмоліз кліток. Поразка в цей період проявляється спочатку в зміні кольору листків, потім – у відмиранні тканин.

При особливих метеорологічних умовах, що сприяють нагромадженню оксидантів в атмосфері, може утворитися фотохімічний смог, що супроводжується появою неприємних запахів, роздратуванням слизових оболонок, зів'яненням рослинності.

Пил - узагальнена назва аерозолів твердих речовин. Шкідлива дія пилу залежить від її дисперсності, форми частинок і їх електричного заряду. Дисперсний склад пилу і туманів визначає загальну проникаючу здатність в організм шкідливих речовин. Особливу небезпеку становлять токсичні тонкодисперсні порошини з розміром частинок 0,5-1,0 мкм, які легко проникають в органи дихання.

Концентрація токсичних речовин міняється залежно від висоти труб, систематичності й випадковості викидів, ландшафту місцевості, напрямку й сили вітру, градієнта температури, вологості та ін.

Окис вуглецю - безбарвний газ без запаху. Тривалість життя в атмосфері від двох до чотирьох місяця. Окислюється в атмосфері і ґрунтовою мікрофлорою до трьох годин. Він виділяється рослинами в самий ранній період росту рослин, а потім поглинається ними. Отже, сезонні коливання вуглекислого газу в атмосфері нарешті можна пояснити. Це не вплине на вищі рослини в можливих концентраціях. Оксиди азоту; найбільш поширеними забруднювачами повітря є оксиди азоту NO (II) і діоксид азоту NO<sub>2</sub> (IV). Оксид азоту NO — безбарвний важкий газ, який окислюється киснем до діоксиду азоту. Діоксид азоту NO<sub>2</sub> — це коричневий газ (густина 1,49 кг/м<sup>3</sup>), який реагує з вологим повітрям і перетворюється на азотну кислоту. Тривалість життя NO<sub>2</sub> в атмосфері становить близько 3 діб. NO<sub>2</sub> може викликати фотохімічне забруднення атмосфери, оскільки вступає в реакцію з іншими речовинами: діоксидом сірки, SO<sub>2</sub>, киснем, вуглеводнями. Діоксид азоту в п'ять разів токсичніший за оксид азоту. В атмосфері оксиди і діоксид азоту знаходяться в динамічному рівноважному стані, і вони перетворюються один в одного за допомогою фотохімічної реакції, в якій беруть участь як каталізатори. Їх частка в повітрі залежить від інтенсивності сонячної радіації, концентрації окислювачів тощо. Порогова концентрація NO<sub>2</sub> становить 0,02 мг/м<sup>3</sup> як максимальна разова концентрація рослин.

Сірковмісні сполуки, навіть якщо концентрація цих забруднювачів дуже низька, тривале перебування рослин на забрудненому повітрі знизить інтенсивність їх фотосинтезу та сповільнить ріст, призведе до спрощення та розкладання ценозів.[16]

## **РОЗДІЛ 2. УЗАГАЛЬНЕННЯ ВПЛИВУ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛЬНОСТІ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМ МОНІТОРИНГУ**

Україна має один із найбільших показників смертності від забруднення повітря у світі.

Головним показником є концентрація твердих частинок (PM<sub>2,5</sub> і PM<sub>10</sub> або PM<sub>2,5</sub> і PM<sub>10</sub> відповідно) діаметром менше 2,5 і 10 мм. В Україні держава не стежить за концентрацією цих частинок у повітрі.

## **2.1 Моніторинг якості повітря в Україні**

Обов'язком Українського гідрометцентру є моніторинг вмісту забруднюючих речовин у повітрі в містах України. Моніторинг здійснювався відповідно до постанови Кабміну № 343 від 9 березня 1999 р. та Інструкції з контролю забруднення повітря РД 52. 186-89, яка була затверджена близько 30 років тому.

Головним методом визначення концентрації забруднюючих речовин є відбір проб повітря на стаціонарній станції спостереження. Кількість робочих місць визначається розміром міста та особливостями структури промисловості. Він може варіюватися від однієї роботи в місті з населенням менше 50 000 до 20 робочих місць у місті з мільйонами людей. У 2016 році в 39 містах країни було 129 робочих місць. Найбільше, 16 позицій – у Києві, 10 позицій – у Харкові, 8 – в Одесі, 6 – у Дніпрі.

Великі промислові центри — Запоріжжя, Кривий ріг, Маріуполь — мають по 5 обсерваторій, а більшість обласних центрів — не більше 4.

Відбір проб проводиться через певні проміжки часу (періоди) за одним із 4 наступних планів спостереження: повним, неповним, скороченим або щоденним. Повна програма передбачає 4 значення вимірювання протягом дня: місцевий час 01:00, 07:00, 13:00, 19:00; неповна - 3: 07:00, 13:00, 19:00; скорочена - 2 : 07:00, 13:00; щоденна програма передбачає безперервне спостереження. Необхідно контролювати пил, діоксид сірки, чадний газ, діоксид азоту, свинець та його неорганічні сполуки, бензопірен, формальдегід та радіоактивні речовини.

Інші речовини можуть бути включені до плану моніторингу прийняття рішень місцевою владою відповідно до конкретних обставин навколишнього середовища.

Інформації про концентрацію забруднюючих речовин, отриманих шляхом відбору проб, майже немає. Для визначення якості повітря порівнюють фактичну

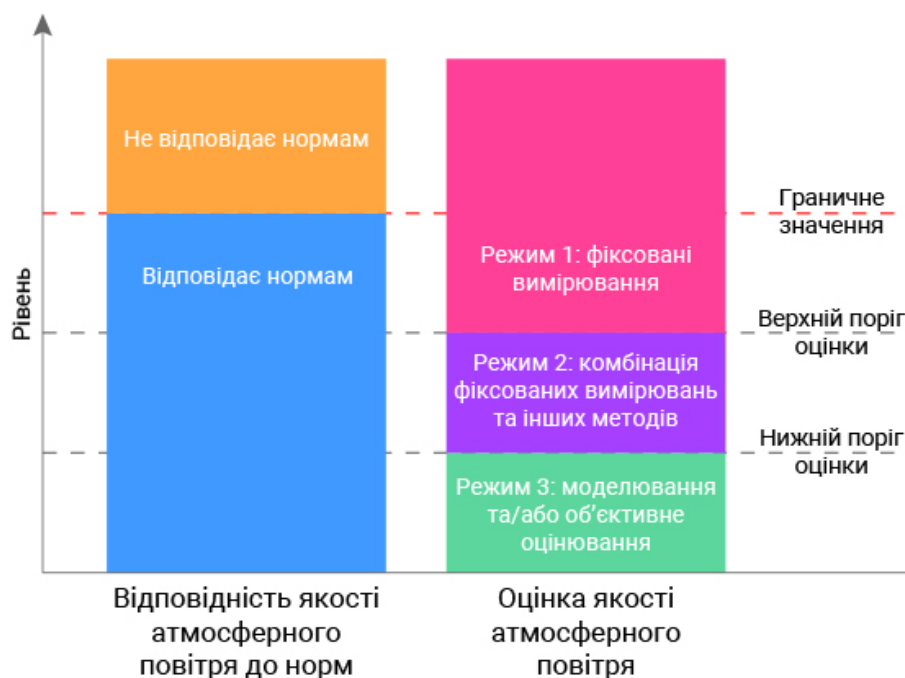
концентрацію забруднюючих речовин з гранично допустимою концентрацією. Гранично допустима концентрація – це найбільша концентрація, яка не має прямого чи опосередкованого негативного впливу на сучасне та майбутні покоління, не знижує працездатність, не завдає шкоди здоров'ю та санітарним умовам життя людини. ГДК сформульовано на основі багаторічних досліджень спеціалізованих установ. Остання версія була затверджена в 2015 році. Порівняння між фактичною та максимально допустимою концентрацією призводить до значення кратності, що перевищує гранично допустиму концентрацію. Він може оцінити ступінь впливу тих чи інших речовин на здоров'я людини. Однак порівняння цих показників некоректне, оскільки різні речовини мають різну небезпеку. Впоратися з цим обмеженням можна якщо визначити індекс забруднення повітря (AQI). [17]

## **2.2 Принципи моніторингу якості повітря в ЄС**

Підхід Європейського союзу, на відміну від даних про забруднення повітря в Україні тільки на станціях моніторингу, передбачає постійні просторові відстеження. З цієї причини території держав-членів поділяються на агломерації та зони. Території агломерації – це міста, передмістя чи інші території, на які поширюються закони та правила, з населенням понад 250 000 людей.

Охоплення всієї території пунктами проб не є доцільним, тому Європейський Союз використовує різні методи оцінки якості повітря: фіксовані вимірювання та відбір проб, індикативне вимірювання та моделювання. Фіксовані вимірювання є найбільш точними з точки зору розуміння кількості забруднюючих речовин в атмосфері, оскільки вони передбачають безпосередній аналіз проб повітря. При орієнтовному вимірюванні та моделюванні, визначення концентрації забруднюючих речовин є непрямим. Такі вимірювання недостатньо точні. Однак їх головна перевага полягає в тому, що вони дешеві і можуть отримати результати в усьому регіоні, а не в одній точці.

