

**ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БІОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

**Кваліфікаційна робота
магістра**

на тему: МОНІТОРИНГ СТАНУ ДОВКІЛЛЯ М. ЗАПОРІЖЖЯ ТА РИЗИКИ
ПОВ'ЯЗАНІ З АНТРОПОГЕННИМ ЗАБРУДНЕННЯМ

Виконала: студентка 2 курсу, групи 8.1019-з
спеціальності 101 екологія, освітньої програми екологія та
охорона навколишнього середовища

Пірогова І.М.

Керівник Завідувач кафедри загальної та
прикладної екології і зоології, д.б.н.,
проф. О. Ф. Рильський

Рецензент Доцент кафедри загальної та
прикладної екології і зоології, к.с/г.н.
Притула Н.М.

Запоріжжя – 2020

ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет біологічний

Кафедра загальної та прикладної екології і зоології

Освітній рівень магістр

Спеціальність 101 Екологія

Освітня програма екологія та охорона навколишнього середовища

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри загальної та прикладної екології і зоології, д.б.н., проф.

_____ О. Ф. Рильський

« _____ » _____ 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТЦІ**

Піроговій Ірині Миколаївні

-
1. Тема роботи Моніторинг стану довкілля м. Запоріжжя та ризики пов'язані з антропогенним забрудненням
- керівник роботи д.б.н., проф., О. Ф. Рильський
-
- затверджена наказом ЗНУ від «02» Листопада 2020р. № 06-23/14
2. Строк подання студентом роботи грудень 2020 року
- огляд наукової літератури щодо системи
3. Вихідні дані до роботи моніторингу міста, бюлетені про стан забруднення навколишнього середовища,
- Дані спостережень Запорізьким центром гідрометеорології, ДУ «Запорізький обласний лабораторний центр МОЗ України»
-
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): визначити індекс забруднення атмосфери,
- Провести розрахунок оцінки ризику, обґрунтувати місця встановлення стаціонарних постів спостережень
-
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових

креслень): _____ таблиць, _____ малюнків.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Притула Н.М., к.с.г.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____ 11.02.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Огляд літературних джерел. Написання відповідного розділу роботи.	Травень 2020	
2.	Вивчення, засвоєння матеріалів, методик дослідження. Написання відповідного розділу роботи.	Червень 2020	
3.	Ознайомлення з фізико-географічними умовами розташування м. Запоріжжя; з системою моніторингу забруднення навколишнього природного середовища в місті Збір інформації та даних про джерела забруднення, обсяги викидів і концентрації забруднювальних речовин в повітрі міста	Липень 2020	
4.	Пошук і ознайомлення з методиками оцінки рівня забруднення атмосферного повітря	Серпень 2020	
5.	Розрахунки комплексного індексу забруднення атмосфери та оцінки ризику для здоров'я населення Шевченківського р-ну	Вересень 2020	
6.	Аналіз та узагальнення отриманих результатів. Оцінити рівень забруднення повітря у Шевченківському р-ні, визначити перелік показників за якими доцільно	Жовтень 2020	

	проводити моніторинг повітря, скласти рекомендації з вибору мобільних та стаціонарних постів контролю якості атмосферного повітря		
7.	Оформлення остаточної електронної версії роботи та передача її на процедуру встановлення ступеня оригінальності, відсутності ознак плагіату та складання протоколу і висновку керівника	Листопад 2020	
8.	Підготовка паперової версії кваліфікаційної роботи і презентаційного матеріалу до публічного захисту. Перед захист роботи	Грудень	
9.	Рецензування кваліфікаційної роботи	Грудень 2020	
10.	Захист кваліфікаційної роботи	Грудень 2020	

Студентка

Пірогова І. М.

Керівник роботи

Рильський О.Ф.

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер

Притула Н.М.

РЕФЕРАТ

В роботі 128 сторінок, 23 таблиці, 38 рисунків. Було використано 59 літературних джерел, з них 6 іноземною мовою.

Об'єкт дослідження – атмосферне повітря.

Предмет дослідження – оцінка рівня забруднення повітря за допомогою розрахунку індексів та показників забруднення, ризику для здоров'я, обумовлені інгаляційним впливом забруднень атмосфери.

Методи досліджень: методика оцінки якості повітря за індексом забруднення атмосфери та показником забруднення, методологія оцінки ризику для здоров'я населення. Статистична обробка результатів проводилась з використанням програми Microsoft Excel.

Метою кваліфікаційної роботи є оцінка рівня забруднення м. Запоріжжя в цілому, рівнів ризику для здоров'я населення від забруднення повітря Шевченківського району.

Теоретично та експериментально визначено: стан системи моніторингу повітря м. Запоріжжя потребує технічної та якісної реформації, рівень забруднення повітря у досліджуваний період відзначається високим, має нерівномірний розподіл по районах. Максимальні показники забруднення спостерігались по формальдегіду, оксидам азоту, фенолу та пилу загального. Сумарний не канцерогенний ризик є значно вищим за допустимий. Результати досліджень доцільно використовувати для оцінювання забруднення повітряного шару в м. Запоріжжя з метою оптимізації управління в галузі охорони атмосферного повітря та прийняття заходів по зменшенню його забруднення.

АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, ВИКИДИ, ЗАБРУДНЮВАЛЬНА РЕЧОВИНА, ІНДЕКС ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРИ, ПОКАЗНИК ЗАБРУДНЕННЯ, РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ, ОЦІНКА РИЗИКУ.

ABSTRACT

To the master's thesis project of Pirohova Iryna on the subject: «Environmental Monitoring in Zaporizhzhia and Risks of Anthropogenic Pollution»

In the work 128 pages 23 tables, 38 pictures were used 59 literary sources, including 6 in a foreign language.

The object of the research is: Atmospheric air.

The subject of the study is: Assessment of the level of air pollution by calculating indices and indicators of pollution, health risks due to inhalation exposure to polluted atmospheres.

Research methods: Methods for assessing air quality by air pollution index and pollution index, methodology for assessing the risk to public health. Statistical processing of the results was performed using Microsoft Excel.

The purpose of the qualification work is: assessment of the level of pollution in Zaporizhzhia as a whole, levels of risk to public health from air pollution in Shevchenkivskyi district.

Theoretically and experimentally determined: The state of the air monitoring system in Zaporizhzhia needs technical and qualitative reform, the level of air pollution in the study period is high, has an uneven distribution by district. Maximum pollution was observed for formaldehyde, nitrogen oxides, phenol and total dust. The total non-carcinogenic risk is much higher than acceptable. The results of research should be used to assess air pollution in Zaporozhye in order to optimize management in the field of air protection and take measures to reduce its pollution.

ATMOSPHERIC AIR, EMISSION, POLLUTANT, AIR POLLUTION INDEX, POLLUTION INDICATOR, LEVEL OF POLLUTION, RATE OF CONTAMINATION RISK ASSESSMENT

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	9
ВСТУП.....	11
1 ОГЛЯД НАУКОВОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	15
1.1 Моніторинг та стан атмосферного повітря в містах України	15
1.2 Метод оцінки якості повітря за індексом забруднення.....	19
1.3 Оцінка ризику для здоров'я населення.....	21
2 ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ.....	23
2.1 Характеристика об'єкта дослідження(м. Запоріжжя)	23
2.2 Сучасний стан забруднення повітряного басейну м. Запоріжжя	26
2.3 Екологічна характеристика Шевченківського району.....	29
2.4 Моніторинг якості повітря міста Запоріжжя	38
2.5 Якість атмосферного повітря в м. Запоріжжі	44
3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ..	50
3.1 Аналіз методів визначення рівня забруднення повітря у світі	50
3.2 Методика дослідження якості повітря в Україні	53
3.3 Методологія оцінки ризиків для здоров'я населення	55
4 АНАЛІЗ ІЗА ТА ОЦІНКА РИЗИКУ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННОГО ПОВІТРЯ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ М. ЗАПОРІЖЖЯ	67
4.1 Розрахунок індексів забруднення атмосфери	67
4.2 Розрахунок та оцінка не канцерогенного ризику для здоров'я населення Шевченківського району м. Запоріжжя	75

4.3 Ідентифікація небезпеки оцінки токсичності викидів від стаціонарних джерел Шевченківського району	77
4.4 Результати етапу оцінки залежності «доза-відповідь» пріоритетних забруднюючих речовин.....	81
4.5 Характеристика ризику для здоров'я населення.....	82
4.6 Управління ризиком.....	89
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	92
ВИСНОВКИ.....	95
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	98
ДОДАТКИ.....	105
ДОДАТОК А Дані статистичної звітності 2тп повітря підприємств Шевченківського району.....	106
ДОДАТОК Б Дані середньорічних концентрацій ЗЦГМ за 2016-2020 рр	113
ДОДАТОК В Усереднені рівні концентрацій забруднюючих речовин за результатами спостережень ДУ ОЛЦ за 2020 рік Шевченківського району	118
ДОДАТОК Г. 1 Розрахунки ІЗА	125
ДОДАТОК Г. 2 Розрахунки НQ	128

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- HQ – коефіцієнт небезпеки
- HI – індекс небезпеки
- ICR – індивідуальний канцерогенний ризик
- RfC – референтна концентрація
- US EPA – Агентство з охорони довкілля США
- ВООЗ – Всесвітня Організація Охорони Здоров'я
- ГДК – гранично допустима концентрація
- ГДК_{м.р} – гранично допустима максимально разова концентрація
- ГДК_{с.д.} – гранично допустима середньодобова концентрація
- ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» – Державна установа
«Запорізький обласний лабораторний центр» Міністерства охорони здоров'я
України»
- TSP – зважені частки
- PM₁₀ – зважені частки з діаметром часток менше 10 мкм
- PM_{2,5} – зважені частки з діаметром часток менше 2,5 мкм
- SO₂ – ангідрид сірчистий (діоксид сірки)
- NO₂ – діоксид азоту
- C₆H₅OH – фенол
- CH₂O – формальдегід
- CO – оксид вуглецю
- H₂S – сірководень
- CS₂ – сірковуглець
- H₂SO₄ – сірчана кислота
- АП – атмосферне повітря
- БП – бенз(а)пірен
- ГДЗ – гранично допустиме забруднення
- ЗА – забруднення атмосфери
- ЗР – забруднювальна речовина

ІЗА – індекс забруднення атмосфери

КІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери

ПСЗ – пост спостереження за забрудненням

СГ – суб'єкт господарювання

ШР – шкідлива речовина

РЗ – рівень забруднення

ВСТУП

Якість довкілля безпосередньо впливає на стан здоров'я людини, знижує рівень якості життя українців та створює загрози національній безпеці в сфері довкілля. Питання аналізу та оцінки екологічної ситуації набуває першочергового значення і є необхідною умовою для своєчасного виявлення та відстеження екологічних проблем, визначення шляхів їх запобігання та подолання.

Інформація про стан довкілля та його компоненти є необхідною передумовою для гарантування безпечних для життя та здоров'я умов життя українців та сталого розвитку України. Достовірність цієї інформації є фундаментом для прийняття управлінських рішень, видачі дозвільних документів для провадження господарської діяльності, а повнота та достовірність даних про стан довкілля впливає на просторовий розвиток країни. Першочерговою задачею є аналіз цієї інформації, розробка аналітичних звітів, контроль за забруднюючими речовинами та збір даних про стан довкілля в межах країни, області чи на місцевому рівні.

Державна система моніторингу, яка функціонує в країні, охоплює низку державних установ та структур, які здійснюють спостереження за компонентами довкілля. Основними завданнями цієї системи є прогнозування змін та стану довкілля і розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття рішень про запобігання негативним змінам у навколишньому середовищі та дотримання вимог екологічної безпеки. Однак недосконалість існуючої системи організації спостережень, фрагментарність вимірювань та неузгодженість дій профільних структур не дозволяють виконувати поставлені завдання на належному рівні.

Запоріжжя є одним з найбільш урбанізованих, індустріальних та екологічно несприятливих міст України. Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами за даними

Головного управління статистики у Запорізькій області за 2018 рік склали 71,3 тис. тонн. Населення м. Запоріжжя проживає в умовах постійного забруднення повітря небезпечними хімічними речовинами техногенного походження. Криза техногенного навантаження на місто погіршується кліматичними особливостями регіону та існуючою забудовою. Місто Запоріжжя перебуває в кліматичних умовах, для яких характерні несприятливі умови розсіювання (НМУ) шкідливих викидів (температурні інверсії, штилі й тощо), що приводить до накопичування викидів підприємств у житлових районах. Основні підприємства міста Запоріжжя розташовані на промисловому майданчику, який знаходиться практично в центрі міста, забруднення атмосферного повітря над основними районами міста відбувається практично при будь-яких напрямках вітру.

Актуальність моєї роботи полягає в наступному: контроль за станом атмосферного повітря є однією з ключових ланок системи моніторингу довкілля, оскільки надає інформацію про рівень забрудненості компонента, який першочергово, не опосередковано впливає на здоров'я великої кількості людей. В той же час, ефективність та повнота державного моніторингу атмосфери далеко не завжди є достатньою для вирішення завдань екологічного управління, реагування на надзвичайні ситуації, тощо. Тому очевидною є потреба в удосконаленні організаційної структури, методів та способів здійснення спостережень за станом атмосферного повітря.

Саме тому необхідно проаналізувати сучасний стан системи моніторингу в м. Запоріжжі, виділити основні чинники забруднення та оцінити їх вплив на здоров'я людей на прикладі Шевченківського р-ну м. Запоріжжя, визначити можливі місця встановлення стаціонарних постів спостережень та маршрутних.. У зв'язку з вищевикладеним, можна визначити мету моєї роботи.

Мета роботи оцінка рівня забруднення м. Запоріжжя в цілому, рівнів ризику для здоров'я населення від забруднення повітря Шевченківського району.

Відповідно до поставленої мети вирішувались наступні завдання:

- 1) познайомитися з літературою з даної проблеми;
- 2) проаналізувати стан забруднення міста та чинники, які впливають на нього, охарактеризувати метеорологічну ситуацію, оцінити характеристику землекористування та особливості рельєфу території розміщення стаціонарних джерел викидів;
- 3) провести розрахунки комплексного індексу забруднення атмосфери та оцінки ризику для здоров'я населення Шевченківського р-ну;
- 4) оцінити рівень забруднення повітря у Шевченківському р-ні, визначити перелік показників за якими доцільно проводити моніторинг повітря, скласти рекомендації з організації автоматизованого моніторингу повітря на стаціонарних постах контролю якості атмосферного повітря.

Об'єкт дослідження – атмосферне повітря.

Предмет дослідження – оцінка рівня забруднення повітря за допомогою розрахунку індексів та показників забруднення, ризику для здоров'я, обумовлені інгаляційним впливом забрудненого атмосферного повітря.