## Співвідношення показників верхнього та нижнього порогів оцінки й граничного значення



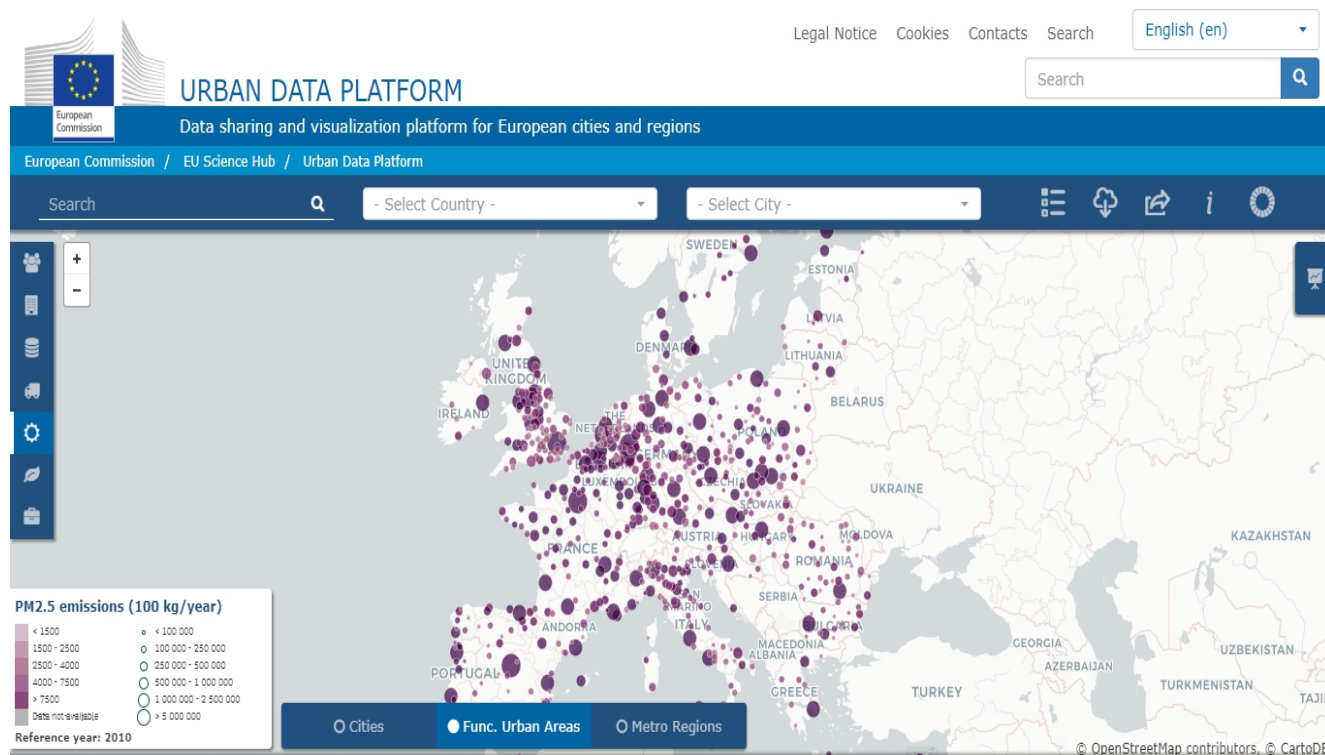
Джерело: Guidance on Assessment under the EU Air Quality Directives (European Commission), адаптовано.

Основними забруднювачами, які контролюються Європейським Союзом є: діоксид сірки, діоксид і оксиди азоту, частинки PM10 і PM2,5, свинець, бензол та монооксид вуглецю. Вимірювання концентрації озону проводиться в певних умовах і регламентується окремою специфікацією.

Європейські директиви встановлюють стандарти безпеки для здоров'я людини (поріг небезпеки) та екосистем (критичний рівень). Країни ЄС повинні забезпечити, щоб вміст речовин у повітрі було встановлено таким чином, щоб уникнути, попередити або зменшити негативний вплив на здоров'я людини та на навколишнє середовище в цілому. Крім того, кожна держава поставила за мету зменшити вплив PM2,5 — відсоткове зниження концентрації цих частинок у повітрі за певний період часу.

Якщо рівень забруднюючих речовин на конкретній території чи агломерації перевищує будь-яку межу чи будь-яку цільову величину, держава зобов'язана сформулювати план дій для відновлення показників до норми.

Якщо показник не перевищений, але є ризик перевищення, то розробляється короткостроковий план дій. Окремі нормативно-правові акти передбачають вирішення проблеми перевищення норми транскордонного забруднення. Директива вимагає, щоб інформація про певне повітря надавалась безкоштовно за допомогою легкодоступних заходів. Прикладом цього є тематичний розділ на веб-сайті Європейського агентства з навколишнього середовища. [17]



*Візуалізація емісії ТЧ2.5 у агломераціях ЄС на Urban Data Platform*

### 2.3 Визначення недоліків української системи моніторингу

Організація та методи моніторингу якості повітря в Україні не відповідають стандартам ЄС.

Вимоги до кількості спостережних станцій в українських населених пунктах перевищують аналогічні стандарти ЄС. Якщо в Україні місту з населенням близько

3 мільйонів людей необхідно мати від 10 до 20 робочих місць, то в директиві ЄС передбачено мінімум 4 робочі місця для міст однакового розміру. В Україні план спостереження для кожної роботи може дуже відрізнятись, тоді як в Європейському Союзі діє принцип вимірювання всіх речовин на всіх робочих місцях.

Перелік речовин, які контролює Україна, не відповідає поточним потребам. Пряме закріплення цього переліку в нормативних документах призвело до суперечливої ситуації. Наприклад, у Києві контролюють близько двох десятків забруднюючих речовин. Однак зважені частинки не поділяються на PM10 і PM2,5, а деякі корозійні та поширені речовини: озон, миш'як і ртуть виключаються.

У Європейському Союзі план моніторингу формується на основі порогового рівня, за перевищенням якого визначається, що необхідний певний тип моніторингу. Це усуває необхідність вимірювання великих кількостей речовин, але натомість фокусується на ключових забруднювачах. Потребує вдосконалення і метод вимірювання концентрації, який сьогодні використовується в Україні.

Українська законодавча база не регулює належним чином використання індикативного вимірювання чи моделювання. Тому існуюча система моніторингу має обмежені дані про стан забруднення повітря та довгострокову динаміку показників. Наприклад, у Києві вихлопні гази автомобілів становлять понад 80% забруднення повітря. За характеристиками автомобільних доріг, транспортного потоку, погодних умов, землекористування, будівель і рослинності їх розподіл також різний. Навіть у межах кількох сотень метрів можна спостерігати значні відмінності в концентрації небезпечних речовин. Крім фіксованих спостережень, щоб врахувати всі ці фактори, необхідно також моделювати забруднення. Ще одним недоліком існуючої системи моніторингу є те, що вимірювання проводяться через встановлений інтервал часу. Це унеможливорює запис максимальних значень, якщо вони спостерігаються в інший час доби, а також впливає на точність середніх значень.

Іншою вадою наявної системи моніторингу є проведення вимірювань у встановлених часових проміжках. Це унеможливорює фіксування максимальних

значень у випадку, якщо вони спостерігаються у інший період доби, а також впливає на точність усереднення. Для порівняння, у ЄС практикуються випадкові спостереження.

Гігієнічні стандарти якості повітря, які використовуються в Україні, не є ідеальними. Їх критикували за врахування прямих і непрямих впливів і використання сенсорних або відбитих сигналів, які можуть не вказувати на проблеми зі здоров'ям. Стандарти на окремі речовини розробляються прискореним способом і не містять інформації про можливі наслідки опромінення. З огляду на це, надійність ГДК є сумнівною. Кращим індикатором, який використовується в міжнародній практиці, є оцінка ризику.

На відміну від ГДК, він 1) враховує лише безпосередній вплив речовин і чутливість різних популяцій; 2) припускає, що певні речовини мають непороговий канцерогенний або мутагенний ефект; 3) розглядає можливість того, що кілька речовин спричиняють шкідливий вплив одночасно.

Також важливо впроваджувати стандарти екологічної безпеки, щоб запобігти негативному впливу забруднення не лише на здоров'я людей, а й на навколишнє середовище. Хоча процедури формулювання цих стандартів прописані законодавством понад 15 років, відповідні стандарти ще не затверджені Мінекології.

Нарешті, в Україні бракує законодавчої бази для інформування громадськості про якість повітря. Дані моніторингу не є відкритими даними. Доступ до них регулюється в рамках загального законодавства про доступ до публічної інформації. Наприклад у Києві, Центральна геофізична обсерваторія оприлюднила деяку інформацію про концентрацію забруднюючих речовин. Однак вони не є повними і зберігаються на сайті лише кілька днів. У багатьох інших містах такої інформації навіть бракує. [17]

#### **2.4 Впровадження європейської системи моніторингу в Україні**

Згідно зі статтею 361 угоди, укладеної між Україною та Європейським Союзом, Україна зобов'язується імплементувати основні положення двох європейських директив: 2008/50/ЄС щодо європейської якості атмосферного

повітря та чистішого повітря та 2004/107/ЄС про миш'як, кадмій, нікель, ртуть та поліциклічні ароматичні вуглеводні (ПАВ) в атмосферному повітрі. Положення щодо імплементації цих директив:

- прийняти національне законодавство та призначити один або декілька уповноважених органів;
- встановити верхню та нижню межі, цілі та пороги оцінки, а також цілі для зменшення впливу РМ 2,5;
- визначити і класифікувати агломерації та зони ;
- запровадити систему оцінки якості забруднювачів повітря;
- розробити плани якості повітря для територій та агломерацій, де рівень забруднення перевищує граничне або цільове значення;
- розробити короткострокові плани дій для територій та агломерацій, де існує ризик перевищення допустимої межі забруднення;
- запровадити публічні інформаційні системи для громадськості.

Міністерство екології та природних ресурсів сформувало план впровадження та ухвалило законодавчі акти уповноваженими органами до кінця 2017 року, а також верхню та нижню межу оцінки забруднюючих речовин.

До кінця 2018 року було заплановане загальнодержавне зонування, запровадження публічної інформаційної системи. До кінця 2019 року вимоги директиви мали бути повністю виконані. Основна відповідальність у цьому плані лежить на Мінекології та ДСНС.[17]

## **2.5 Узагальнення впливу виробничої діяльності на стан атмосферного повітря**

Для контролю стану атмосфери та ефективної боротьби з її забрудненням необхідні достовірні дані про кількість викидів, склад і концентрації забруднювачів, а також метеорологічні дані, які дозволяють прогнозувати

розсіювання забруднюючих речовин на великих територіях і протягом тривалих проміжків часу.

1. Організація моніторингу якості атмосферного повітря населених пунктів регламентується Постановою Кабінету міністрів України «Про затвердження Порядку організації та проведення моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря». Спостереження здійснюються протягом року, при цьому враховуються основні (пил, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>) а також специфічні забруднюючі речовини, характерні для даної місцевості.
2. Для отримання середньомісячних та середньогодових концентрацій токсикантів у викидах у повітря необхідно:
  - відбір проб атмосферного повітря для аналізу вмісту в ньому шкідливих речовин (пил, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, NO, H<sub>2</sub>S, фенол, аміак, формальдегід) і їх концентрацій мають здійснюватись щодня.
  - отримані дані зводяться в таблиці середньомісячної концентрації пилу, причому фіксуються також максимальні концентрації, напрямок і швидкість вітру, зафіксовані протягом місяця. Таким чином, мінімальним періодом часового усереднення є один місяць.

Профільні наукові дослідження в якості основних забруднювачів атмосферного повітря м. Кам'янське видокремлюють такі промислові підприємства: “Дніпровський металургійний комбінат”, “Південкокс” (до 1 травня 2016 року – ПАТ “Баглійкокс”), “Дніпродзержинський коксохімічний завод”, “Дніпроазот”. За загальними оцінками експертів на долю стаціонарних джерел цих підприємств припадає близько 97% забруднень. Також дослідники виділяють додаткові виробничі потужності, що впливають на стан та якість атмосферного повітря міста, серед них: “Дніпровагонмаш”, “Дніпродзержинська теплоелектроцентрально”, “Міськводоканал”, “Хайдельберг Цемент Україна”, “Дніпровський завод мінеральних добрив”, “Дніпродзержинський сталеливарний завод”, “Хімдивізіон”, “Смоли” та “Цирконій”.

Згідно держаних статистичних спостережень динаміка валових викидів забруднюючих речовин в атмосферу від стаціонарних джерел цих підприємств за останні роки знаходиться у межах від 108 до 101 тис. т за рік.

У табл. 2.1 наведено основний перелік забруднюючих речовин у повітрі міста Кам'янське, що впливає на оцінений середній індекс забруднення атмосферного повітря (ІЗА) міста. Слід зазначити, що профільні дослідники відзначають зниження показника ІЗА на 17 % за рахунок позитивної динаміки середньорічного вмісту діоксиду азоту та фенолу у повітрі міста. За роки порівняння ними було обрано 2014-2015 рік. Незважаючи на це, в атмосферному повітрі м. Кам'янське фіксується перевищення концентрації деяких шкідливих речовин, а саме: завислі речовини, оксид вуглецю, сірководень, фенол, аміак. На протязі останніх років індекс забруднення атмосферного повітря м. Кам'янське оцінюється як високий.

Таблиця 2.1 – Перелік найбільш значимих забруднюючих речовин у атмосферному повітрі міста Кам'янське

Речовина	Перевищення за середньорічним вмістом			
	2012 рік	2013 рік	2014 рік	2015 рік
Завислі речовини (пил)	2,0	2,7	2,4	2,8
Оксид вуглецю	-	-	-	1,0
Діоксид азоту	2,0	2,0	2,0	-
Сірководень	0,006 мг/м <sup>3</sup>	0,007 мг/м <sup>3</sup>	0,006 мг/м <sup>3</sup>	0,006 мг/м <sup>3</sup>
Фенол	2,3	2,7	2,7	2,3
Аміак	1,5	1,8	1,3	1,3
Формальдегід	3,7	3,7	3,0	3,0

До аналогічних висновків приходять у іншому дослідженні. Серед пріоритетних забруднюючих речовин з урахуванням відносної токсичності у повітрі міста Кам'янське виділяють: діоксид сірки, оксид азоту, пил, оксид вуглецю, сірководень та аміак. На рис. 2.1 наведено карту міста Кам'янське із зазначенням підприємств, що найбільше впливають на стан та якість атмосферного повітря міста.



Рисунок 2.1 – Карта міста Кам'янське із зазначенням підприємств, що найбільше впливають на стан та якість атмосферного повітря міста:

- 1 – “ДМК”;
- 2 – “Дніпродзержинський коксохімічний завод”;
- 3 – “Придніпровський хімічний завод”;
- 4 – “ДніпроАзот”;
- 5 – “Баглійкокс”;
- 6 – “ХайдельбергЦемент Україна”;
- 7 – “Дніпровська ТЕЦ”

### РОЗДІЛ 3. ОЦІНКА ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НА ПРИКЛАДІ М. КАМ'ЯНСЬКЕ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ СТАТИСТИЧНОГО АНАЛІЗУ

Хоча в Дніпропетровській області в останні роки спостерігається тенденція до зниження техногенного тиску на навколишнє середовище, техногенне навантаження все ще залишається дуже високим. Екологічні проблеми в цій сфері особливо пов'язані зі збільшенням забруднення повітря.

#### 3.1 Регіональні аспекти впливу на стан та якість атмосферного повітря

У цьому пункті наведено узагальнені дані викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря на території населених пунктів Дніпропетровської області. Основною для узагальнення є Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2020 рік

Відповідно до узагальненої статистики за 2020 рік для Дніпропетровської області характерною є така структура викидів у атмосферне повітря:

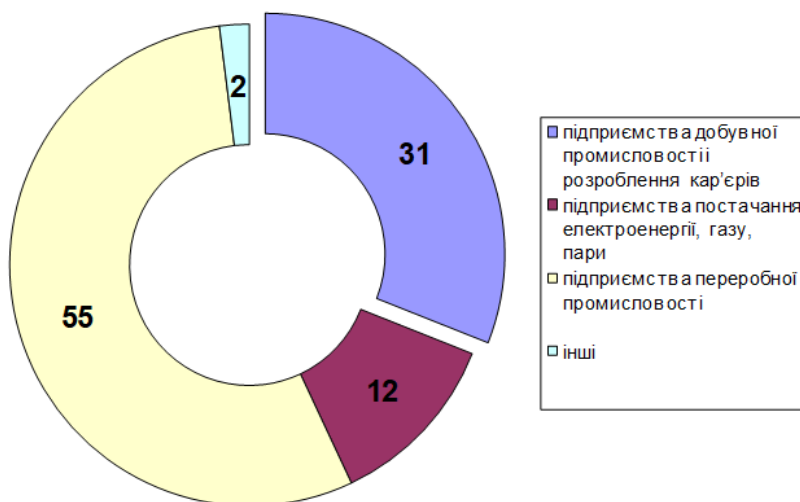


Рисунок 3.1 – Загальна структура внеску викидів забруднюючих речовин у групуванням господарської діяльності на території Дніпропетровської області

Основними джерелами забруднення у 2020 році є металургія, добувна промисловість та електроенергетика. У таблиці 3.1 узагальнено кількість забруднюючих речовин, що викидаються в атмосферу міськими стаціонарними джерелами в Дніпропетровській області у 2020 році.

Дніпропетровський обласний гідрометеорологічний центр проводить систематичний моніторинг рівня забруднення повітря на стаціонарних станціях у таких містах, як: Дніпро, Кривий Ріг та Кам'янське.

Таблиця 3.1 – Узагальнені обсяги викидів в атмосферне повітря забруднюючих речовин стаціонарними джерелами у деяких містах Дніпропетровської області у 2020 р. (т)

Населені пункти	Обсяги викидів, т		Збільшення (+) / зменшення (-) викидів у 2020 р. проти 2019р., т	Обсяги викидів у 2020 р. до 2019 р., %
	у 2019 р.	у 2020 р.		
Дніпропетровська область	832969,1	657324,601	-175644	126,7211
міста				
м. Дніпро	80560,6	45681,375	-34879,2	176,3533
м. Кам'янське	90450,6	57750,912	-32699,7	156,6219
м. Кривий Ріг	342881,6	323903,953	-18977,6	105,859
м. Нікополь	25664,1	25332,795	-331,305	101,3078
м. Тернівка	40380,5	43696,011	+ 3315,511	92,41233

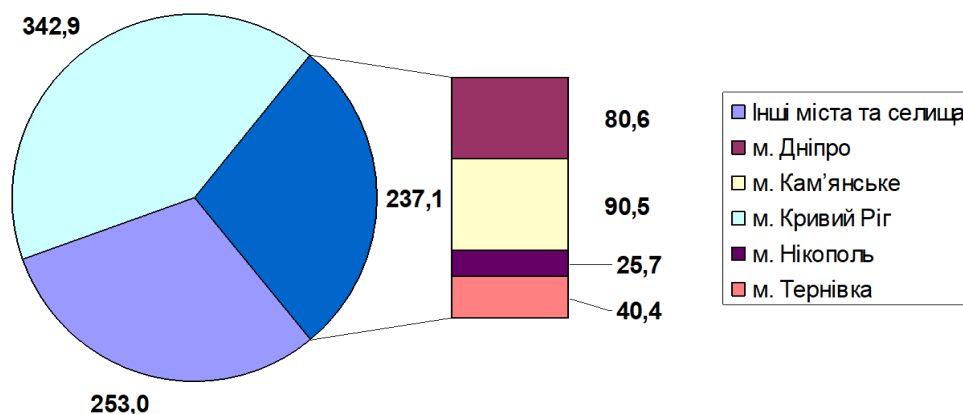


Рисунок 3.2 – Структура валового викиду забруднюючих речовин у містах та селищах Дніпропетровської області, згруповано за часткою від загального викиду (значення тис. т викидів) за 2019 рік

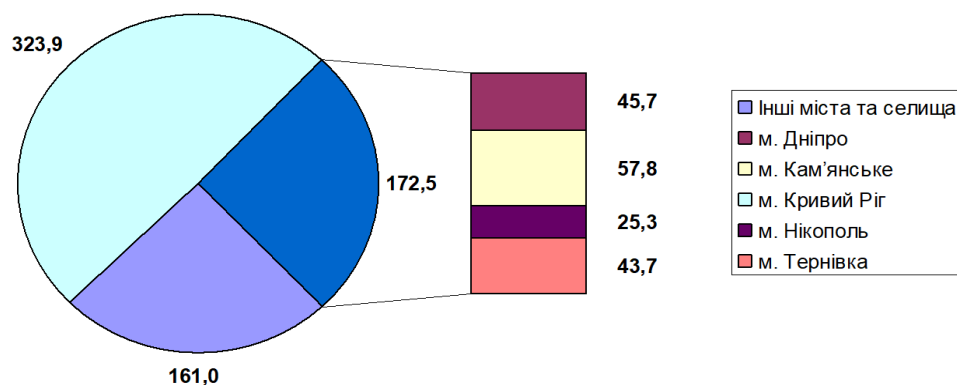


Рисунок 3.3 – Структура валового викиду забруднюючих речовин у містах та селищах Дніпропетровської області, згруповано за часткою від загального викиду (значення тис. т викидів) за 2020 рік

Наведені у Регіональній доповіді про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2020 рік середньорічні концентрації ключових міст Дніпропетровської області склали (табл. 3.2):

Таблиця 3.2 – Оцінені середні значення концентрацій забруднюючих речовин у промислових містах Дніпропетровської області (у долях ГДК)

Місто	Середня концентрація забруднюючої речовини (у долях ГДК)						
	PM	NH <sub>4</sub>	NO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> CO	NO	SO <sub>2</sub>	CO
Дніпро	2	1	3,3	4,3	1	1	0,7
Кам'янське	2,7	1,2	1,8	3,3	0,7	0,14	0,7
Кривий Ріг	2,7	0,3	1	3	0,2	0,3	0,7
Середня оцінена концентрація забруднюючої речовини з урахуванням ефекту сумації (у долях ГДК) для сценарію з максимальним ризиком							
Коефіцієнт кореляційної пліяди ефекту сумації	0,9	0,6	0,5	0,6	0,9	0,5	0,5
Дніпро	2,2	1,7	6,6	7,2	1,1	2,0	1,4
Кам'янське	3,0	2,0	3,6	5,5	0,8	0,3	1,4
Кривий Ріг	3,0	0,5	2,0	5,0	0,2	0,6	1,4

### **3.2 Узагальнення результатів моніторингу якості атмосферного повітря у місті Кам'янське**

Найбільш ґрунтовне та повне узагальнення впливу виробничої діяльності найбільших забруднювачів міста Кам'янське було виконано в рамках обґрунтування Екологічної програми міста Дніпродзержинськ на 2016–2020 роки. Результати, наведені в обґрунтуванні цієї програми використані в якості основи узагальнення, що наведено у цьому пункті. Додатково матеріали цього пункту спираються на актуалізовані дослідження профільних експертів.