Методи дослідження: методики оцінки якості атмосферного повітря за індексом забруднення атмосфери та показником забруднення, методологія оцінки ризику для здоров'я населення. Статистична обробка результатів проводилась з використанням комп'ютеризованої програми Microsoft Excel.

Наукова новизна: проаналізовано рівень забруднення повітря м. Запоріжжя за комплексними індексами забруднення атмосфери по постах спостереження забруднення за період 2016-2020 (станом на 01.09.2020), визначено рівень небезпеки для здоров'я та сумарні не канцерогенні ризики для здоров'я населення Шевченківського району м. Запоріжжя.

Теоретичне та практичне значення – результати досліджень доцільно використовувати для оцінювання забруднення повітряного шару в м. Запоріжжя з метою оптимізації управління в галузі охорони атмосферного повітря та прийняття заходів по зменшенню його забруднення.

Основні положення та результати дослідження доповідалися й обговорювалися на Екофорумі Запоріжжя 2020. За темою кваліфікаційної роботи магістра опубліковані матеріали:

Пірогова І.М., Рильський О.Ф. Проблема регулювання якості повітря м. Запоріжжя при несприятливих метеоумовах. Науковий журнал «Молодий вчений» № 7 (83) липень, 2020 р., стаття , с. 128-132;

Пірогова І. М., Крамаренко О. М., Рильський О. Ф., Обґрунтування автоматизації систем моніторингу атмосферного повітря промислової агломерації (на прикладі міста Запоріжжя). Зб. тез доп. 80 Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту», 23-24 квітня 2020р, с.202-203;

Пірогова І.М., Рильський О.Ф. Проблема регулювання якості повітря м. Запоріжжя при несприятливих метеоумовах *Еко Форум – 2020*: зб. тез доп. III спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму, 15 -17 жовтня, Запоріжжя: Запорізька торгово-промислова палата, 2020. с. 383-384.

Результати проведених досліджень доцільно використовувати в практиці для оцінювання рівня забруднення та якості повітря м.Запоріжжя з метою вдосконалення управління якістю повітрям та планування заходів зі зменшення забруднення.

Результати експериментальних досліджень кваліфікаційної роботи магістра можуть бути використані у змісті навчальних дисциплін:

- нормування антропогенного навантаження;
- моніторинг довкілля.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Моніторинг та стан атмосферного повітря в містах України

Питання охорони довкілля, його збереження та відтворення є однією з найважливіших задач для забезпечення екологічно збалансованого розвитку у найближчому майбутньому.

Екологічний моніторинг є важливим інструментом дослідження складових довкілля, забезпечення конституційних прав громадян на безпеку для життя та здоров'я, збереження довкілля, а також засобом надання актуальної інформації про стан компонентів навколишнього середовища.

В Україні функціонал державної системи моніторингу довкілля, охоплює різні державні структури й установи, які здійснюють спостереження за компонентами довкілля.

Створення системи державного моніторингу передбачено базовим в сфері охорони довкілля Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». Кабінет Міністрів України своєю постановою від 23 вересня 1993 р. № 391 ухвалив «Положення про державний моніторинг навколишнього природного середовища». Державна система моніторингу довкілля - це система спостережень, збирання, обробки та передачі даних, аналізу інформації про стан довкілля, прогнозування його змін. Одним з основних функціоналів системи є розробка науково-обґрунтованих рекомендацій для прийняття управлінських рішень з метою запобігання негативних змін поточного стану довкілля [1].

В аналітичному матеріалі Національного інституту стратегічних досліджень зазначено, що функціонування ефективної системи моніторингу довкілля є невід'ємною складовою державної екологічної політики, спрямованої на забезпечення конституційного права громадян на безпечне середовище існування [2].

В той же час незадовільний стан моніторингу довкілля визначено як загрозу національній безпеці в екологічній сфері у Стратегії національної безпеки України, затвердженої Указом Президента України у травні 2015 року [3].

Контроль за станом атмосфери є однією з ключових ланок системи екологічного моніторингу, однак повнота даних державного моніторингу стану повітря далеко не завжди є достатньою для ухвалення ефективних управлінських рішень та реагування на надзвичайні ситуації. Очевидно, що система потребує вдосконалення як організаційної структури так і методів та способів здійснення спостережень за станом повітря.

Однак існуюча система організації спостережень є недосконалою, фінансування її недостатнє, а неузгодженість дій профільних структур не дозволяють повною мірою виконувати поставлені завдання на належному рівні [4].

Офіційно в Україні функції моніторингу компонентів навколишнього середовища виконують наступні державні структури та установи: Міністерство охорони довкілля та природних ресурсів, Державна гідрометеорологічна служба, Міністерство охорони здоров'я, Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства, Міністерство регіонального розвитку, Державне агентство водних ресурсів, Державне агентство лісових ресурсів, Державне агентство земельних ресурсів.

У 2013 році постановою КМУ №159 були ліквідовані територіальні органи Мінприроди, які здійснювали екологічний моніторинг на місцях. Функції моніторингу не були передані уповноваженим органам (департаментом екології) обласних державних адміністрацій.

Наразі регіональні підрозділи Державної гідрометеорологічної служби та обласні лабораторні центри МОЗ (які були створені після реорганізації державної санітарно-епідеміологічної служби) проводять спостереження на стаціонарних та маршрутних постах. Єдина державна програма екологічного моніторингу на даний час в Україні відсутня. До 2012 року діяла Державна

цільова екологічна програма проведення моніторингу навколишнього середовища, проте систематичне недофінансування програми, заплановані завдання значною мірою не виконані.

Беззаперечно, що моніторинг повітря посідає важливу роль у державній політиці та може слугувати інструментом державного регулювання якості компонентів довкілля.

Питанню якості функціонування державної системи моніторингу присвячено багато наукових праць та статей. Зокрема в аналітичних доповідях Національного інституту стратегічних досліджень зазначено, що координація системи моніторингу здійснюється Міністерством охорони довкілля. Однак така координація не зовсім сприяє узгодженню діяльності інших установ та міністерств, відомств та організацій, задіяних у системі [5, 6].

Крім того, в різних наукових матеріалах, вказуються й інші недоліки існуючої системи державного моніторингу, такі як відсутність адаптації частини законодавчих положень до нормативів країн-партнерів, моральна та фізична застарілість технічної бази, низький рівень координації та узгодженості діяльності суб'єктів екологічного моніторингу [6].

В роботі Бахарєва В.С. проаналізовано результати наукових досліджень українських учених та проблематику в галузі моніторингу довкілля за період 2005 р -2016 рр. Існуюча система моніторингу повітря має ознаки інертності у прийнятті рішень стосовно переоснащення спостережних систем. Усталені документи, за якими система працює є морально застарілими, в той час як імплементація європейських директив якості повітря потребує значних фінансових ресурсів та часу [7, с.35-42].

Питанню здійснення регіональних спостережень та моніторингу повітря присвячено ряд публікацій, в яких вказується на недосконалість існуючої системи. Наприклад, дослідження вмісту канцерогенних речовин у атмосфері Закарпатського регіону обмежується фактичними даними лише для м.Ужгород без інших населених пунктів області [8, с.143-147].

У роботі Зацерковного В.І. [9, с. 74-84] на прикладі Чернігівської області розглянуто та проаналізовано основні причини недосконалості існуючої системи моніторингу за якістю повітря та запропоновано впровадження більш ефективної ГІС-системи.

Роз'єднаність служб спостереження і розпорошення інформації по суб'єктах системи моніторингу, відсутність координації є практичною проблемою функціонування регіональних систем моніторингу. Недостатня розвиненість мережі спостережень, технічна та моральна застарілість матеріальної бази лабораторій більшості суб'єктів моніторингу призводить до безконтрольності в роботі підприємств-забруднювачів [10].

Більшість сучасних публікацій визнають необхідність ґрунтового реформування, вдосконалення державної системи моніторингу якості повітря.

Стан якості повітря залежить від багатьох чинників, як то обсяги викидів промисловості, створення нових промислових об'єктів, зміни кліматичних умов, тощо. Саме тому, досліджувати стан атмосфери в урбанізованих містах необхідно в динаміці та з урахуванням поточної статистики.

Так, Данильченко А.О. Іващенко П.М. у дослідженні рівня забруднення повітря Київської області узагальнюють екологічну інформацію про об'єми викидів від пересувних та стаціонарних джерел. Для доступності сприйняття за даними статистичних щорічників створено карту забруднення області [22].

Кілька років поспіль м. Херсон знаходиться на рівні, близькому до індустриальних міст із забрудненням повітря. При цьому динаміка викидів в м. Херсон показує, що основний внесок у балансі забруднення мають пересувні джерела, а серед основних факторів, що негативно впливають на якість атмосфери є використання дешевих видів енергоносіїв [23].

Підсумовуючи, можна зазначити, що для об'єктивної оцінки якості повітря на території України застосовується кілька різних методик оцінювання.

Для визначення стану забруднення повітря використовують комплексний показник – індекс забруднення атмосфери (ІЗА). Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищень сумарного показника забруднення нормативних ГДК та включає характеристики рівня забруднення та ступеня безпеки.

На стаціонарних постах м. Запоріжжя ведуться спостереження за обмеженою кількістю найбільш поширених речовин, що унеможлиблює проведення якісного аналізу рівня забруднення повітря в місті.

У динаміці можна отримати дані спостережень за максимально разовими концентраціями, що проводяться обласним лабораторним центром МОЗ, за декількома інгредієнтами (зважені речовини, двоокис азоту, фенол, формальдегід, сірководень, сірковуглець, сірчистий ангідрид, вуглецю оксид та ін.). При аналізі екологічної ситуації не враховується комбінована та сумісна дія речовин у складних сумішах, якщо їх концентрація в повітрі нижча за поріг виявлення (часто на рівні до 0,8 ГДК), тобто в дійсності, політанти, які присутні в повітрі на рівні 80 % допустимого вмісту, залишаються поза увагою, хоча багато з них виявляють специфічні властивості, зокрема, канцерогенні, алергенні та ін.

Таким чином, дія на організм людини хімічних речовин, які надходять до атмосфери, в стандартних показниках не враховується, що не дозволяє точно оцінити небезпеку атмосферного забруднення для здоров'я людини, об'єктивно проаналізувати взаємозв'язки між рівнем токсичної дії окремих компонентів забруднювачів атмосферного повітря та загальним станом здоров'я населення.

1.2 Методи оцінки якості повітря

Атмосферне повітря є природним ресурсом, який забезпечує життєдіяльність не лише живих організмів, є передумовою стану всіх

природних ресурсів і життєдіяльності взагалі. Від його екологічного стану та якості суттєво залежить здоров'я живих істот та умови існування планети Земля.

Важливою складовою досліджень є оцінка забруднення атмосферного повітря. В процесі надходження промислових забруднень в повітря відбуваються хімічні реакції з паром та іншими компонентами атмосфери, внаслідок чого спостерігається перехід від одного хімічного стану речовин до іншого. При цьому відповідно змінюється і характер токсичності по відношенню до навколишнього середовища. Серйозною загрозою для біологічного різноманіття та здоров'я людини є присутність в повітрі забруднюючих та токсичних газоподібних поллютатів, загального пилу, дрібнодисперсних часточок та аерозолів.

Повітря сучасних міст містить сотні різних хімічних забруднювачів, які поступають з різноманітних джерел, та як правило мають антропогенне походження. В різних містах переважаючу частку впливу мають різні джерела надходження забруднюючих речовин в атмосферу міста. Для Запоріжжя основним джерелом забруднення повітря є промислові підприємства, а найбільш характерними забруднювачами – пил (зважені речовини різної природи), оксиди азоту, сполуки сірки, вуглеводні та оксид вуглецю та інші - сотні токсикантів, які мають найбільшу частку у структурі формування екологічно залежних захворювань. Для кожної урбанізованої території є певний специфічний склад забруднень обумовлений видом промисловості на даній території. [11 с. 56-63].

В повітрі промислового міста концентрації забруднень в кілька разів перевищують гранично допустимі концентрації (ГДК). Об'єктивна оцінка рівня забруднення атмосфери міста є актуальною задачею, а коректна санітарно -гігієнічна діагностика, оцінка реальних рівнів впливу на організм людини залишається найважливішою задачею екології [11, с.56-63].

ІЗА розраховується по окремих забруднюючих речовинах для оцінки внеску окремих домішок в загальний рівень забруднення атмосфери або

комплексно за декількома речовинами з метою порівняння цього рівня в різних містах. За значенням ІЗА можна судити про ступінь забруднення повітря та динаміку забруднення [12, с.71-74].

Сумарний сумарний індекс забруднення міського повітря щорічно змінюється не тільки за рахунок викидів, але й у результаті урахування сумації ІЗА різного числа одиночних речовин. При різній кількості врахованих поллютантів можливе лише відносне порівняння забрудненості міста [13, с.156-169].

Індекс забруднення має суттєвий недолік - у ньому не враховується ефект сукупної дії домішок (сумарний ефект), а також жорстка матриця умов розрахунку. До інших недоліків відноситься припущення, що на людину негативно впливає наявність у повітрі будь-якої кількості домішок. При цьому за визначенням ГДК, токсичні речовини не чинять шкідливого впливу на людину (незалежно від класу небезпеки) при концентраціях нижче встановленого рівня ГДК [14].

1.3 Оцінка ризику для здоров'я населення

Серед доступних методів оцінки забруднення повітря використовується також методика оцінки ризиків для здоров'я, яка передбачає оцінку ризику забруднення повітря для здоров'я населення, де в якості практично працюючого гігієнічного критерію використовується коефіцієнт екологічного ризику забруднення атмосфери, формула визначення якого по суті, як і у попередній методиці, визначає кратність перевищення нормативного або референтного рівня забруднення [13, с.156-169].

Як зазначають науковці в галузі гігієни, В.Г. Бардов, В.І. Федоренко, Е.М. Білецька, С.С. Гаркавий, А.М. Гринзовський, кількісним показником

стану здоров'я людини в зоні спостережень за екологічною якістю середовища, є індекс здоров'я. При умовному благополуччі навколишнього середовища узагальнений індекс здоров'я складає близько 65-70%. Адаптивні можливості організму людини є інтегральним показником здоров'я [15, с. 306].

Методологія аналізу ризику, яка заснована на сучасних наукових, політичних та економічних припущеннях, є потужним засобом впливу на політику та політиків шляхом виявлення джерел, причин, динаміки, рівнів та медико-соціальної значимості ризиків, інформування населення та суспільства щодо ризику, ефективності запропонованих заходів щодо його усунення та зниження [16, с.143].

Реальна загроза здоров'ю населенню поглиблюється одночасним забрудненням довкілля великою кількістю шкідливих хімічних речовин від стаціонарних й пересувних джерел [18, 16].