Найбільшими забруднювачами атмосферного повітря в місті Кам'янське є: “Дніпровський металургійний комбінат ім. Дзержинського”, “ЄВРАЗ Баглійкокс”, “ЄВРАЗ Дніпродзержинський коксохімічний завод”, “Дніпроазот”, “ХайдельбергЦемент Україна”, “Дніпродзержинська ТЕЦ”, “Міськводоканал”, “Дніпродзержинськтепломережа”, “Дніпровський завод мінеральних добрив”, “Смоли” та “Дніпровагонмаш”. У табл. 3.3 наведено узагальнені дані забруднення атмосферного повітря у зонах впливу промислових підприємств на відстані 500, 1000, 2000 та 3000 м на відповідних відмітках СЗЗ по різних компонентах (для підприємства «Баглійкокс» відмітки визначені різними точками вимірювання на межі СЗЗ без урахування відстані).

Основними підприємствами-забруднювачами атмосферного повітря міста пилом та неорганічними газами є всі п'ять основних підприємств міста Кам'янське, а саме: коксохімічні заводи, «ДМК», «ХайдельбергЦемент Україна» та «Дніпроазот». Аналогічна ситуація спостерігається для забруднення атмосферного повітря оксидами сірки та азоту. Забруднення повітря органічними сполуками спостерігається у зонах впливу коксохімічних заводів (бензол).

Таблиця 3.3 - Узагальнені дані забруднення атмосферного повітря у зоні впливу промислових підприємств міста Кам'янське на відповідних відмітках СЗЗ мг/м³

Точка вимірювання, відстань відміток СЗЗ, м	Основні підприємства забруднювачі атмосферного повітря					
	Багійкокс	Дніпродзержинський коксохімічний завод	ДМК	Хайдельберг Цемент	Дніпроазот	Встановлений норматив екологічної
1	2	3	4	5	6	7
<b>Пил</b>						
500	0,55		0,83	0,52		0,15
1000	0,49	0,21	0,60	0,10		
2000	0,4	0,19	0,49	0,31		
3000		0,17				
<b>Сірки діоксид</b>						
500	0,34		0,23	0,14	0,11	0,05
1000	0,29	0,07	0,24	0,10	0,11	
2000	0,40	0,06	0,18	0,10	0,10	
3000		0,04				
<b>Азоту діоксид</b>						
500	0,085		0,089	0,067	0,069	0,04
1000	0,075	0,068	0,077	0,061	0,064	
2000	0,06	0,055	0,071	0,048	0,048	
3000		0,04				
<b>Аміак</b>						
500	0,039				0,03	0,04
1000	0,033	0,032			0,026	
2000	0,029	0,027			0,024	
3000		0,021				
<b>Вуглецю діоксид</b>						
500	2,9		3,5	2,7	2,8	3,0
1000	3,4	2,0	2,8	2,5	2,6	
2000	2,9	1,8	2,3	2,6	2,4	
3000		1,6				

<b>Сірководень</b>						
500	0,005		0,005	0,005		0,008
1000	0,005	0,005	0,005	0,005		
2000	0,005	0,005	0,005	0,005		
3000		0,005				
<b>Бензол</b>						
500	0,34					0,1
1000	0,34	0,3				
2000	0,34	0,3				
3000		0,3				

## **РОЗДІЛ 4. ОЦІНКА РИЗИКІВ ХРОНІЧНОЇ ІНТОКСИКАЦІЇ. КАНЦЕРОГЕННИЙ І НЕКАНЦЕРОГЕННИЙ РИЗИКИ**

Проводячи сплановані епідеміологічні та екологічні санітарні дослідження, можна визначити та кількісно оцінити ризики захворювань, пов'язані зі шкідливим впливом факторів навколишнього середовища на більші групи населення.

На сьогодні одним із найефективніших сучасних методів встановлення зв'язку між екологічними умовами та здоров'ям населення певної місцевості чи міста є метод оцінки ризиків, який дозволяє вирішити ці проблеми за обмежені терміни та фінансові можливості.

### **4.1. Аналіз та вибір методів оцінки неканцерогенного ризику хронічної інтоксикації**

Методологія оцінки ризику полягає у виборі оптимального способу усунення зниження ризику в конкретній ситуації. Вона складається з трьох взаємопов'язаних елементів:

- інформація про ризики;
- управління ризиками;
- оцінка ризику.

Поєднання цих елементів дозволяє помітити наявні проблеми та сформулювати рішення, створити умови для реального втілення цих рішень.

Виявлення ризиків забруднення повітря може передбачити можливість та медико-соціальну значущість проблем зі здоров'ям, які можуть виникнути за різних сценаріїв, що впливають на забруднення повітря, а також надати пріоритет індивідуальним і популяційним заходам управління ризиками.

Визначення факторів ризику, підтвердження їх ролі у здоров'ї людини та кількісна оцінка залежності несприятливих впливів від рівня конкретних факторів шкідливих речовин, дозволяють оцінити реальну загрозу здоров'ю населення та створити об'єктивну основу для профілактичних заходів.

Отримані дані можуть бути використані для визначення соціально-економічних втрат, спричинених погіршенням здоров'я населення, або для визначення вартості профілактичних заходів та відновлення довкілля.

Тому в національній практиці охорони здоров'я та епідеміологічного нагляду дозволяють вирішувати традиційні та нові проблеми профілактичної медицини з урахуванням низки соціально-економічних та екологічних проблем.

### **План оцінки ризику**

Повний план оцінки ризиків включає чотири взаємопов'язані етапи, а саме:

1. Ідентифікація небезпеки. Основним завданням цього етапу є вибір пріоритетних індикаторних хімічних речовин, дослідження яких дозволять досить точно охарактеризувати рівень ризику розладів здоров'я та джерело їх виникнення. Пріоритетність речовин визначається на основі даних про їх біологічну активність, зокрема канцерогенності, фізико-хімічних властивостей, що визначають їх поширеність у навколишньому середовищі та особливості поведінки, а також вплив на організм людини та залежність від несприятливих впливів (специфічні та неспецифічні) водночас використовуються вторинні джерела інформації, які вже містять висновки висококваліфікованих фахівців щодо шкідливих властивостей речовини. Пріоритетними для даної території речовинами було обрано: аміак, азоту діоксид, сірки діоксид, завислі частинки, водень сульфід, сірковуглець, вуглецю оксид, фенол і формальдегід.

2. Оцінка експозиції. Це етап оцінки ризику, під час якого визначається кількісний рівень речовин, які певним чином надходять в організм людини. Він передбачає визначення шляху поширення в навколишньому середовищі та впливу забруднюючих речовин на організм, вивчення їх концентрації, визначення тривалості опромінення та оцінку чисельності популяції, яка може зазнати негативного впливу. Кількісна характеристика впливу включає визначення концентрації сполук, що впливають на людину, на основі даних:

- *моніторингові дослідження*; моніторинг якості атмосферного повітря є найважливішим інструментом аналізу та визначення вмісту хімічних факторів. За сучасних умов джерелом даних можуть бути результати спеціально спрямованих спостережень та матеріали щодо забруднення атмосферного повітря, отримані державною системою спостережень гідрометеорологічної та санітарно-епідеміологічної служби України. Концентрація речовини в місці знаходження

людини визначається як середнє арифметичне концентрації, що виникла під час опромінення, або як максимальна концентрація за обмежений час.

Середньорічна концентрація та її верхня 95%-довірча межа використовуються для оцінки ризиків, спричинених тривалим впливом хімічних речовин. При визначенні ризику гострої (екстремальної, невідкладної) ситуації, що триває до доби використовуються максимальні концентрації

- *моделювання поширеності та поведінки хімічних сполук у навколишньому природному середовищі*; При визначенні ризику впливу атмосфери на здоров'я людини, теоретично найкраще враховувати всі сполуки, які можуть працювати в польових умовах. Проте фактично дозволяється обмежувати кількість індикаторних речовин на певній території.

Критеріями відбору пріоритетних речовин антропогенного походження є їх токсичність, поширеність у навколишньому середовищі, стійкість, здатність до біокумуляції та міграції природними ланцюгами, здатність спричиняти несприятливі ефекти (необоротні) та чисельність населення, на яке вони можуть впливати.

При визначенні пріоритетних речовин ураховуються також закордонні переліки, що складаються на основі вивчення компонентів забруднення повітряного середовища та характерних викидів різних промислових галузей.

В рамках національних нормативно-правових актів треба зосередитись на переліку поширених забруднювачів атмосферного повітря, показників та компонентів опадів, зазначених у Порядках організації та моніторингу виконання сфер охорони атмосферного повітря, затверджених Кабінетом Міністрів України у березні 9, 1999 N 343.

- *поєднувати моніторингові спостереження з даними, отриманими на основі моделювання.*

3. Характеристика небезпеки. Цільове завдання цього етапу є аналіз і підсумовування наявних даних про стандарти здоров'я, референтні концентрації, ключові системи органів та можливі несприятливі ефекти під дією конкретних речовин.