Забезпечення санітарно-епідеміологічного благополуччя населення базується на гігієнічній оцінці та прогнозуванні впливу навколишнього середовища на захворюваність населення [17, с.317-320, 18 с.18-20].

Індекси небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів є більш інформативними для оцінки впливу повітряного середовища міст, ніж показники забруднення. Величина індексу конкретизує небезпечність сполуки для здоров'я людини [20].

Аналіз ризику для здоров'я населення, розроблений з практичною метою прийняття управлінських рішень, трансформувався в елементі оцінки екології людини як інтегрованої, міждисциплінарної науки, що вивчає взаємозв'язки людини з середовищем існування [21].

РОЗДІЛ 2 ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ТА ЙОГО ВПЛИВ НА СТАН ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ

2.1 Характеристика об'єкта дослідження, місто Запоріжжя

Місто Запоріжжя – це досить великий індустріальний центр з повним циклом важкої металургії, входить до складу Придніпровського регіону, на відносно невеликій площі якого (631,9 тис.м² або 5,3 % площі України) розміщено 40% підприємств чорної та кольорової металургії, 20,5% хімічної та промисловості машинобудування, 41% енергетики. Як і для будь-якого техногенно-навантаженого міста з великою кількістю джерел забруднення повітря, для м. Запоріжжя обґрунтування, визначення безпечних для здоров'я обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферу повітря є надзвичайно актуальним.

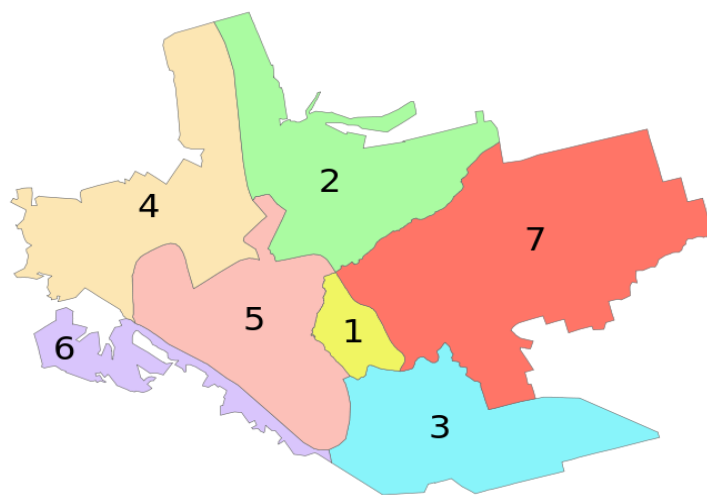
В самому місті зосереджено близько 65% потужностей промисловості та 43% населення всієї області. Площа міста складає 278 км², а населення міста – 727903 тис. осіб (дані Запорізького обласного центру статистики станом на 1 липня 2020 року).

Забудова міста має доволі компактну структуру, місто розташоване на обидвох берегах р. Дніпро. Частина міста на лівому березі – лінійна та неоднорідна за функціональним зонуванням. Житлова забудова розчленовуються транспортними й комунікаційними коридорами, витягнута вздовж берегу, а також безпосередньо примикає до територій промислового призначення. Дві третини (до 70%) житлової забудови знаходяться у зонах промислового впливу. Правобережна частина міста більш компактна, зонування правобережної частини більш функціонально однорідне.

Однак і ця територія, незважаючи на відсутність «важкої» промисловості має свій промисловий потенціал та піддається антропогенному впливу. Правобережна частина, хоча і відносно сприятлива в екологічному плані, не має достатньо розвинених транспортних зв'язків з

іншими районами міста, котрі розташовані в його лівобережній частині та центром Запоріжжя. Місто має невеликий резерв вільних територій можливих до освоєння під житлову забудову в існуючих межах.

Адміністративно місто має поділ на 7 районів: Дніпровський, Вознесенівський, Олександрівський, Заводський, Хортицький, Комунарський та Шевченківський. Найменш населені – Олександрівський район (центр міста) та Заводський райони (промислова зона).



1. Олександрівський
2. Заводський
3. Комунарський
4. Дніпровський
5. Вознесенівський
6. Хортицький
7. Шевченківський

Рис. 2.1– Адміністративний поділ міста Запоріжжя

Територія міста Запоріжжя в межах міської ради становить близько 33 тис. га. За показником витрати території на 1000 жителів, що складає відповідно 39 га, Запоріжжя знаходиться на приблизно однаковому рівні з іншими схожими містами (Дніпропетровськ – 33 га) та в цілому по міських поселеннях України (40 га).

Доволі значні території зайняті водними просторами (12,8%), близько 8 тис. га зайняті під промисловими, об'єктами комунального сектору, спец території. Невелика доля вільних міських земель, (1,6% від усієї території міста Запоріжжя) роздроблена та дисперсно розташована в плані міста [24].

Місто Запоріжжя розташоване в північній частині Запорізької області, в степовій зоні на півдні України, клімат – степовий атлантико-

континентальний, в літній період – з вираженими посушливими суховіями, які в окремі роки мають інтенсивний характер.

Ріка Дніпро розділяє місто на дві частини: правобережну і лівобережну. Часта зміна циклонів та антициклонів впливає на характер атмосферної циркуляції. Циклони приходять протягом всього року, приносячи з собою повітряні маси з Атлантики і Арктики. Різкі похолодання в основному обумовлені вторгненням арктичних повітряних мас.

Початок зими припадає на кінець листопада – початок грудня, зима помірно м'яка, відсутність стійкого сніжного покриву є частим явищем. Висота сніжного покриву, у середньому, становить близько 14 см, найбільша – 35 см. Взимку переважає доволі нестійка погода з чисельними відлигами, після яких приходить різке похолодання. Весна зазвичай настає в першій декаді березня і зазвичай розвивається стрімко. Літо переважно спекотне та сухе, починається в перших числах травня і триває до початку жовтня, охоплюючи період який становить біля п'яти місяців.

Для осені, яка починається наприкінці вересня, характерне повернення тепла при загальному зниженні температури, початок заморозків. Середньорічна температура повітря $+9,4^{\circ}\text{C}$. Середня температура повітря найтеплішого місяця (липня) $+22,0$, а найбільш холодного (січня) $- 4,2$ морозу. Тривалість періоду без морозів в середньому складає 200 днів. Середньорічна швидкість вітру складає 3 м/с. Вітри північного напрямку є переважними. Максимальна швидкість вітру, сягала 40 м/с, зафіксована в 1969 році. Середньорічна кількість опадів - 510мм. Випадіння опадів нерівномірні, характеризуються значними коливаннями їх кількості, що є причиною нерівномірного зволоження в різні роки. Протягом року опади також випадають нерівномірно, їх більше у теплий період року за рахунок злив. Середня відносна вологість повітря становить 73% за рік.

Середня швидкість вітру складає 3,8 м/сек, на околицях міста може посилюватися до 4,2 м/сек. Швидкість вітру до 28 м/сек (максимальна) спостерігається раз на 15-20 років.

Середня кількість туманів у місті складає 45 днів на рік. Максимальна кількість днів з туманами – 60 на рік.

Кліматичні особливості розташування міста Запоріжжя є наступними – метеорологічні умови несприятливі для розсіювання викидів з джерел забруднення (температурні інверсії, штилі й т.п.), це призводить до накопичення маси викидів промисловості та вихлопних газів транспорту у житлових районах. Система регулювання, контролю забруднення повітря у період несприятливих метеоумов працює неефективно [25, 24].

2.2 Сучасний стан забруднення повітря м. Запоріжжя

В 2019 році згідно даних Головного управління статистики у Запорізькій області про викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел звітувало 524 підприємства (це на 20 підприємств більше, ніж у 2018 році).

Обсяг викидів забруднюючих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами по Запорізькій області у 2019 році склав 173,4 тис. тон [26].

Переважаючий внесок у забруднення повітря міста вносять промислові підприємства, викиди яких складають близько 68 % від загального валового викиду забруднюючих речовин, вклад пересувних джерел сягає 31,4%.

З 2015 року дані по обсягу викидів від пересувних джерел не входять до складу програми обласної статистики. Обрахування кількості викидів здійснюється за показниками використаного палива у статистичній формі

Таким чином загальний обсяг викидів забруднюючих речовин у повітря області складає 252,7 тисяч тон. (таблиця 2.1.).

Таблиця 2.1 – Динаміка викидів в атмосферне повітря, тис. т

Рік	Викиди в атмосферу, тис. тон		Щільність викидів у розрахунку 1 км ² , тонн		Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг	
	Стаціонар ними джерелам и	Пересувн ими джерела ми	Стаціонар ними джерелам и	Пересувн ими джерелам и	Стаціо нарним и джерел ами	Пересув ними джерела ми
2016	167,0	76,071	6,1	2,8	95,6	43,6
2017	180,9	80,189	6,7	2,95	104,5	46,3
2018	174,7	77,345	6,4	2,85	101,9	45,1
2019	173,4	79,278	6,4	2,9	102,2	46,7

В структурі балансу викидів забруднюючих речовин найбільшу частку складають діоксид та інші сполуки сірки, оксид вуглецю, оксиди азоту, пил загальний (речовини у вигляді суспендованих твердих часток) [26].

У відсотковому та валовому розподілі структура викидів м.Запоріжжя має вигляд, представлений на рис. 2.2.

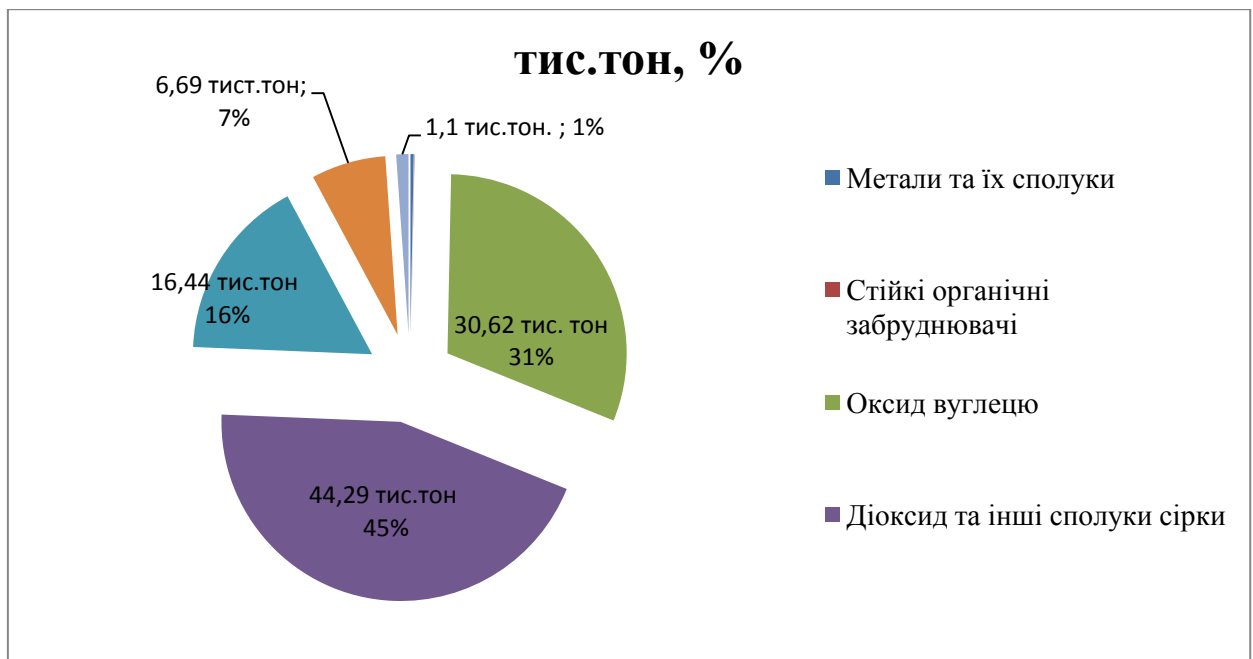


Рис.2.2 – Структура викидів м. Запоріжжя

Розглянемо динаміку сумарних викидів найбільших підприємств області, представлену у таблиці 2.2 в залежності від їх частки вкладу в забруднення стаціонарними джерелами.

Таблиця 2.2 – Динаміка обсягів викидів в атмосферне повітря [27]

№з/ п	Назва підприємства	Динаміка обсягів викидів в атмосферне повітря, тис. т/рік				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	ВП Запорізька ТЕС ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго»	112,5	103,25	91,303	105,24	98,650
2	ПАТ «Запоріжсталь»	59,17	59,125	50,719	50,834	51,83
3	ПАТ «Запорізький завод феросплавів»	15,61	12,986	8,588	7,656	7,061
4	ПрАТ «Запоріжжкокс»	2,996	2,316	1,983	1,946	1,625
5	ПАТ «Запорізький абразивний комбінат»	1,890	1,826	1,766	1,974	2,412
6	ПрАТ «Український графіт»	1,285	1,151	1,082	1,254	1,359
7	ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат» (ДП)	0,852	0,938	0,971	0,92	0,761
8	ПАТ «Дніпроспецсталь»	0,683	0,641	0,722	0,752	0,659
9	ПАТ «Мотор Січ»	0,492	0,665	0,86	0,707	0,548
10	ПАТ «Запоріжвогнетрив»	0,365	0,334	0,327	0,35	0,307
11	ПАТ «Запоріжсклофлюс»	0,157	0,073	0,085	-	Відс. дані
12	ПАТ «Запорізький автомобілебудівний завод»	0,173	0,064	0,006	-	Відс. дані

Серед підприємств, які складають основу балансу забруднення атмосфери Запорізької області (таблиця 2.2.) – підприємства теплоенергетики, важкої металургії, виробництва кольорових металів, хімічної промисловості, машинобудування та харчової промисловості.

2.3 Екологічна характеристика підприємств Шевченківського району

Шевченківський район – адміністративний, економічний і культурний район міста Запоріжжя. Найбільший в місті за площею – 98 км², [28] та за чисельністю населення – 150 тисяч осіб. Шевченківський район займає третю частину всієї території м. Запоріжжя та межує із Заводським, Комунарським та Олександрівським районами.

Район складається з житлових масивів із переважанням висотних забудов: 1-го, 2-го та 3-го Шевченківського мікрорайонів, а також дрібних мікрорайонів.

Житловий фонд становить 1627,7 тис. м² у 649 будинках, з них: 180 – будинків співвласників багатоповерхових будівель, 32 житлово-будівельні кооперативи та 21 гуртожиток. Близько 20 тисяч будинків приватного сектору. Транспортна інфраструктура складається з 4 трамвайних маршрутів та 25 загальноміських автобусних маршрутів.