Дія сполучення може викликати різноманітні небезпечні ефекти, залежно від шляху і тривалості надходження в організм людини, рівня дозування або концентрації. У методі оцінки ризику прийнято акцентувати увагу на шкідливих впливах, які виникають при впливі найменшої ефективної дози (критичний орган/система).

Припущення міжнародних методів оцінки ризиків:

- для неканцерогенних і негенотоксичних канцерогенів передбачається, що існує пороговий рівень, нижче якого не виникне шкідливих ефектів; Для характеристики ризику неканцерогенного впливу найчастіше використовуються два показники: максимальна неефективна доза і пороговий ефект викликаний мінімальною дозою. Ці показники є засадою для визначення мінімального рівня ризик-референтної дози (RfD) та концентрації (RfC). Побічні реакції не обов'язково пов'язані з перевищенням референтної дози, але чим вище їх перевищення, тим більша ймовірність її формування, але оцінити цю можливість за цією методикою неможливо. Тому остаточними характеристиками оцінки експозиції на основі референтних доз і концентрацій є коефіцієнт (HQ) та індекс безпеки (HI). Якщо референтна доза не перевищена, регуляторне втручання не потрібно.

Коли дія речовини перевищує RfD, існує небезпека, і її величину можна оцінити лише шляхом вивчення зв'язку між “дозавідповідь” і спектром побічних реакцій.

- кожна доза, яка завдає шкоди генетичному матеріалу, може спричинити канцерогенез через дію генотоксичних канцерогенів; для таких сполук не існує порогового рівня. Для оцінки ризику генотоксичних канцерогенів основним параметром є фактор канцерогенного потенціалу (CPF) або фактор нахилу (SF), який відображає ступінь збільшення одиниці канцерогенного ризику зі збільшенням дози, і має розмірність (мг/кг x день).

Розрахунок особистого канцерогенного ризику здійснюється з використанням даних про рівень експозиції та значення потенційних канцерогенних факторів (коефіцієнт нахилу, одиничний ризик).

Загалом, для канцерогенних хімічних речовин додаткова ймовірність (CR) захворювання на рак протягом усього життя оцінюється за формулами на основі середньої добової дози (LADI) протягом життя.

Ризик канцерогенності окремих людей і населення являє собою верхню межу можливого канцерогенного ризику протягом середньої тривалості життя .

Величина канцерогенного ризику в основному відображає довготривалу тенденцію зміни онкологічного фону, що формується за умов дотримання всіх прийнятих вихідних умов (наприклад, певного часу та інтенсивності експозиції, незмінності експозиції з часом, конкретні значення коефіцієнтів впливу тощо).

4. Характеристику ризику. Це останній етап, його метою є інтеграція всіх результатів оцінки ризиків та доведення висновків до окремих осіб або організацій, які приймають рішення у сфері екологічної політики.

На цьому етапі оригінальний метод Агентства з охорони навколишнього середовища США також повинен узагальнити та охарактеризувати всі невизначеності на кожному етапі перед оцінкою ризику та повідомити про них особам, які приймають рішення, та громадськості.

Оцінюючи ризики, пов'язані з кількома системними токсичними хімічними речовинами, якщо є підстави допускати їх вплив на звикання, Агентство з охорони навколишнього середовища США рекомендує, підсумовувати значення HQ, що відповідають кожному такому токсиканту (якщо немає різниці в ефекті при різних режимах впливу). Такий метод оцінки ризику складного забруднення також використовується вітчизняними гігієністами (як сума відношення фактичної концентрації речовини до її ГДК).

Слід пам'ятати, що додавання дози – це далеко не основний тип комбінації, особливо при низьких рівнях впливу; зокрема, загальна токсичність металів характеризується більш-менш очевидним антагонізмом. Звичайно, можуть бути комбінації (синергія, посилення), які мають більший ефект, ніж добавки. Однак у всіх випадках, коли така інформація про конкретну отруту недоступна, є підстави зарахувати “фактори ризику” як сукупність.

Згідно зі своїм офіційним визначенням, фактори ризику характеризують не реальні ризики для здоров'я як параметри ймовірності, а як непрямий стандарт, який можна використовувати з багатьма застереженнями для ранжування ризиків, але вони не можуть бути оцінені абсолютно.

Результати характеристики канцерогенного ризику мають найбільшу цінність для порівняння та оцінки впливу факторів навколишнього середовища в різних регіонах, різних періодах часу, до та після проведення санітарних заходів, а також порівняння ефективності різних технічних процесів та можливого впливу на здоров'я людини.

При визначенні оцінки канцерогенного ризику треба орієнтуватися на критерії, які рекомендовані у

При оцінці канцерогенного ризику доцільно орієнтуватися на систему критеріїв, рекомендовану у виданнях Всесвітньої організації охорони здоров'я (табл. 4.1)

Таблиця 4.1 – Класифікація рівнів ризику

Рівень ризику	Ризик протягом життя
<b>Високий</b> ( <i>De Manifestis</i> ) – не прийнятний для виробничих умов і населення. Необхідне здійснення заходів з усунення або зниження ризику	$> 10^{-3}$
<b>Середній</b> - припустимий для виробничих умов; за впливу на все населення необхідний динамічний контроль і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів для вирішення питання про заходи з управління ризиком	$10^{-3} - 10^{-4}$
<b>Низький</b> – припустимий ризик (рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення)	$10^{-4} - 10^{-6}$
<b>Мінімальний</b> ( <i>De Minimis</i> ) – бажана (цільова) величина ризику при проведенні оздоровчих і природоохоронних заходів	$< 10^{-6}$

Ризик неканцерогенних ефектів характеризується шляхом порівняння фактичного рівня впливу з безпечним рівнем впливу (індекс/коефіцієнт небезпеки) або на основі параметрів “концентрація-відповідь”, отриманих в епідеміологічних дослідженнях.

Реальний ризик — це кількісне вираження шкоди здоров’ю населення, пов’язаної із забрудненням навколишнього середовища, включаючи кількість додаткових випадків, таких як захворювання та смерть. Звичайно, він буде використовуватися при оцінці існуючих ситуацій або ретроспективних дослідженнях.

Принцип ALARA передбачає, що з урахуванням економічних і соціальних факторів рівень ризику визначається як найнижчий рівень, якого можна досягти на практиці.[18]

## 4.2. Процедура кількісної оцінки ризиків розвитку неканцерогенних ефектів від діяльності підприємства

В міжнародній практиці під час розрахунку потенційного ризику здоров'ю пов'язаного з хімічним забрудненням атмосферного повітря застосовують три основні моделі оцінки залежностей "доза–відгук" [9, 10, 11, 14, 19, 20]:

1. Лінійна або лінійно-експоненціальна моделі
2. Порогова модель
3. Модель індивідуальних порогів дії

Для оцінки ризику, зумовлених *хронічним впливом хімічних речовин*, застосовувалася середньорічна концентрація та їхні верхні 95%-ві довірчі межі.

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснювалася шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки:

$$HQ = \frac{AD}{RfD} \text{ або } HQ = \frac{AC}{RfC}$$

де ***HQ*** – коефіцієнт небезпеки;

***AD*** – середня доза, мг/кг;

***AC*** – середня концентрація, мг/м<sup>3</sup>;

***RfD*** – референтна (безпечна) доза, мг/кг;

***RfC*** – референтна концентрація, мг/м<sup>3</sup>.

За інгаляційного надходження, оскільки цього не потребували спеціальні задачі визначення, не було необхідності розраховувати дозу впливу. Отже розрахунок коефіцієнта небезпеки здійснювалася за формулою:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC}$$

де ***HQ<sub>i</sub>*** – коефіцієнт небезпеки впливу *i*-тої речовини;

***C*** – рівень впливу *i*-тої речовини, мг/м<sup>3</sup>;

***RfC<sub>i</sub>*** – безпечний рівень впливу, мг/м<sup>3</sup>.

Під час розрахунків застосовано наступні показники референтних концентрацій за хронічного інгалаційного впливу таблиця 4.2.

Таблиця 4.2. Показники референтних концентрацій за хронічного інгалаційного впливу застосовані у розрахунках

Речовина	CAS	RfC, мг/м <sup>3</sup>	Джерело	Критичні органи/системи
1	2	3	4	5
Азоту діоксид	10102-44-0	0,04	WHO	Органи дихання
Аміак	7664-41-7	0,1	IRIS	Органи дихання
Сірки діоксид	7446-09-5	0,08	NAAQS	Органи дихання
Завислі частинки (PM 10)		0,05	NAAQS	Органи дихання
Завислі частинки (PM <sub>2,5</sub> )		0,015	NAAQS	Органи дихання
Завислі частинки (TSP)		0,1		Органи дихання
Водень сульфід	7783-06-4	0,001	IRIS	Органи дихання
Сірковуглець	75-15-0	0,7	IRIS	ЦНС, розвиток
Вуглецю оксид	630-08-0			ЦНС, серц.-суд., кров
Фенол	108-95-2	0.006	EPA	Серц.-суд. сист., нирки, ЦНС, печінка
Формальдегід	50-00-0	0,003	CalEPA	Органи дихання, імун.

Примітки: WHO – Всесвітня організація охорони здоров'я, CalEPA – каліфорнійське Агентство з охорони навколишнього середовища, IRIS – інтегрована інформаційна система про ризики (U.S.EPA), NCEA – Національний центр оцінки навколишнього середовища (U.S.EPA), ATSDR – Агентство з реєстрації токсичних сполук і захворювань, HEAST – зводні таблиці оцінок ефектів для здоров'я (U.S.EPA), IWA – рекомендації з оцінки ризику впливу промислових відходів (Канада), NAAQS – американські національні стандарти якості атмосферного повітря, EPA – публікації Агентства CILIA з охорони навколишнього середовища, CEPA – Канадське Агентство з охорони навколишнього середовища, MADEP – Массачузетський департамент з охорони навколишнього середовища, HC – публікації Міністерства охорони здоров'я Канади; NATICH – база даних U.S.EPA.

При величині коефіцієнта небезпеки (HQ), що дорівнює або менший 1,0, ризик шкідливих ефектів розглядається як зневажливо малий. Якщо коефіцієнт небезпеки перевищує одиницю, то ймовірність виникнення шкідливих ефектів у людини зростає пропорційно збільшенню.