Площа приватного сектору займає 18,6 тис. м². Селища приватної забудови: Будівельник, Військбуд, ДД, Димитрова, Зелений Яр, Калантирівка, Леваневського тощо [29] .

Промисловість Шевченківського району міста Запоріжжя – це виробничий комплекс, який налічує 250 підприємств всіх форм власності. Внесок промислового потенціалу – п'ята частина всієї реалізованої продукції міста. На території Шевченківського району знаходяться 19 бюджетоформуючих підприємств: ПАТ «Мотор Січ», ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат», Виробничий підрозділ «Запорізький олійноекстракційний завод» ТОВ «Оптімусагротрейд», ДП «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; Казенне підприємство «Науково-виробничий комплекс «Іскра», Виробничий підрозділ «ЗЖК» ТОВ «Щедро», ТОВ «Запорізький сталеливарний завод», Державне підприємство «Запорізький

державний авіаційний ремонтний завод «МіГремонт»; ТОВ «АЙС Запоріжжя» тощо [29].

На території району розташований міжнародний аеропорт «Запоріжжя». Середній та малий бізнес району – це близько 12 тисяч підприємців [29].

Обсяг валових викидів забруднюючих речовин визначається за формою статистичної звітності 2 тп повітря відповідно до наказу Держстату 06.07.2018 № 124 «Про затвердження форми державного статистичного спостереження № 2-ТП (повітря) (річна) «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів» [30]. За цією формою звітують лише підприємства 1 та 2 групи.

Звітування про обсяги викидів поширюється на юридичних осіб та філії, відокремлені підрозділи, які мають стаціонарні джерела викидів, за переліком Держстату відповідно до затвердженої методології. Методологічні положення з організації державного статистичного спостереження з охорони повітря затверджено наказом Держстату від 23 березня 2016 року № 44.

У розділах 3, 4 цих Методологічних положень вказано, що обстеженням охоплюються об'єкти, які перебувають на державному обліку за величинами потенційних викидів та парникових газів в атмосферу відповідно до постанови Кабінету Міністрів України «Про затвердження Порядку ведення державного обліку в галузі охорони атмосферного повітря» від 13 грудня 2001 року № 1655 (далі – Постанова № 1655). Кількість підприємств- суб'єктів господарювання (СГ) Шевченківського району, які звітують за формою 2 тп повітря: у 2016 – 58 підприємств, 2017 – 53, 2018 – 49 та 2019 – 50 СГ.

При цьому викиди від СГ 3 групи (які мають джерела викидів, а технологічне обладнання яких здійснює викид забруднюючих речовин в повітря) – не враховуються у загальних валових показниках. З 250 СГ та 12 тисяч СГ малого бізнесу звітує по валовому надходженню полютанів в середньому 52 СГ, що складає близько 20% від загальної кількості всіх СГ

району. Слід зазначити, що навіть СГ малого бізнесу можуть здійснювати діяльність, пов'язану з забрудненням довкілля (наприклад опалювальні котельні у магазинах, фарбувальні та зварювальні, шиномонтажні установки на СТО, різноманітні печі на твердому паливі для приготування фаст-фуду, тощо), зазвичай ці джерела є низько емісійними. Оскільки значна частина СГ знаходиться поза зоною статистичної звітності, реальна картина техногенного впливу наразі не відображена у статистичних показниках.

Динаміка викидів забруднювальних речовин в атмосферу від стаціонарних джерел по місту та окремо по Шевченківському району (складено на основі форми 2тп повітря підприємств Шевченківського району), всього забруднювальних речовин, тис.т/рік забруднення у м.Запоріжжя (у т.ч. Шевченківський р-н) наведена у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел по місту та окремо по Шевченківському району

Роки	2016	2017	2018	2019
Обсяг викидів, тис. тон				
м. Запоріжжя	70,2	69,9	71,3	69,7
Шевченківський р-н	3,874	4,001	4,15	3,993

У структурі міського розподілу валових викидів Шевченківський район в середньому має близько 5,7 % (рис.2.3).

Відсоток вкладу промислових підприємств зазначеного району незначно коливається від 5,5% у 2016 році, до 5,7 % у 2017 та 2019 роках, найвищі значення вкладу спостерігалися у 2018 році – 5,8%.

В той же час вклад різних поллютантів суттєво різняться, найбільшими за часткою вкладу є викиди пилу.

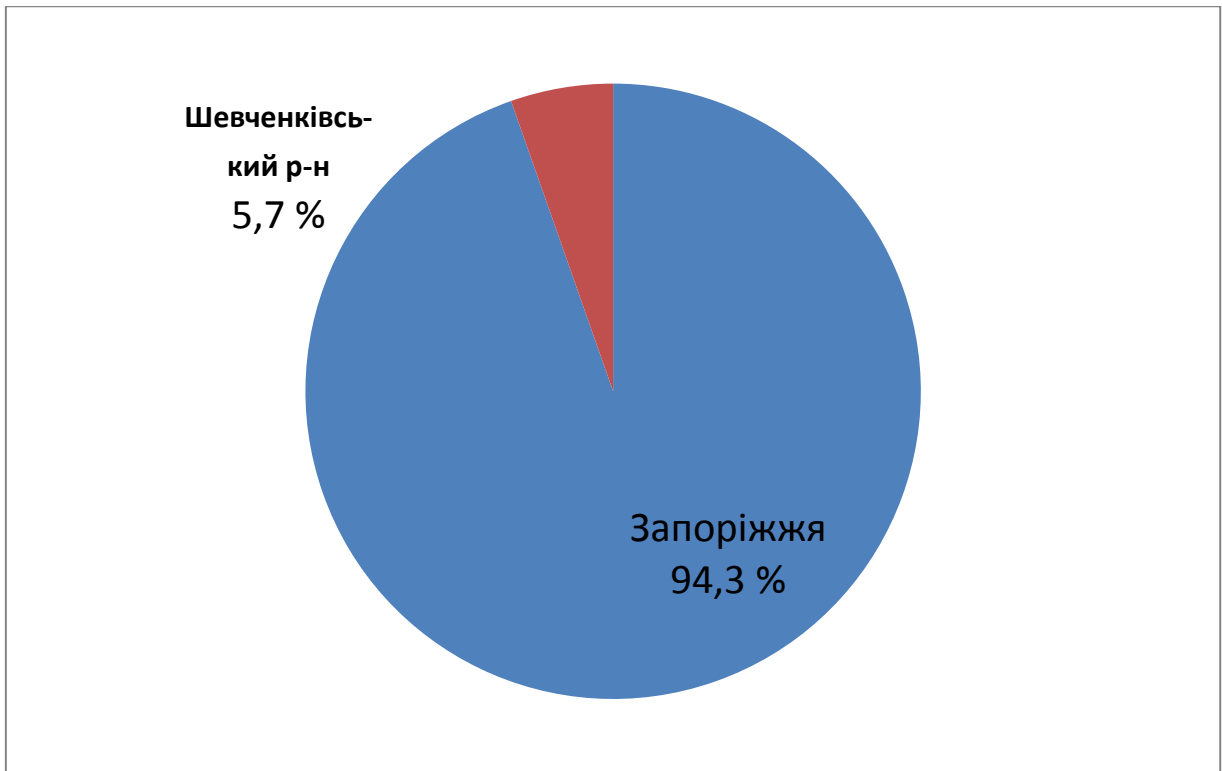


Рис.2.3 – Частка викидів стаціонарними джерелами Шевченківського району у загальноміському балансі.

Розподіл балансу по окремим речовинам свідчить про неоднорідність вкладу (наприклад по пилю вклад підприємств Шевченківського району сягає 16 % у 2017 році) і виглядає наступним чином (на прикладі 2017 року):

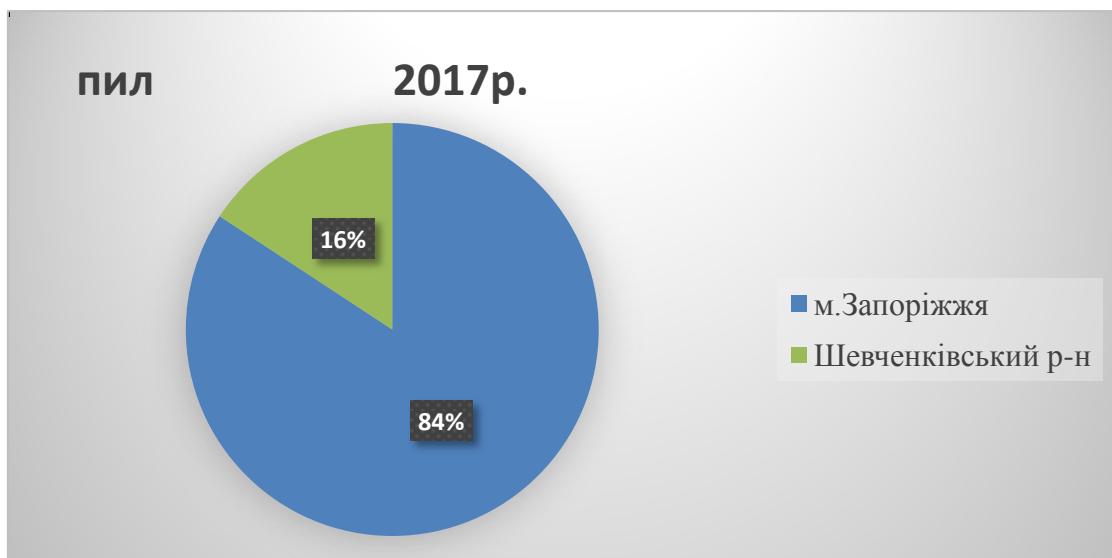


Рис.2.4 – Частка вкладу викидів пилю стаціонарними джерелами Шевченківського району у баланс викидів м. Запоріжжя

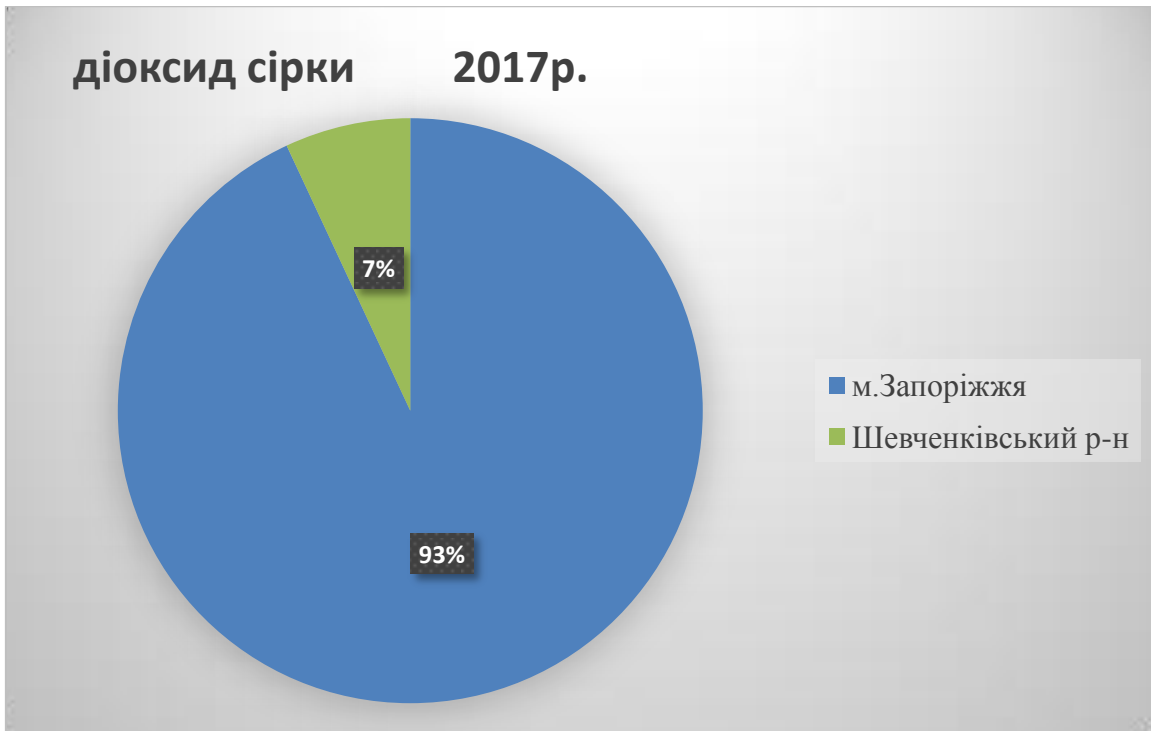


Рис.2.5 – Частка вкладу викидів діоксиду сірки стаціонарними джерелами Шевченківського району у баланс викидів м. Запоріжжя

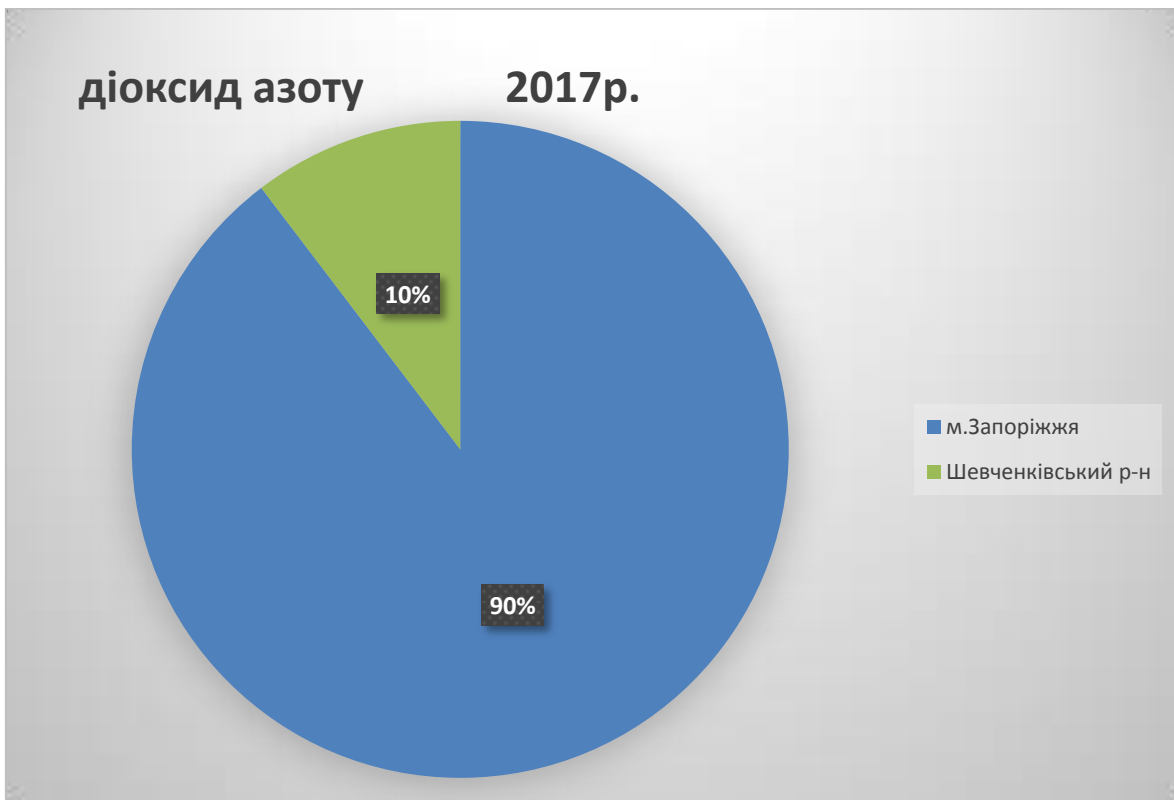


Рис.2.6 – Частка вкладу викидів діоксиду азоту стаціонарними джерелами Шевченківського району у баланс викидів м. Запоріжжя

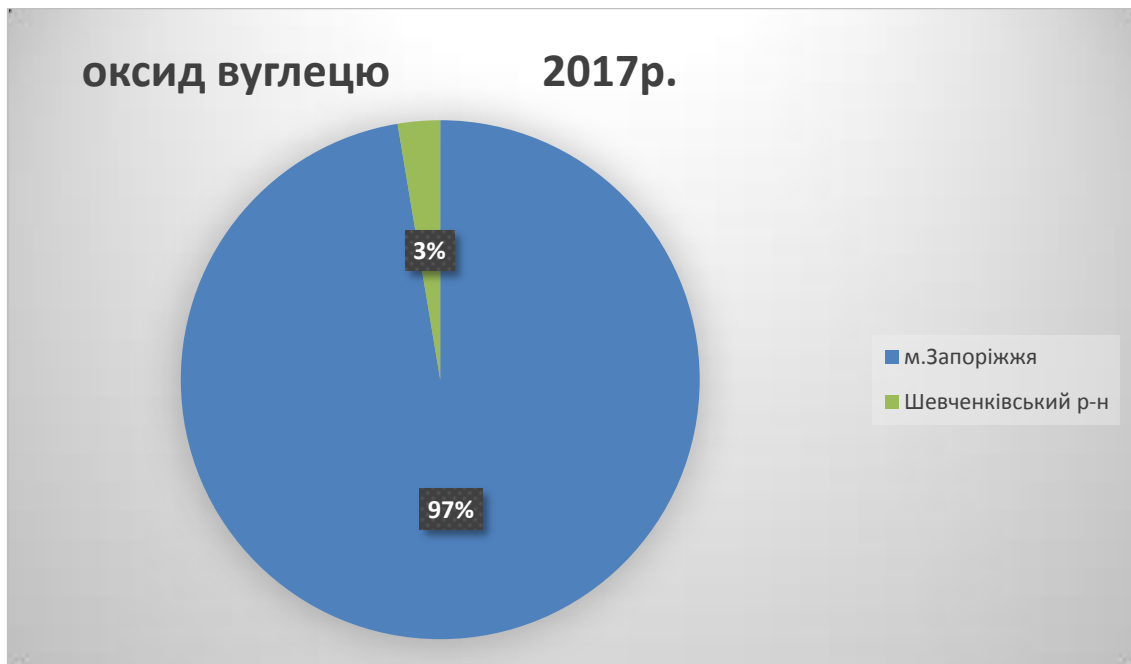


Рис.2.7 – Частка вкладу викидів оксиду вуглецю стаціонарними джерелами Шевченківського району у баланс викидів м. Запоріжжя

Викиди від найбільших промислових підприємств Шевченківського району, які звітують за статистичною формою 2 тп повітря представлені у таблиці 2.4 (складено автором за результатами обробки звітів за формою 2 ТП повітря, Додаток А).

Таблиця 2.4 – Викиди від найбільших промислових підприємств Шевченківського району

	Назва підприємства	Динаміка обсягів викидів в атмосферне повітря, т/рік			
		2016	2017	2018	2019
1	2	3	4	5	6
1	ПАТ «Запорізький абразивний комбінат»	1766,265	1973,731	2487,978	2412,435
2	ПАТ «Мотор Січ»	866,476	713,370	602,537	574,749
3	ПАТ «Запорізький оліяжиркомбінат»	361,156	498,355	-	-
4	ВП «Запорізький олійноекстраційний завод» ТОВ «Оптімус плюс»	290,354	239,786	553,468	545,091

Продовження табл. 2.4

1	2	3	4	5	6
5	Філія концерну «Міські теплові мережі» Шевченківського району	116,614	96,350	113,074	93,882
6	ТОВ «Запорізький сталеливарний завод»	95,874	111,547	75,738	62,038
7	ТОВ «Запорожспецсплав»	89,976	53,064	57,816	39,581
8	КП «Науково-виробничий комплекс «Іскра»	53,112	54,656	24,650	9,439
9	Філія «Запорізька дорожньо-експлуатаційна дільниця» ДП «Запорізький облавтодор»	25,517	27,408	14,549	21,060
10	ТОВ «Торговий дім «Щедро»	4,466		5,092	3,361
11	ПАТ «Запоріжнерудпром»	25,051	25,051	25,431	27,718
12	ДП «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г.Івченка	21,046	21,505	21,124	15,902

Динаміка валових викидів в розрізі окремих забруднюючих речовин підприємств Шевченківського району за формою 2 тп повітря за 2016-2019 рр представлена в Додатку А.

В структурі балансу забруднення повітря по Шевченківському району викиди розподілені наступним чином – найбільшу частку вносить ПАТ «Запоріжбразив». Викиди цього підприємства є найбільшими. Також суттєву частку у забруднення вносять ПАТ «Мотор Січ» та ВП «Запорізький олійноекстраційний завод» ТОВ «Оптімус плюс», кожен з яких додає у баланс забруднення по 600 тон/рік та філія концерну «Міські теплові мережі» Шевченківського району викиди якої складають близько 100 тон.

Динаміка валових викидів в розрізі окремих забруднюючих речовин підприємств Шевченківського району представлена на рис. 2.8

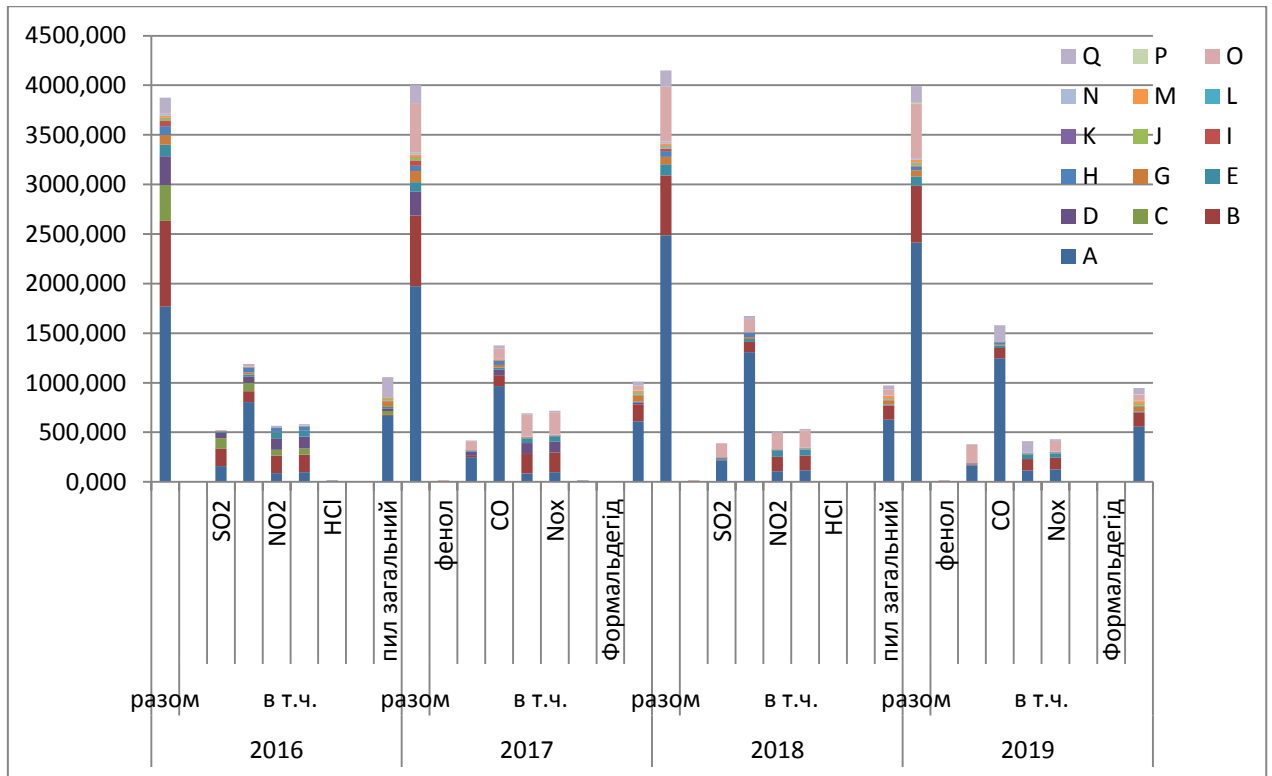


Рис. 2.8 – Динаміка валових викидів в розрізі окремих забруднюючих речовин підприємств Шевченківського району. Позначки до таблиці у додатку А.

Динаміка викидів підприємствами Шевченківського району, які звітують за формою 2тп повітря, 2016-2019 роки у структурі балансу забруднення міста по окремим речовинам представлена на діаграмі (рис.2.9)



Рис. 2.9 – Динаміка викидів пилу стаціонарними джерелами Шевченківського району у баланс викидів м. Запоріжжя

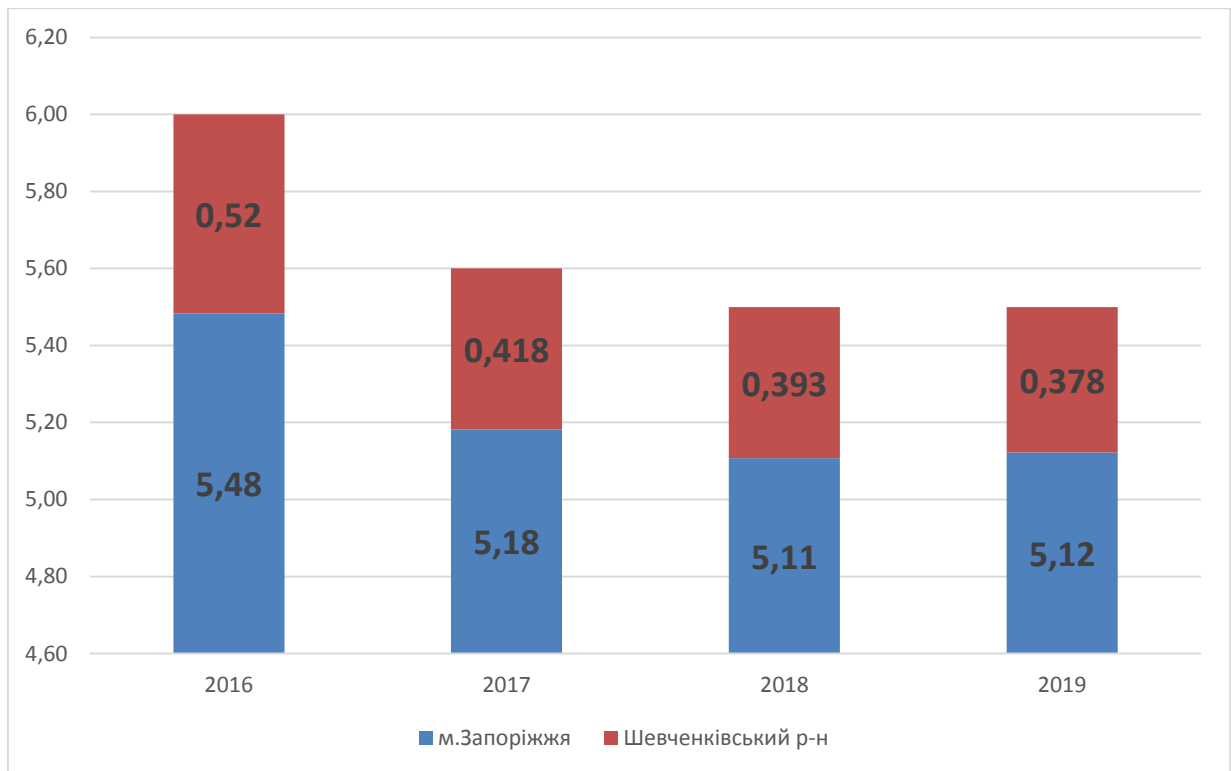


Рис. 2.10 – Динаміка викидів діоксиду сірки стаціонарними джерелами Шевченківського району у баланс викидів м. Запоріжжя

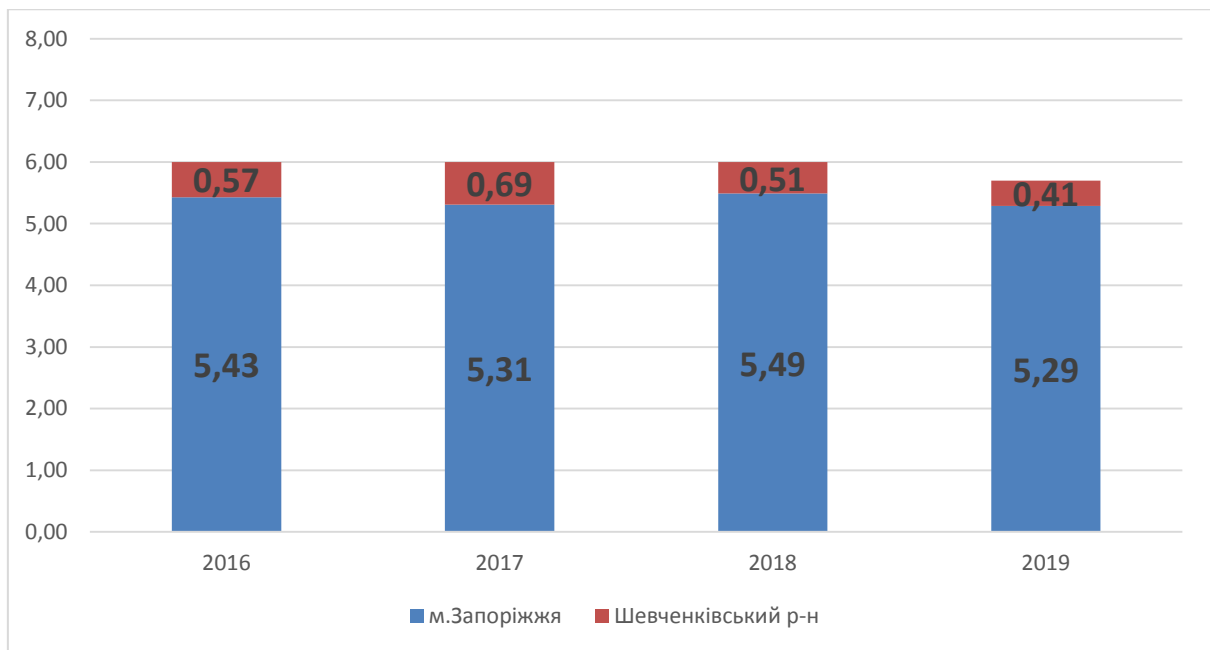


Рис. 2.11 – Динаміка викидів діоксиду сірки стаціонарними джерелами Шевченківського району у балансі викидів м. Запоріжжя