Таблиця 4.3. Аналіз функцій залежності "доза–відгук" для обраних токсикантів

Шкідливий ефект для здоров'я	Одиниці концентрацій забруднюючих речовин		
	PM10, (10 мкг/м³)	SO <sub>2</sub> , (10 мкг/м³)	NO <sub>2</sub> , (1 частина/100 млн)
Додаткова смертність (% приросту над фоновим)	0.96	0.48	
Додаткова смертність на 100 тис. населення	6.72	-	-
Госпіталізація з респіраторними симптомами на 100 тис. населення	12	-	-
Екстрене відвідування лікаря на 100 тис. населення	235.4	-	-
Кількість днів з обмеженою працездатністю на одну людину	0.575	-	-
Захворювання нижніх дихальних шляхів на одну дитину	0.016	-	-
Напади астми на одного астматика	0.326	-	-
Респіраторні захворювання на одну людину	1.83	-	-
Хронічні бронхіти на 100 тис. населення	61.2	-	-
Респіраторні захворювання на одну дитину	-	0.18	-
Респіраторні захворювання на одного дорослого	-	0.1	0.1

Для характеристики ризику комбінованої дії хімічних речовин використовувалися індекси небезпеки: (HI).

Індекси небезпеки розраховувалися для речовин, що надають впливу на одні і ті ж цільові органи і системи організму.

Для неканцерогенних хімічних речовин адитивність визнається в разі їх односпрямованої токсичної дії. Відповідно до міжнародних рекомендацій, під “односпрямованою” дією умовно розуміється вплив речовин на ті ж самі органи або системи (наприклад, легені, печінка, центральна нервова система, процеси розвитку організму і ін.). Більшість розроблених до теперішнього часу

епідеміологічних критеріїв оцінки ризику відображають очікуваний приріст частоти порушень стану здоров'я на одиницю діючої концентрації.

Як і всі інші оцінки ризику, вони є відносними величинами, що характеризують порівняльну пріоритетність тих чи інших забруднюючих речовин, джерел їх надходження у навколишнє середовище.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів за комбінованого впливу хімічних речовин проводиться на основі розрахунку індексу небезпеки за формулою:

$$HI = \sum HQ_i$$

де  $HQ_i$  – коефіцієнти небезпеки для окремих забруднюючих речовин.

Критерії ранжирування коефіцієнтів та індексів ризиків розвитку неканцерогенних ефектів зумовлених *хронічним впливом хімічних речовин* та кольорова диференціація наведені у карті матриці (таблиця 4.4).[18]

Таблиця 4.4. Матриця ранжирування ризиків розвитку неканцерогенних ефектів для окремих речовин та угруповань з однорідною дією.

Рівень ризику	Коефіцієнт небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів ( $HQ_i$ ) для окремих речовин	Індекс небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів ( $HI$ ) для групи речовин з однорідною дією
<i>Надзвичайно високий</i>	>10	>10
<i>Високий</i>	>5-10	>7-10
<i>Середній</i>	>1-5	>3-7
<i>Низький</i>	0,1-1,0	1,0-3,0
<i>Мінімальний</i>	<0,1	<1,0

## **РОЗДІЛ 5. ВИЯВЛЕННЯ РАЙОНІВ МІСТА, НАЙБІЛЬШ НЕСПРИЯТЛИВИХ ДЛЯ ПРОЖИВАННЯ**

Аналіз ризику для здоров'я дозволяє оцінити рівні і характеристики ризику, джерела його виникнення, дати порівняльну оцінку значущості різних видів ризику і їх джерел, оцінити медико-соціальні та економічні збитки. Використовуються результати оцінки ризику для подальшої можливості характеристики порівняльної еколого-економічної ефективності різних варіантів управлінських рішень, спрямованих на усунення або зниження ризиків розвитку несприятливих ефектів у населення, в тому числі екологічно обумовлених захворювань. У процесі аналізу ризику розробляються пропозиції щодо найбільш ефективних заходів регулювання і контролю рівнів експозиції та ризику. При обґрунтуванні рекомендацій по управлінським рішенням, беруться до уваги не тільки результати проведених досліджень, а й можлива реакція населення і різних громадських груп на ті чи інші управлінські дії, пов'язані з особливостями індивідуального сприйняття ризику.

### **5.1. Оцінка внеску досліджуваних джерел викидів на якісний стан атмосферного повітря та визначення їх впливу (при певних умовах на певній території) на рівень забруднення атмосферного повітря**

Систематичний нагляд за рівнем забруднення атмосферного повітря проводиться на стаціонарних постах Дніпропетровським регіональним центром з гідрометеорології.

Відокремленим структурним підрозділом “Кам’янський міський відділ лабораторних досліджень” державної установи “Дніпропетровський обласний лабораторний центр МОЗ України” представлено дані лабораторних досліджень атмосферного повітря, проведених згідно програми лабораторно-інструментального контролю факторів навколишнього середовища людини з державного замовлення за період 2016-2020 роки у табличних даних, з визначенням компонентів, які перевищують встановлені норми.

Так, у 2016 році спостерігаються перевищення 1 ГДК за фенолом та сірководнем у зоні впливу ПрАТ "ЄВРАЗ ЮЖКОКС" (тепер ПрАТ "ЮЖКОКС"), за пилом та хромом у зоні впливу ПАТ "Дніпровський металургійний комбінат", за пилом у зоні впливу Дніпродзержинський завод ПАТ "Хайдельберг Цемент України" (тепер Кам'янський завод ПрАТ "Кривий Ріг Цемент").

У 2017 році спостерігаються перевищення 1 ГДК за пилом, фенолом та окисом вуглецю у зоні впливу ПрАТ "ЄВРАЗ ЮЖКОКС" (тепер ПрАТ "ЮЖКОКС"); за пилом у зоні впливу ПАТ "ЄВРАЗ Дніпродзержинський КХЗ" (тепер ПрАТ "Дніпровський коксохімічний завод"); за пилом та хромом у зоні впливу ПАТ "Дніпровський металургійний комбінат". Перевищення граничнодопустимих концентрацій по місту становили 10,5 % (120 нестандартних проб з 1143 проведених).

У 2018 році спостерігаються перевищення 1 ГДК за пилом та фенолом у зоні впливу ПрАТ "ЄВРАЗ ЮЖКОКС" (тепер ПрАТ "ЮЖКОКС") та ПАТ "ЄВРАЗ Дніпродзержинський КХЗ" (тепер ПАТ "Дніпровський коксохімічний завод"); за пилом та окисом вуглецю у зоні впливу ПАТ "Дніпровський металургійний комбінат".

У 2019 році спостерігаються перевищення 1 ГДК за фенолом та сірководнем у зоні впливу ПрАТ "ЮЖКОКС"; за пилом та фенолом у зоні впливу ПрАТ "Дніпровський коксохімічний завод"; за пилом у зоні впливу ПАТ "Дніпровський металургійний комбінат".

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводилась з урахуванням кратності перевищення показників забруднення (ПЗ) їх нормативного значення (ГДЗ) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) та ступеню його небезпечності (безпечний, слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) згідно з таблицею 5.4.

Таблиця 5.4 Градація екологічних ризиків за кратністю перевищення ГДЗ

Рівень забруднення	Кратність перевищення ГДЗ	Ступінь небезпечності
Допустимий	<1	Безпечний
Недопустимий	>1 - 2	Слабко небезпечний
Недопустимий	>2 - 4.4	Помірно небезпечний
Недопустимий	>4.4 - 8	Небезпечний
Недопустимий	>8	Дуже небезпечний

Концентрації речовин у зоні спостережень (місце перебування людини) визначали як середньоарифметичні величини концентрацій, що мали місце протягом періоду експозиції, або як максимальна концентрація за обмежений час.

### *Аналіз інформативних даних щодо якості повітря, отриманих з систем громадського моніторингу в м. Кам'янське*

Сьогодні, на міжнародному рівні в системах онлайн-моніторингу застосовують показник індексу якості повітря.

Обчислення індексу якості повітря вимагає інформації про рівень забруднення, за певний період отриманий з газоаналізаторів моніторингу або отриманих розрахунковим методом (що є менш точним методом визначення забруднення повітря). Беруться разом концентрація і час поширення забруднюючих речовин в атмосфері. Ефект впливу на здоров'я конкретного обсягу забруднень визначається епідеміологічними дослідженнями. Забруднювачі повітря розрізняються по силі і функції. Для того, щоб конвертувати забруднювач повітря в індекс якості – показники варіюються. Індекс якості повітря зазвичай формується за рівнями, кожен рівень має свій опис і характеристику, колірний код і стандартизоване інформаційне повідомлення про вплив на суспільне здоров'я.

Індекс якості повітря може збільшитися з багатьох факторів таких як, дорожній рух в годину, пік під час пожеж, відсутності вітру, або через брак розріджувачів, забруднювачів повітря. Нерухоме повітря часто викликане антициклоном, інверсією температури або слабкою швидкістю вітру дозволяє

залишатися забруднювачам повітря в одному місці, що призводить до високої концентрації забруднюючих речовин, а також може ініціювати хімічну реакцію між забруднюючими речовинами в атмосфері, в результаті чого формується смог.

В день коли рівень індексу якості повітря згідно передбаченими розрахунками може зрости, агенство або організація охорони здоров'я повинна:

- рекомендувати чутливим групам таким як люди старшого віку, діти, а також особам, у яких є респіраторні або кардіо захворювання уникати фізичних навантажень на відкритому повітрі;

- оголосити дні, коли рекомендувати людям залишити особистий транспорт і користуватися громадським транспортом, щоб знизити викиди шкідливих речовин в атмосферу;

- рекомендувати використовувати респіраторні маски, щоб уникнути попадання тонкодисперсних частинок в легені.

Під час періоду дуже низької якості повітря, у випадку забруднення повітря в певному місці, місті, районі, коли індекс якості повітря підтверджує значний негативний вплив, що може призвести до істотного збитку здоров'я населення, агенція або уповноважений орган можуть ввести надзвичайний стан згідно якого призупиняється або обмежується діяльність підприємств - основних забруднювачів повітря таких як ТЕС, ТЕЦ, підприємства, що спалюють вугілля, газ, і т.п., що дозволить скоротити викиди до тих пір поки шкідливі умови не зменшаться.

Більшість забруднювачів повітря не пов'язані з індексом якості повітря. Сьогодні здійснюється світовий моніторинг приземного озону, твердих часток, діоксиду сірки, окису вуглецю, і діоксиду азоту в результаті чого проводять калькуляцію індексу якості повітря для цих забруднювачів.