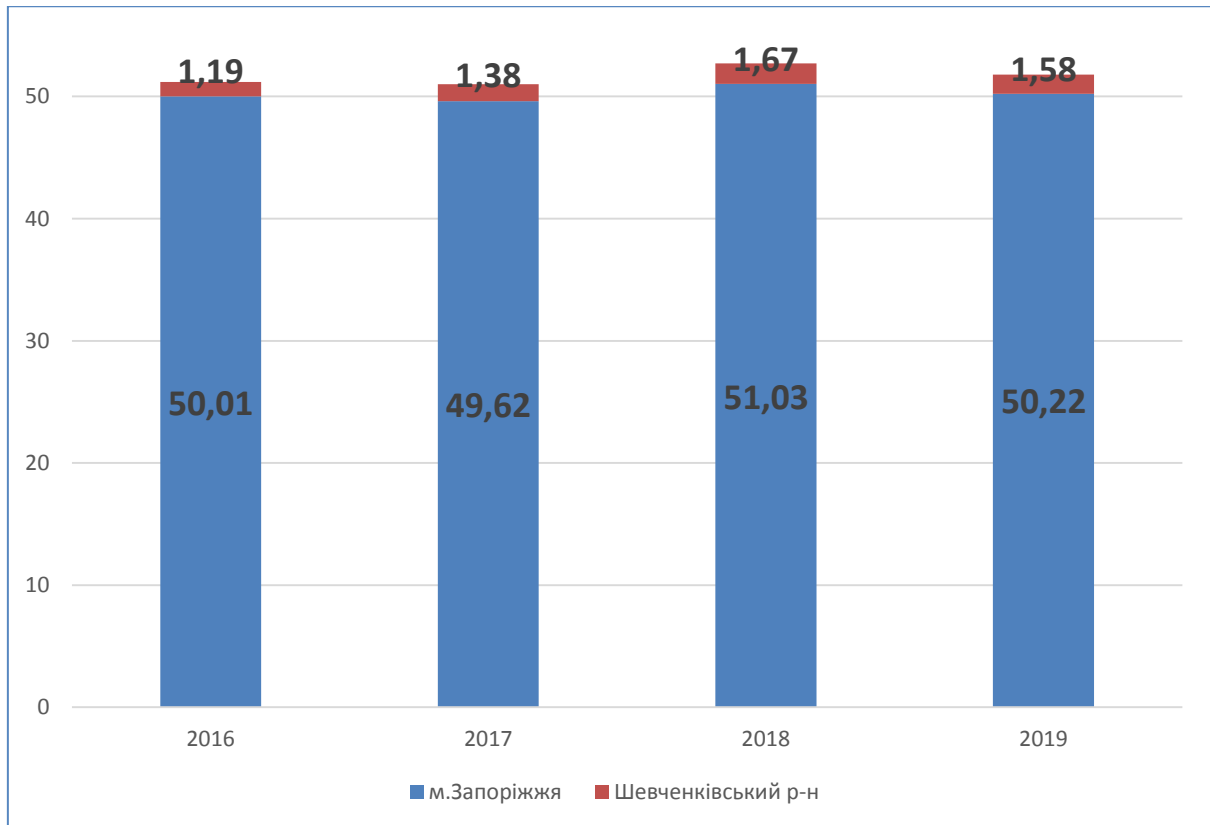


Рис.2.12 – Динаміка викидів оксиду вуглецю стаціонарними джерелами Шевченківського району у балансі викидів м. Запоріжжя

Розподіл викидів по речовинам, підприємства Шевченківського району за 2016-2019 роки за формою 2 тп повітря представлений на діаграмах Додатку А (рис. А 1- А 4).

2.4 Моніторинг якості повітря міста Запоріжжя

Атмосферне повітря є природним ресурсом, який забезпечує життєдіяльність не тільки живих організмів, а й умов стану всіх природних ресурсів і життєдіяльність в загалі. Саме тому від його екологічного стану суттєво залежить здоров'я живих істот, і умови існування планети Землі.

Крім прямого впливу на здоров'я людини, забруднення повітря впливає на всіх інших живих істот, які вимушені мігрувати в пошуках

чистішого середовища існування і це призводить до розбалансованості екосистем.

Антропогенний вплив забруднення атмосфери складає близько 0,5 % від загального забруднення природними явищами, але саме цей тип забруднення має найбільш негативний вплив.

За умов довготривалого впливу джерел антропогенного походження особливого значення набувають компоненти довкілля, які мають безпосередній вплив на безпеку життєдіяльності та якості життя як людини так і всіх живих істот. За добу людина за добу вдихає до 30 кілограмів повітря, що чи не в 15 разів більше від кількості випитої нею впродовж доби рідини.

Викиди шкідливих речовин, що надходять в атмосферу від антропогенних джерел, перемішуються, переміщаються і вимиваються з неї. В повітряному басейні відбуваються фотохімічні процеси, що призводять до появи нових з'єднань, іноді більш шкідливих, ніж вихідні. Адекватний аналіз рівнів забруднення атмосферного повітря неможливий без точного визначення кількості шкідливих домішок, що у ньому присутні. Дані про концентрації забруднюючих речовин у повітрі отримуються на мережі контрольно-вимірних постів, що є частиною державної системи моніторингу довкілля.

В умовах дотримання належної якості повітря великого значення набуває адекватна система моніторингу довкілля, зокрема спостереження за станом атмосферного повітря.

Відносини у сфері моніторингу довкілля регулюються статтею 22 Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», Постановою КМУ від 30 березня 1998 р. № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля», у сфері атмосферного повітря – Законом України «Про охорону атмосферного повітря» (ст. 32. Моніторинг у галузі охорони атмосферного повітря), атмосферного повітря – Постановою КМУ від 14 серпня 2019 р. № 827 «Деякі

питання здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря».

В м. Запоріжжі державний моніторинг якості повітря проводиться Запорізьким центром гідрометеорології на 5-ти стаціонарних постах спостереження за станом забруднення навколишнього природного середовища (ПСЗ) в 3-х районах міста – Дніпровському, Вознесенівському, Олександрівському, з яких 4 поста розташовані на лівому березі Дніпра, з періодичністю відбору проб 5 днів на тиждень, 3-4 рази на добу (рис. 2.17).

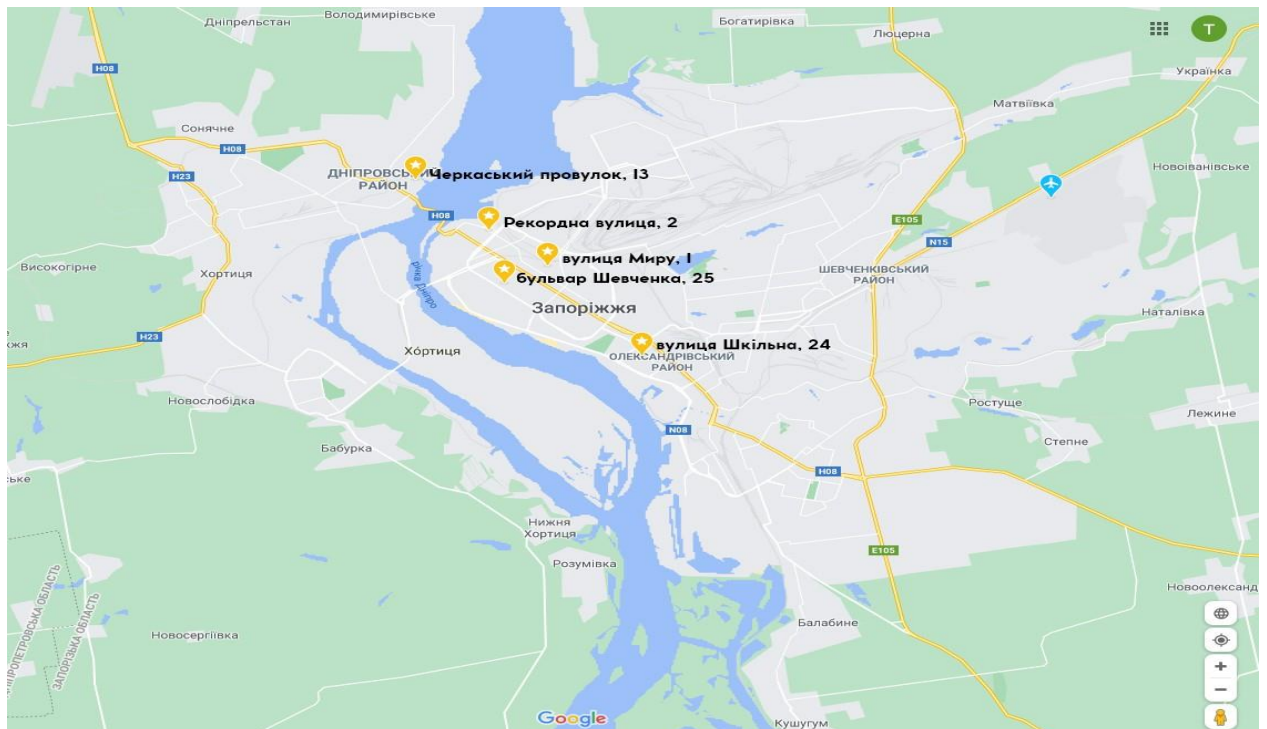


Рис. 2.17 – Схема розташування ПСЗ ЗЦГМ м.Запоріжжя

Кожний пост працює за програмою, що розроблена спеціально для нього (з урахуванням місця розташування, близькості до джерел викидів, інших чинників). Спостереження виконуються за повною (01, 07, 13 та 19 години) або скороченою програмою (7 та 19 години) протягом всього року, крім вихідних та святкових днів. Місця розташування, перелік забруднюючих речовин та клас їх небезпеки наведені у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Місця розташування, перелік забруднюючих речовин та клас їх небезпеки

№з/ п	ПСЗ	№9 Вул. Рекордна, 2	№10 Б. Шевченка, 25	№11 Вул. Миру, 1	№12 Вул. Шкільна, 24 а	№13 Пров. Черкаський
	Інгредієнти (клас небезпеки)					
1.	Пил загальний (завислі речовини) (3)	+	+	+	+	+
2.	Двоокис азоту (3)	+	+	+	+	+
3.	Оксид азоту (3)			+		
4.	Двоокис сірки (3)	+	+	+	+	+
5.	Оксид вуглецю (4)	+	+	+	+	+
6.	Сірководень (2)	+	+	+		
7.	Фенол (2)		+	+	+	
8.	Формальдегід (2)			+		
9.	Фтористий водень (2)	+				
10.	Хлористий водень (2)				+	+

На всіх ПСЗ визначається вміст основних забруднювальних домішок – завислі речовини (пил), діоксид сірки, оксид вуглецю і діоксид азоту. На одному посту – вміст розчинних сульфатів і оксиду азоту. За вмістом специфічних речовин – сірководень, фенол, фтористий водень, хлористий водень, формальдегід спостереження проводяться на окремих постах з урахуванням викидів промислових підприємств, розташованих поблизу ПСЗ, а також в районах найбільш завантажених автомагістралей міста.

Оскільки систему спостережень за забрудненням довкілля було сформовано 25-40 років тому то й стан приладів для вимірювань складу атмосфери, за якою на сьогодні проводяться спостереження, відповідає науково-технічному рівню 70-х років минулого століття. Відтак її технічні можливості є обмеженими, а сама система потребує здійснення негайної модернізації та заміни приладів для вимірювання. Наявна мережа спостережень ні за своїм складом, ні за переліком параметрів, що вимірюються, ні за технічним оснащенням не відповідає сучасному рівню,

зокрема, вимогам Директиви № 2008/50/ЄС стосовно проведення моніторингу якості атмосферного повітря та Директиви № 2004/107/ЄС щодо концентрацій миш'яку, кадмію, ртуті, нікелю і поліциклічних ароматичних вуглеводнів в атмосферному повітрі.

Дослідження стану забруднення атмосферного повітря на постах спостереження ЗЦГМ проводяться лише в Запоріжжі, інші міста області не охоплені мережею постів спостережень.

Оцінка стану забруднення повітря здійснюється за показниками середньомісячних концентрацій у кратності перевищень встановлених середньодобових гранично-допустимих концентрацій (далі – ГДК) по пріоритетним забруднюючим речовинам.

Пріоритетними речовинами є ті, вклад яких у баланс забруднення повітря міста є найбільшим. Саме за пріоритетними речовинами здійснюються спостереження на стаціонарних постах гідрометеологічної служби.

Згідно Закону України [31] для обмеження забруднення та можливості контролю стану повітряного середовища Міністерством охорони здоров'я України (МОЗ) встановлюються гранично допустимі концентрації (ГДК) забруднюючих атмосфери речовин (ЗР). Оцінка стану забруднення атмосферного повітря проводиться шляхом порівняння забруднюючих речовин з відповідними гранично допустимими концентраціями.

Забруднювальними речовинами повітря називаються хімічні сполуки, які присутні в атмосфері й впливають на здоров'я людини, стан тваринного, рослинного світу й мікроорганізмів та спричиняють руйнування матеріалів [32].

Гранично допустима концентрація – це максимальна концентрація шкідливої речовини (ШР) в АП, віднесена до певного часу усереднення, яка при періодичному впливі або упродовж усього життя людини не впливає і не вплине негативним чином на нього і на довкілля в цілому [33].

Для оцінки якості атмосферного повітря встановлено такі категорії ГДК: середньодобова (ГДК_{сд}), максимально разова (ГДК_{мр}) і робочої зони (ГДК_{рз}).

Розроблено чотири класи небезпеки ШР: 1 – надзвичайно небезпечні; 2 – високо небезпечні; 3 – помірно небезпечні; 4 – мало небезпечні [33].

ГДК та класи небезпеки основних ЗР наведено в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Величини гранично допустимих концентрацій забруднювальних речовин в атмосферному повітрі населених місць [34]

№ п/п	Найменування речовини	Максимально-разова ГДК _{м.р.з} , мг/м ³	Середньодобова ГДК _{с.д.} , мг/м ³	Клас небезпеки речовини
1.	Пил (завислі)	0,5	0,15	3
2.	Діоксид сірки	0,5	0,05	3
3.	Оксид вуглецю	5,0	3,0	4
4.	Діоксид азоту	0,20	0,04	3
5.	Оксид азоту	0,40	0,06	3
6.	Фенол	0,01	0,003	2
7.	Фтористий водень	0,02	0,005	2
8.	Хлористий водень	0,2	0,2	2
9.	Формальдегід	0,035	0,003	2
10.	Бенз(а)пірен	-	0,1 мкг / 100 м ³	1
11.	Сірковуглець	0,03	0,005	2
12.	Сірководень	0,008	-	2

ГДК_{сд} – встановлюється для попередження загальнотоксичного, канцерогенного, мутагенного та інших впливів токсикантів на організм людини [13]. Речовини, які оцінюються за середньодобовими нормами,

мають здатність до тимчасового або постійного накопичення в організмі людини.

$ГДК_{\text{мр}}$ – встановлюється для уникнення рефлексорних реакцій у людини (відчуття запаху, світлочутливості, біоелектричної активності головного мозку) при короткочасному впливі атмосферних домішок [33]. За максимально разовим нормативом оцінюються речовини із запахом або ті, що впливають на інші органи чуття людини.

$ГДК_{\text{рз}}$ – рівень концентрації інгредієнта, при якому у робітників за умови щоденного вдихання протягом 8 годин (але не більше 41 годин на тиждень) не виникне захворювань, не призведе до погіршення стану здоров'я у віддаленій перспективі. Під робочою зоною визначено шар повітряного простору висотою 2 м, локація постійного або тимчасового робочого місця [33].

Слід відзначити, що до 2011 р. діоксид азоту був віднесений до 2 класу небезпеки з більш жорсткими ГДК.

Визначення вмісту бенз(а)пірену в атмосферному повітрі міст України на мережі моніторингу гідрометслужби припинено з 2014 р. у зв'язку з ліквідацією Донецької регіональної лабораторії атмосфери, яка проводила обробку пилових фільтрів на вміст бенз(а)пірену.

Нової лабораторії по визначенню поліциклічних ароматичних вуглеводнів в атмосферному повітрі в системі гідрометслужби не створено.

2.5 Якість атмосферного повітря в м. Запоріжжі

Оцінка стану атмосферного повітря за 2019 рік здійснювалась за величинами середньомісячних концентрацій у кратності перевищень середньодобових ГДК по пріоритетним полютантам. Пріоритетними є

речовини, які вносять найбільший вклад в баланс забруднення атмосфери. [49].

Перелік пріоритетних забруднюючих речовин, їх максимально разові та середньодобові граничні концентрації [34] наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Значення ГДК забруднюючих речовин атмосферного повітря

Забруднююча речовина	Середньодобові гранично допустимі концентрації, (мг/м ³)	Максимально разові допустимі концентрації, (мг/м ³)
Пил (зависли речовини)	0,15	0,50
Двооксид сірки	0,05	0,50
Оксид вуглецю	3,0	5,0
Двооксид азоту	0,04	0,2
Оксид азоту	0,06	0,40
Формальдегід	0,003	0,035
Фенол	0,003	0,01
Хлористий водень	0,20	0,20
Фтористий водень	0,005	0,02

В середньому, щороку, у повітрі Запоріжжя гідрометеологічною службою фіксується близько 8% перевищень ГДК_{сд} (таблиця 2.8) з невеликими коливаннями.

Таблиця 2.8. – Динаміка перевищень ГДК забруднюючих речовин в житловій забудові міста Запоріжжя за даними ЗЦГМ, %

Період, рік	2015	2016	2017	2018	2019
% перевищень ГДК	9,08	7,63	9,07	7,21	8,1

Значення найбільших середніх та максимальних концентрацій пріоритетних речовин (в кратності ГДК) в повітрі міста Запоріжжя за 2015-2019 рр. наведено у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Найбільші середні і максимальні концентрації забруднюючих речовин (в кратності ГДК) в атмосферному повітрі міста Запоріжжя за 2015-2019рр.

Речовини		Пил	SO ₂	NO ₂	NO _x	CO	CH ₂ O	Фенол	HF	HCl	H ₂ S
Середня концентрація	2015	0,7	0,2	2,2	1	0,3	1,7	2	0	0,2	-
	2016	0,7	0,2	2	1	0,3	1,7	2	0	0,2	-
	2017	0,7	0,2	2,2	1	0,3	1,3	2	0	0,2	-
	2018	0,7	0,1	2	0,8	0,3	1,3	2	0	0,2	-
	2019	1,1	0,2	2,2	1	0,4	2	2,3	0,2	0,2	-
Максимальна з разових концентрацій	2015	1	0,05	1,6	0,4	1,2	0,4	1,5	0	0,6	1
	2016	1,6	0,04	2,2	0,4	1,4	0,5	1,5	0,2	0,6	1,1
	2017	2,8	0,04	1,9	0,4	1,2	0,4	1,5	0,1	0,6	1
	2018	1,4	0,04	1,4	0,3	1,2	0,3	1,8	0,4	0,5	0,9
	2019	1,4	0,04	1,2	0,3	1,2	0,4	1,5	0,2	0,6	1,1

З діаграми на рис. 2.17 видно, що вміст у повітрі двоокису азоту, фенолу, хлористого водню зберігає значення практично на одному рівні, дещо знизився вміст за 2018-2019 рр двоокису сірки та окису азоту. По окису

вуглецю та пилю спостерігається незначне підвищення вмісту, однак по формальдегіду у 2019 році спостерігається суттєве збільшення вмісту. Рівні забруднення повітря в м. Запоріжжя, які можна віднести до категорії «високі та екстремально високі» протягом 2015-2019 років не зареєстровані.

Зберігається монотонна стабільність перевищення встановлених ГДК по двоокису азоту, фенолу та формальдегіду.

За даними звітів Центральної геофізичної обсерваторії ім. Срезневського [48] за період 2016-2019 величини ІЗА у Запоріжжі коливаються на рівні 8, що відповідає рівню «небезпечний».

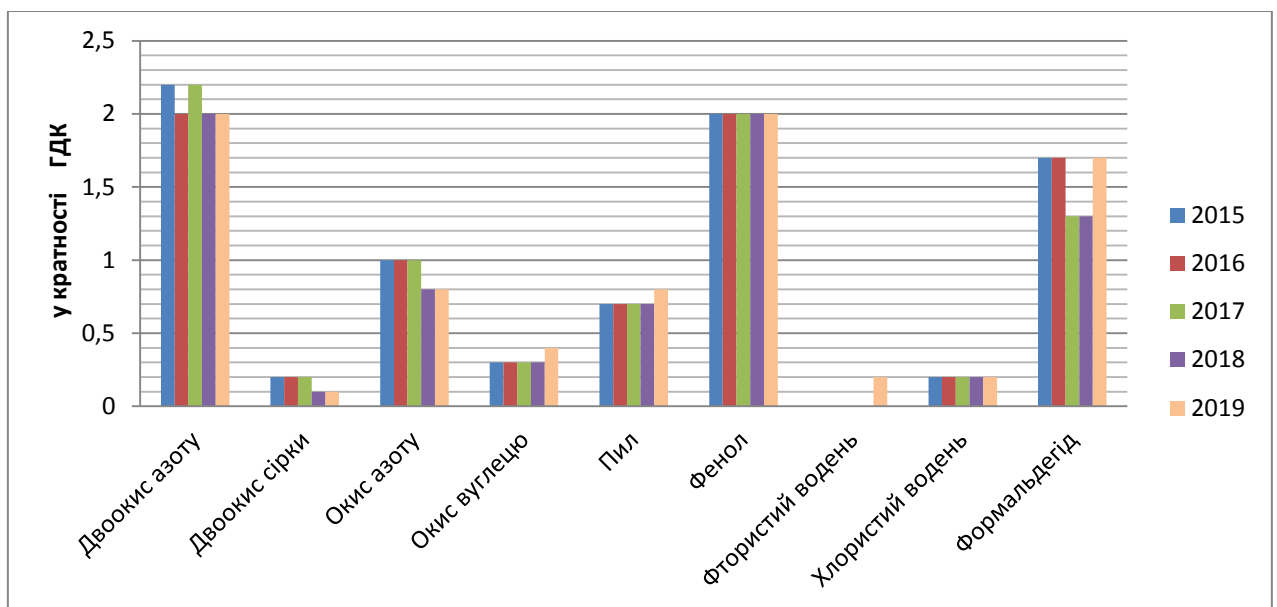


Рис. 2.17 – Динаміка середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя

Однак дещо інша картина складається при аналізі даних моніторингових досліджень ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України». Відсоток проб з перевищеннями значно відрізняється від даних ЗЦГМ.

Кількість проведених вимірювань в середньому складає близько 1300 вимірювань за рік. Однак, у 2020 році за 10 місяців року проведено більше 1600 вимірювань (таблиця 2.10). Також значно відрізняється у 2020 році і кількість вимірювань з перевищенням ГДК.

Частково це можна пояснити тим, що лабораторія ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» здійснює виїзди за скаргами жителів, однак значущу роль також відіграє автоматизований відбір проб.

Таблиця 2.10 – Динаміка перевищень ГДК забруднюючих речовин, зафіксованих ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» в житловій забудові міста Запоріжжя, %

Період, рік	Кількість вимірювань	перевищень ГДК	
		Кількість вимірювань з перевищеннями	%
2015	1456	231	15,86
2016	1368	220	16,08
2017	1237	221	17,86
2018	1191	211	17,72
2019	1382	205	14,8
2020(станом на 01.09.2020)	1641	410	24,99

По Дніпровському та Шевченківському районах кількість зафіксованих перевищень збільшилася у 6-7 разів, найбільший відсоток зафіксований у Хортицькому районі, який раніше не був охоплений спостереженнями та Олександрівському, в якому цей показник з 2 зареєстрованих перевищень у 2019 році, за 9 місяців 2020 року сягнув до 34. Комунарівський район залишається найбільш безпечним з точки зору зафіксованих перевищень спостережень(таблиця 2.11).

Протягом року перевищення гігієнічних нормативів в атмосферному повітрі обумовлювали наступні показники: пил (26,8 % від загальної кількості відхилень), фенол (35,2 %), сірководень (23,9 %), сірковуглець (10,7 %), азоту діоксид (2,9 %), аміак (разово), перевищення яких реєструвались в межах від 1,1 до 2,9 ГДК [26].

Таблиця 2.11 – Відсоток перевищень, від загальної кількості

Район міста/ рік	Кількість вимірювань		
	2018	2019	2020 (01.09.2020)
	1191	1382	1641
	% зафіксованих перевищень		
Вознесенівський	39	41,9	42,5
Заводський	37,5	39,5	69,11
Шевченківський	6,3	8,8	46,34
Дніпровський	17,3	7,8	45,13
Олександрівський	1	2	34,72
Хортицький	0	0	25,00
Комунарівський	0	0	4,88

Найбільше забруднення атмосфери в 2019 році зафіксовано у Вознесенівському (41,9 % від загальної кількості перевищень), Заводському (39,5 %), Шевченківському (8,8 %), Дніпровському (7,8 %) районах. В Олександрівському районі зазначена кількість становила 2 %. У Хортицькому та Комунарському районах перевищення не реєструвались.

З 2020 року в Запорізькій області функціонує мобільна лабораторія моніторингу довкілля. Рішеннями Запорізької обласної ради від 08.06.2017 № 85 та міської ради від 25.05.2016 №46 ухвалені Програми відновлення функціонування у м. Запоріжжі пересувної лабораторії моніторингу довкілля Державної установи «Запорізький ОЛЦ МОЗ України».

З початком роботи мобільної лабораторії у 2020 році спостерігається значний стибок зафіксованих перевищень у районах міста, які усталено вважаються «чистими» від забруднення.

Сучасне обладнання та аналітично-вимірювальні прилади, якими оснащена мобільна лабораторія, автоматизований відбір проб дозволяють проводити значно більшу кількість спостережень, що дає більш повну картину щодо забруднення повітря у місті, особливо у районах, де відсутні спостереження гідрометеорології.

РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ОЦІНКИ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

3.1 Аналіз методів визначення рівня забруднення атмосферного повітря у світі

Розрахунок індексу забруднення повітря (ІЗА) ґрунтується на твердженні, що все забруднювачі, які не перевищують гранично допустиму концентрацію, мають однаковий вплив на організм людини. При цьому ступінь їх шкідливості залежить від класу небезпеки і збільшується зі збільшенням їх концентрації [12].

Для порівняння ступеня забруднення повітря в різних містах використовується показник сумарного ІЗА – комплексний індекс забруднення атмосфери (КІЗА). Однак, такий метод можливий за умови, що у порівнюваних містах проводяться спостереження за концентраціями однакового набору речовин. В той же час набір вимірюваних забруднюючих речовин в різних містах, подекуди навіть на різних постах одного міста, сильно різниться [12].

Характерною особливістю аналізу якості повітря в нашій країні, яка успадкувала засади колишнього СРСР є те, що такий аналіз проводиться для найбільш небезпечних речовин та враховує обсяг їх викидів для окремої територіальної одиниці. Відсутність стандартизованого переліку вимірюваних речовин ускладнює порівняння та є суттєвим недоліком такого способу. В той же час, облік саме специфічних забруднювачів є об'єктивнішим при оцінці якості повітря і впливу його на організм людини [12].

У світовій практиці використовують також інші види індексу забруднення атмосфери.

Наприклад у Канаді використовується індекс здоров'я за якістю повітря (Air Quality Health Index or – AQHI), який прийшов на зміну індексу якості повітря (Air quality index – AQI), розробленого в 1970-х роках [12].

Для розробки показника AQHI вчені взяли за основу визначення добових змін ризику смертності по десяти містах з 1998 по 2000 рр., результати яких представлені результатів у вигляді 10-бальної шкали. На відміну від попереднього показника AQHI (формула 3.1) показує небезпеку сукупного впливу забруднюючих речовин на здоров'я людини. При розрахунку AQHI враховуються три специфічні забруднювальні речовини (O_3 , $PM_{2,5}$, NO_2), які здійснюють серйозний спільний вплив на здоров'я людини, навіть в результаті короткочасного впливу [12].

$$AQHI = \frac{10}{10,4} \times \left(100 \left[(e^{0,00087 \times NO_2} - 1) + (e^{0,00053 \times O_3} - 1) + (e^{0,00048 \times PM_{2,5}} - 1) \right] \right) \quad (3.1)$$

Приземний озон (O_3) формується в результаті спалювання органічного палива у двигунах транспортних засобів, в результаті використання органічного палива у технологіях промислових підприємств а також фотохімічних реакцій в атмосфері. В спекотні дні приземний озон може бути одним з основних компонентів смогу протягом літа.