Визначення індексу якості повітря в різних країнах відображає міркування щодо розвитку національних стандартів якості повітря. Веб сайти державних установ дозволяють в реальному часі бачити дані про якість повітря і зокрема індексу якості повітря, на сьогодні набирають величезної популярності і доступні практично у всіх великих містах світу крім України.

Як приклад сайт індексу якості повітря м.Берлін в реальному часі:  
<http://aqicn.org/city/germany/berlin/>.

Початкова ітерація індексу якості повітря використовує стандартні забруднювачі навколишнього середовища щоб зрозуміти індивідуальний індекс забруднення. Ці індекси потім були зважені і підсумовані і таким чином сформували єдиний загальний індекс якості повітря. Загальна методологія може використовувати концентрації які беруться з даних моніторингу навколишнього повітря або передбачаються на підставі розрахунків математичної моделі. Потім концентрації були перераховані в стандартне статистичне поширення з поточним значенням і стандартним відхиленням. Подібним чином індекс може об'єднувати певні кількості забруднювачів, так він був використаний, щоб об'єднати SO<sub>x</sub>, CO, і TSP через відсутність необхідної інформації по іншим забруднювачам.

Принципи ранжирування світової системи онлайн-моніторингу показників наведено у таблиці.

Таблиця 5.5. Принципи ранжирування показників AQI міжнародної системи онлайн-моніторингу.

Pollutant	AQI Index level (based on pollutant concentrations in µg/m <sup>3</sup> (мкг / м <sup>3</sup> ))				
	1 Дуже добре	2 Добре	3 Середнє	4 Погано	5 Дуже небезпечно
Ozone (O <sub>3</sub> )	0-80	80-120	120-180	180-240	240-600
Nitrogen dioxide (NO <sub>2</sub> )	0-40	40-100	100-200	200-400	400-1000
Sulphur dioxide (SO <sub>2</sub> )	0-100	100-200	200-350	350-500	500-1250
Particules less than 10 µm (PM <sub>10</sub> )	0-20	20-35	35-50	50-100	100-1200
Particules less than 2.5 µm (PM <sub>2.5</sub> )	0-10	10-20	20-25	25-50	50-800

Примітка: Значення PM<sub>10</sub> і PM<sub>2.5</sub> розраховуються протягом 24-годинного робочого режиму

Коли розроблена методологія почала застосовуватись на практиці, у великих агломераціях було виявлено ряд факторів, ускладнюючих процеси обліку і впливаючих на об'єктивність і достовірність даних - несумісність малої кількості

інформації, відсутність узгодженості зважених факторів, неоднорідний якісний склад повітря і стандарти якості повітря уздовж географічних і політичних кордонів. Не дивлячись на ці складності і обмеження, публікація рейтингу агломерацій досягла публічного обговорення, що призвело до поліпшення розрахунку індексу якості повітря і до його рутинного застосування в усьому світі.

Аналіз сучасної ситуації з онлайн-моніторингом і обліком індексу якості повітря в Україні свідчить про наявність в тому числі і певних нормативних перешкод для ефективної роботи онлайн-інформування.

Порядок отримання, репрезентації та ранжирування оперативних даних наведено на рисунку 5.1.

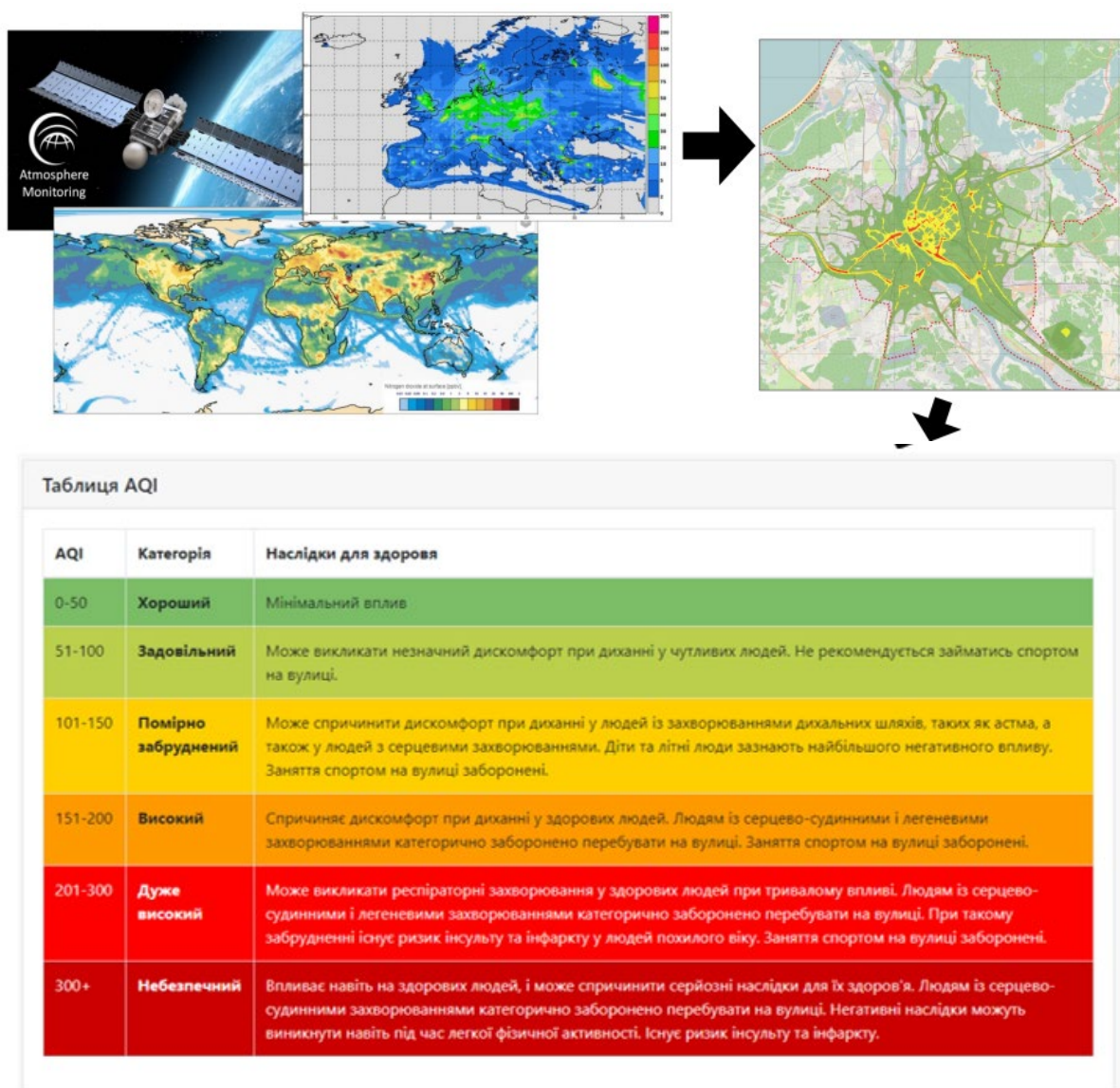


Рисунок 5.1. Порядок отримання, репрезентації та ранжирування оперативних даних.

## ВИСНОВОК

Аналіз статистичних та літературних даних підтверджує, що саме промислові процеси, в особливості крупних промислових агломерацій, спричиняють велику кількість повітряних забруднювачів, які потенційно справляють значний негативний вплив на людину та довкілля.

Порівнюючи діючі методики стандартизації шкідливих факторів повітря в Україні з нормативною базою ЄС та США, зроблено висновки, що є як спільні риси так і багато відмінностей.

Масштаби та природа джерела забруднення повітря формується багатьма складно пов'язаними між собою факторами (такими як ефект сумації), які спричиняють складний комплексний вплив на навколишнє середовище. Типи атмосферних забруднень відрізняються один від одного і мають широкий спектр негативного впливу.

На станіонарних постах спостереження, основним методом для визначення концентрації забруднюючих речовин є відбір проб повітря, при цьому система моніторингу ЄС передбачає постійні спостереження у просторі і часі, а в Україні державні станції моніторингу працюють нестабільно та епізодично, крім того доступ до цих даних – є обмеженими. Отже, методи моніторингу якості повітря які діють в Україні не відповідають стандартам ЄС.

Індекси якості повітря не пов'язаний с більшістю забруднювачів повітря. Його визначення в різних країнах відображає бажання розвитку національних стандартів якості повітря.

Визначення ризиків від забруднення атмосферного повітря є дуже важливою процедурою, оскільки дозволяє прогнозувати імовірність можливих порушень здоров'я при різних сценаріях його впливу. На теперішній час більшість розроблених епідеміологічних критеріїв оцінки ризику відображають частоти порушень стану здоров'я на одиницю діючої концентрації.

Узагальнюючи вплив виробничої діяльності на стан атмосферного повітря м. Кам'янське можна дійти висновку, що недосконале планування міста призвело до розміщення сельбищних територій практично поруч з промисловими об'єктами.

Аналіз звітних та статистичних даних підтверджує, що найбільший обсяг забруднюючих речовин від загального валового викиду припадає на чотири інгредієнти: оксид вуглецю, завислі речовини, сполуки сірки та сполуки азоту. Разом з цим підприємства міста викидають в атмосферу близько 100 найменувань забруднюючих речовин. Більшість із цих речовин не входить до офіційної узагальненої статистики викидів забруднюючих речовин у атмосферне повітря міста.

Результати аналізу даних свідчать, що на 2021 рік в такій крупній промисловій агломерації, як м. Кам'янське основними джерелами забруднення є коксохімічна, металургійна, хімічна та енергетична промисловості. Це потребує розробки адекватної системи постійного моніторингу, фахового аналізу отриманих даних та розробки ефективних заходів захисту довкілля.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ :

1. Викиди забруднюючих речовин та парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел забруднення у 2015 році (остаточні дані) // Державна служба статистики України: статистичний бюлетень. – К., 2016. – 34с.
2. Кабиш, С. С., and М. Д. Волошин. "Покращення стану атмосферного повітря міста Кам'янське в рамках прийнятих екологічних програм." Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Технічні науки 1 (2016): 192-196.
3. Шапар, А. Г. Досвід і проблеми впровадження системи моніторингу / А. Г. Шапар, Г. Г. Шматков, В. П. Петренко та інші // Екологія та природокористування. – Дніпро, 2016, Випуск 16. – С. 221 - 234
4. Клименко, Т.К. "Особенности просторового розподілу важких металів у ґрунтах. Дніпродзержинська." (2012).
5. Большаков А.М. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения / Большаков А.М., Крутько В.Н., Пуцило Е.В. – М. : Эдиториал УРСС, 1999. – 256 с.
6. Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы / Бер-лянд М.Е. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 272 с.
7. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей. / [Под. ред. Лазарев Н. В. и Левиной Э. Н.] – Л. : Химия, 1976. – Т. 1. – С. 505–509.
8. Рахманин Ю.А. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду/ Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина и др. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
9. U.S. EPA. Integrated Risk Information System (IRIS). Database. Cincinnati, 2002.
10. WHO. Regional Office for Europe. Environment and health – An international Concordance on selected concepts. 41 p., WHO 2006

11. WHO. Regional Office for Europe. Environmental Health Indicators: Development of a Methodology for the WHO-European Region" EUR/00/5026344, World Health Organisation, Copenhagen, 2000 (<http://www.who.dk/document/e71437.pdf>).
12. МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ N 201 від 09.07.97 м.Київ
13. В.В. Морозов, Ю.Л. Попов. Порівняння методологій обґрунтування ГДК в атмосферному повітрі в Україні та країнах ЄС і США
14. WHO. Regional Office for Europe. Health Indicators for the WHO European Region. Update of methodology, 2002.
15. Зеркалов Д.В. Екологічна безпека: управління, моніторинг, контроль
16. [https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/660619/mod\\_resource/content/1/ЛЕКЦІЯ 4.pdf](https://moodle.znu.edu.ua/pluginfile.php?file=/660619/mod_resource/content/1/ЛЕКЦІЯ 4.pdf)
17. Богдан Тишкевич, Іван Вербицький. Як Україна вимірює забруднення повітря?
18. Про затвердження методичних рекомендацій «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» 13.04.2007 N 184
19. WHO. The world health report 2002 - reducing risks, promoting healthy life. WHO, 2002. (<http://www.who.int/whr/2002/en/index.html>).
20. WHO. Working Group. Evaluation and Use of Epidemiological Evidence for Environmental Health Risk Assessment: WHO Guideline Document Environmental Health Perspectives, Vol. 108. Geneva, 2000
21. United States Environmental Protection Agency (USEPA), *Risk Assessment Guidance for Superfund, Vol. 1: Human Health Evaluation Manual (Part A)*, United States Environmental Protection Agency, Washington, DC, USA, 1989.
22. U.S. EPA. Human Health Evaluation Manual, Supplemental Guidance: Standard Default Exposure Factors. Publication 9285.6-03. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, 1991.
23. U.S. EPA. Health Effects Assessment Summary Tables (HEAST). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1997.

24. WHO (World Health Organization). 1999. Principles for the Assessment of Risks to Human Health from Exposure to Chemicals. Environmental Health Criteria No. 210. Geneva: World Health Organization.
25. World Health Organization & International Programme on Chemical Safety. (2010). WHO human health risk assessment toolkit: chemical hazards. World Health Organization.
26. Health risks of air pollution in Europe – HRAPIE project. Recommendations for concentration–response functions for cost–benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide, WHO Regional Office for Europe; 2013.
27. Health risk assessment of air pollution – general principles. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016.
28. Health Effects Assessment Summary Tables. Office of Research and Development Office of Emergency and Remedial Response US Environmental Protection Agency, Washington, 1992.
29. ATSDR. Glossary of Term, 2006. (<http://www.atsdr.cdc.gov/glossary.html>)
30. Health Canada. Decision-Making Framework for Identifying, Assessing, and Managing Health Risks. 2000. p.80
31. OECD. Improving Government Decision-making Practices for Risk Management. ISSN 16087143. OECD Journal on Budgeting – Vol. 3, No. 1. P.22
32. OECD. Stakeholder Involvement in Decision Making: A Short Guide to Issues, Approaches and Resources. 2015. NEA No. 7189. p.64
33. USEPA. Framework for Human Health Risk Assessment to Inform Decision Making. EPA/100/R-14/001. 2014f.
34. USEPA. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment. EPA/630/P-03/001F. United States Environmental Protection Agency. 2005b.
35. USEPA. Human Health Risk Assessment (Web Page), Science and Technology, EPA Risk Assessment. United States Environmental Protection Agency. 2012c.
36. Постанова КМ України від 9 березня 1999 року №343 «Порядок організації та проведення моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря».

37. WHO IRIS – Главная страница.[Электронный ресурс], режим доступа: <http://apps.who.int/iris>.
38. Бучавий Ю.В. Визначення ризиків здоров'я населення Дніпропетровська від забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами. / Бучавий Ю.В., Горова А.І. // Гігієна населених місць. – 2013. – Вип. 61. – С. 74–80.
39. Бучавий Ю.В. Аналіз ризиків для здоров'я населення від викидів промислових підприємств Дніпродзержинська з використанням ГІС / Ю.В. Бучавий, А.І. Горова // Гігієна населених місць, № 65. – К. : Національна академія медичних наук України, Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва, 2015. – С. 32–38
40. Бучавий Ю.В. Анализ рисков здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха промышленными предприятиями Днепропетровска / Ю.В. Бучавый, А.И. Горová // Материалы Международной научно-практической конференции: «Устойчивое развитие регионов» (19–22 октября 2011), Керчь : КГМТУ, 2011. – С. 24–26.
41. Скачков М.В., Верещагин Н.Н., Скачкова М.А. Антропогенные факторы окружающей среды и их роль в развитии острых респираторных заболеваний / М.В. Скачков // Гигиена и санитария. – К., 1998. – № 6. – С. 11–13.
42. Литвинова О.Н., Антомонов М.Ю. Оцінка впливу екологічних чинників на показники захворюваності / О.Н. Литвинова // Довкілля та здоров'я. – К., 2002. – № 3 (22). – С. 68–69.
43. Загородній В.В. Гігієнічний моніторинг стану атмосферного повітря / В.В. Загородній // Профілактична медицина. – 2008. – № 2. – С. 80–83.
44. Бердник О.В., Серих Л.В., Зайковська В.А., Парсаданян Е.І. Навколишнє середовище і здоров'я населення / О.В. Бердник // Гігієна населених міст. – К., 2001. – Вип. 38. – С. 408–418.
45. Lim SS et al. (2013) A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. Lancet, 380: 2224–2260.

46. Бучавий Ю.В. Оцінка ступеня озеленення санітарно-захисних зон промислових підприємств Дніпропетровська / Бучавий Ю.В., Горова А.І. // *Environment&Health*. № 2, 2016. – С 35 – 39.
47. Бучавий Ю.В. Удосконалення системи інформування про ризики для здоров'я населення через забруднення атмосферного повітря/ Ю.В. Бучавий, А.І. Горова, В.Є. Колесник // *Медична інформатика та інженерія*, №2. – К. : Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика, – 2016. – С. 21–25.
48. ROUSE, J.W., HAAS, R.H., SCHELL, J.A. and DEERING, D.W., 1973, Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In 3rd ERTS Symposium, NASA SP-351 I, pp. 309–317.
49. Методичні рекомендації «Обстеження та районування території за ступенем впливу антропогенних чинників на стан об'єктів довкілля з використанням цитогенетичних методів» / Упоряд.: А.І. Горова, С.А. Риженко, Т.В. Скворцова, І.І., Клімкіна, А.В. Павличенко, І.Г. Миронова. – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – 25 с.
50. Горова А.И. Цитогенетическое тестирование качества среды / А.И. Горова, Т.В. Скворцова, И.И. Климкина // Спец. выпуск журнала «Екологічний вісник» – К., 2003. – С. 502 – 517.
51. SASGIS – Веб-картография и навигация [Електронный ресурс], режим доступа: <http://www.sasgis.org>.
52. ArcGIS for Desktop. [Електронный ресурс], режим доступа: <http://www.esri-cis.ru/products/arcgis-for-desktop/detail/key-features>.
53. EarthExplorer. [Електронный ресурс], режим доступа: <http://earthexplorer.usgs.gov>.
54. Гуляев, В. М., et al. "Визначення вмісту азоту і фосфору в ґрунтах м. Кам'янського." *Збірник наукових праць Дніпродзержинського державного технічного університету. Технічні науки* 2 (2016): 163-167.
55. Копач, П. І., and Т. Т. Данько. "Обґрунтування місць розташування постів міської системи спостереження за станом навколишнього середовища." *Екологія і природокористування* 16 (2013): 235-244.

56. «Про затвердження переліку найбільш поширених і небезпечних забруднюючих речовин, викиди яких в атмосферне повітря підлягають регулюванню» <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1598-2001-%D0%BF>
57. Наказ МОЗ України від 09.07.1997 за № 201
58. Рішення Державної служби України з питань регуляторної політики та розвитку підприємництва від 30.05.2014 за № 31
59. Г.В. Макарова и др. "Охрана труда в химической промышленности", 1989
60. [https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994\\_950](https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_950)
61. [https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEI/%202007\\_2\\_%D0%84%D0%A1.pdf](https://www.kmu.gov.ua/storage/app/sites/1/55-GOEI/%202007_2_%D0%84%D0%A1.pdf)
62. Оргуська конвенція Європейської Економічної Комісії ООН про доступ до інформації, участь громадськості у процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля, від 30.10.200. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.rada.gov.ua>.
63. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Дніпропетровській області за 2020 рік
64. Екологічної програма міста Дніпродзержинськ на 2016–2020 роки, рішення Дніпродзержинської міської ради від 25.12.15 за № 25-03VII
65. Іпатов, А. В., et al. "Екологічна ситуація, здоров'я населення та рівень інвалідності в промислових містах України (на прикладі м.Дніпродзержинська). " Український вісник медико-соціальної експертизи 2-3 (2016): 19-27.
66. Караєва Н. В. Методичні рекомендації щодо оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення, с – 23, 24, 27, 28
67. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: МР 2.2.12-142-2007. – [Чинний від 13– 04– 2007]. – К., 2007. – 40 с.
68. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Затв. Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184. – Київ, 2007. – 40 с.
69. <https://eco.aep.kiev.ua/novini/chtotakoeaqiipochemuogoznachenieochen-vazhno-dlya-ekologicheskogo-budushhego-strany/>