Джерелом надходження твердих частинок менше 2,5 мікрон в діаметрі є як антропогенні так і природні об'єкти. Так само частинки менше 2,5 мікрон в діаметрі можуть утворюватися в результаті хімічних реакцій між іншими політантами. Діоксид азоту надходить в повітря завдяки викидам енергоустановок та технологій, які використовують органічне паливо – в основному вугілля, та в складі викидів від транспорту [12].

В Канаді з результатами індексу можна ознайомитися в режимі реального часу, а також отримати рекомендації як для людей з групи ризику, так і для населення в цілому [12].

У США агентством з охорони навколишнього середовища (Environmental Protection Agency) був розроблений індекс якості повітря – Air Quality Index (AQI). Принцип розрахунку AQI ґрунтується на даних про концентрації п'яти основних забруднювачів: оксид вуглецю, приземний озон, тверді частинки, діоксини сірки та азоту [45]. Індекс якості повітря в США розраховується окремо для кожного забруднювача за формулою (3.2) [12].

$$I = \frac{I_{high} - I_{low}}{C_{high} - C_{low}} (C_{high} - C_{low}) + I_{low} \quad (3.2)$$

де I – індекс якості повітря; C – концентрація забруднювача; C_{low} – контрольна точка концентрації, що дорівнює $\leq C$; C_{high} – контрольна точка концентрації, що дорівнює $\geq C$; I_{low} – контрольна точка індексу, відповідна C_{low} ; I_{high} – контрольна точка індексу, відповідна C_{high} .

У Франції використовується індекс *ATMO* для інтегральної оцінки забруднення повітря. Індекс *ATMO* унормовано на національному рівні спеціальною Постановою Міністерства екології та охорони навколишнього середовища [46]. *ATMO* розраховується за показниками чотирьох забруднювальних речовин: SO_2 , NO_2 , O_3 і твердих часток (PM_{10}). [42].

У Великій Британії прогнозуванням якості повітря опікується метеорологічний департамент, який публікує прогнози, де рівень забруднення повітря описується індексом по шкалі від 1 до 10, що в свою чергу відповідає рівню небезпеки (від 1 до 3 – низький, від 4 до 6 – помірний, від 7 до 9 – високий, 10 – дуже високий). Ці рівні встановлені на основі впливу кожної забруднюючої речовини на здоров'я. При розрахунку індексу враховуються дані спостережень на станціях мережі моніторингу концентрації O_3 , NO_2 , SO_2 і PM [42, 47].

У Бельгії для інтегральної оцінки стану атмосфери застосовується подібний за методикою розрахунку з *AQI* США – індекс якості атмосферного повітря (*BELATMO*). Індекс розраховується виходячи з заміряних на станціях мережі моніторингу концентрацій O_3 , NO_2 , SO_2 і PM [42].

Для оцінки якості атмосфери у Китаї використовується індекс забруднення повітря (*API*). Розрахунок індексу включає дані про концентрації трьох забруднюючих речовин: SO_2 , NO_2 і PM_{10} . Звіт про добове забруднення розраховується за інтервал часу від 12 год. попереднього дня до 12 год. поточного. Моніторинговий центр з охорони навколишнього середовища Китаю видає щодня добовий звіт за ключовими містами в засоби

масової інформації. Він включає в себе інформацію про рівень забруднення атмосфери, основних забруднювачів, оцінку якості повітря і т. д. [43].

Попри деякі відмінності в підходах до оцінювання якості повітря у різних країнах, аналіз цих методів показує, що країни в першу чергу керуються забезпеченням відповідної якості довкілля та здоров'я населення.

Вимірювання приземного озону є обов'язковим для оцінки якості повітря у багатьох країнах, у тому числі європейських, оскільки доведено, що високі концентрації приземного озону є небезпечними для здоров'я людини. Для репрезентативності результатів у світовому співтоваристві, всі існуючі системи моніторингу потребують модернізації [12].

3.2 Методика дослідження якості повітря в Україні

В нашій країні основним критерієм рівня забруднення атмосферного повітря залишаються встановлені гранично допустимі концентрації, які затверджені Міністерством охорони здоров'я. Для оцінки рівня забруднення повітря використовуються одиничні осереднені дані показників забруднення до відповідного ГДК за періодом осереднення.

Нормовані на ГДК одиничні осереднені і разові показники забруднення атмосфери є одиничними індексами забруднення атмосфери. Для аналізу рівня забруднення атмосферного повітря населених місць окремими домішками використовується ІЗА (I), що розраховується за формулою (3.3):

$$I = \left(\frac{\bar{q}}{ГДК_{cd}} \right)_i^{C_i} \quad (3.3)$$

де q – середня концентрація забруднюючої речовини в атмосферному повітрі, мг/м³; C_i – константа, що набуває значень 1,7; 1,3; 1,0; 0,9 відповідно для 1; 2;

3; 4-го класу небезпеки речовини, і є приведенням ступіню шкідливості і-ої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки [43].

Такий спосіб визначення індексу забруднення повітря ґрунтується на припущенні, що на рівні ГДК всі полютанти мають однаків вплив на здоров'я людини, а при подальшому зростанні концентрацій ступінь їх шкідливого впливу зростає з різною швидкістю, яка залежить від класу небезпеки речовини. Вважається, що якість повітря за вмістом окремого полютатнта відповідає вимогам санітарно-гігієнічної безпеки при $I_{ЗА} \leq 1$

З метою порівняння рівня забруднення атмосфери в різних містах застосовується комплексний ІЗА (КІЗА). Цей показник є безрозмірною функцією характеристик ступеню забруднення атмосферного повітря декількома речовинами, їх сумішшю. Комплексний ІЗА розраховується за формулою (4.6), яка враховує l речовин, які присутні у атмосфері, [43]:

$$I_l = \sum_{i=1}^l I_i = \sum_{i=1}^l \left[\frac{\bar{q}}{ГДК_{сд}} \right]_i^{C_i} \quad (3.4)$$

Для кожного населеного пункту визначено перелік п'яти пріоритетних домішок, за якими розраховується індекс забруднення атмосфери ІЗА.

В якості інтегральної оцінки рівня забруднення повітря за допомогою КІЗА використовують значення одиничних індексів ІЗА тих п'яти ЗР (I_5), для яких ці значення найбільші:

$$I_5 = \sum_{i=1}^5 I_i \quad (3.5)$$

За величиною I_5 встановлюється чотири рівні забруднення (РЗ):

$I_5 < 5$ – низький рівень;

$5 \leq I_5 < 7$ – підвищений рівень;

$7 \leq I_5 < 14$ – високий рівень;

$I_5 \geq 14$ – дуже високий рівень.

3.3 Методологія оцінки ризиків для здоров'я населення

Характерною рисою сучасного рівня розвитку економіки України є широке використання потенційно небезпечних виробництв та технологій, істотне погіршення екологічних умов певних регіонів, максимальне освоєння територій з високим сировинним потенціалом та ймовірністю природних катастроф.

Протягом останніх десятиріч проблематика оцінки як бюджетних, так і соціальних втрат, внаслідок деструктивного впливу діяльності підприємств з точки зору екології (в першу чергу це стосується ресурсоємних підприємств) набуває значення в зв'язку з посиленням ринкових важелів впливу на управління промпідприємствами та необхідністю для органів виконавчої влади оперувати більш коректними, показовими даними щодо заподіяної шкоди внаслідок порушення довкілляохоронного законодавства та надзвичайних ситуацій. Сучасним та ефективним підходом до встановлення зв'язків між станом довкілля та здоров'ям жителів у регіоні чи конкретному місті, є методологія оцінки ризику. Згадана методологія дозволяє вирішувати управлінські задачі в умовах обмеження термінів і фінансових можливостей. Здоров'я людини залежить від ряду причин: спадковість, соціально-економічне благополуччя, психологічний стан, якість та доступність медичних послуг, фізична активність та спосіб життя, наявність шкідливих звичок та якість оточуючого природного середовища. Конкретизація внеску окремих факторів у виникнення захворювання є досить важким завданням, адже наявна значна кількість обумовлених ними ефектів, а деякі з них можуть зустрічатися серед населення і без впливу цих факторів.

Дослідження Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) показують, що якість довкілля складає близько 20% загального економічного збитку від захворювань, інвалідності та передчасної смертності. При цьому 7% смертності серед населення міст, яке проживає на найбільш забруднених

територіях (близько 16 тис. випадків смертей на 15-мільйонне населення), обумовлено саме впливом забрудненого повітря.

Визначення факторів ризику, кількісна характеристика залежностей негативних ефектів від рівнів впливу конкретних факторів дозволяє оцінити реальну загрозу здоров'ю населення, що проживає на визначених територіях, і дає можливість для впровадження профілактичних заходів.

В основу оцінки ризику здоров'ю населення від забруднювачів атмосфери покладена міжнародна методологія оцінки ризику.

Базовий алгоритм складається з чотирьох взаємопов'язаних етапів, в які входять [19]: ідентифікація небезпеки; оцінка експозиції – тобто кількість хімічної речовини, яка доступна для абсорбції у легенях, на шкірі, шлунково-кишковому тракті; характеристику небезпеки (проведення оцінки залежності «доза-відповідь») та власне саму характеристику ризику.

Наказом МОЗ України від 13.04.07 № 184 [19] визначені терміни та їх сутність, які застосовуються у Методичних рекомендаціях (МР 2.2.12-142-2007) «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря», стислий перелік їх наведено у таблиці 3.1.

За методикою МР 2.2.12-142-2007 розраховується оцінка рівня як канцерогенного так і неканцерогенного ризиків для здоров'я людей в результаті поточного рівня забруднення повітря на території населеного пункту, яке формується за рахунок техногенних викидів, від життєдіяльності населення та процесів трансформації [19].

Таблиця 3.1 – Терміни та їх визначення, що застосовуються у МР2.2.12-142-2007

Термін	Визначення
Аналіз ризику	– процес отримання інформації, необхідної для запобігання негативних наслідків для здоров'я і життя людини, який включає етапи з оцінки ризику, управління ризиком і розповсюдження інформації про ризик.

Продовження табл. 3.1

Доза	– основна міра експозиції, яка характеризує кількість хімічної речовини, що впливає на організм.
Експозиція	– кількість хімічної речовини, яка доступна для абсорбції на обмінних оболонках тіла (легені, шлунково-кишковий тракт, шкіра) протягом певної тривалості впливу.
Залежність «доза-відповідь»	– зв'язок між рівнем експозиції (дозою) і ступенем прояву специфічного ефекту у популяції, що зазнає впливу даної сполуки.
Індекс небезпеки	– сума коефіцієнтів небезпеки для речовин з однорідним механізмом дії або сума коефіцієнтів небезпеки для різних шляхів надходження хімічної речовини.
Індивідуальний ризик	– оцінка імовірності розвитку негативного ефекту у індивіда, наприклад, ризик розвитку раку в одного індивіда із 1 000 осіб, які зазнавали впливу (ризик 1 на 1 000 або 10^{-3}).
Канцерогенний ризик	– імовірність розвитку новоутворень протягом життя людини, що обумовлена впливом потенційного канцерогену.
Коефіцієнт небезпеки	– відношення дози (або концентрації) впливу хімічної речовини до її безпечного (референтного) рівня впливу.
Кумулятивний ризик	– імовірність розвитку шкідливого ефекту внаслідок одночасного надходження в організм усіма можливими шляхами хімічних речовин, що мають схожий механізм дії.
Маршрут впливу	– шлях хімічної речовини від джерела її утворення і надходження у навколишнє природне середовище до організму людини, що зазнає експозиції впливу. Складається із джерела забруднення середовища, первинного забрудненого середовища, транспортуючого середовища і середовища, що безпосередньо впливає на людину.
Невизначеність	– ситуація, обумовлена недосконалістю знань про сучасний або майбутній стан системи взаємозв'язку між шкідливим чинником і організмом людини. Характеризує часткову відсутність відомостей про певні параметри, процеси, моделі, що використовуються при оцінці ризику.
Одиничний ризик (UR)	– верхня межа додаткового ризику протягом життя, який обумовлений впливом хімічної речовини в концентрації 1 мкг/м ³ (за інгаляційного шляху надходження з атмосфери).

Популяційний ризик	– агрегована міра очікуваної частоти ефектів серед всіх людей, які зазнали впливу (напр., 20 випадків захворювання на рак у популяції окремого району, міста).
Референтна доза /концентрація (RfD/RfC)	– добовий вплив хімічної речовини протягом життя, що встановлюється з урахуванням всіх наявних сучасних наукових даних та, імовірно, не призводить до виникнення ризику для здоров'я чутливих груп населення.
Ризик для здоров'я	– імовірність розвитку негативних наслідків для здоров'я у окремих індивідів або групи осіб, які зазнали певного впливу хімічної речовини. Характеризується величиною, що лежить в інтервалі (0..1), де 0 означає відсутність ефекту, а 1 – обов'язковий його прояв.
Середня добова доза /концентрація впливу протягом життя (ADD/ADC, або LADD/LADC)	– потенційна добова доза/концентрація, осереднена за період впливу хімічної речовини. Період осереднення експозиції для канцерогенів – 70 років.
Фактор канцерогенного потенціалу (SF)	– міра додаткового індивідуального канцерогенного ризику або ступінь збільшення імовірності розвитку раку за впливу канцерогену.
Характеристика ризику	– завершальний етап оцінки ризику, на якому узагальнюються дані попередніх етапів і пов'язаних з ними невизначеностей з метою обґрунтування висновків і рекомендацій, необхідних для управління ризиком
Фактори ризику	– негативні чинники, що провокують або збільшують ризик розвитку певних ефектів (захворювань).

Методологія оцінки ризику дозволяє обирати оптимальні для конкретної ситуації шляхи усунення або мінімізації ризику, вибір складається з взаємопов'язаних трьох блоків (таблиця 3.2):

- 1) оцінка ризику;
- 2) управління ризиком;
- 3) інформування про ризик.

Достатньо точно охарактеризувати рівні та джерела виникнення ризику втрати здоров'я, джерела при ідентифікації небезпеки дозволяє відбір

пріоритетних, індикативних хімічних речовин.

На критерії пріоритетності досліджуваних речовин впливають дані щодо їх біологічної активності, їх канцерогенні, фізико-хімічні властивості, які обумовлюють особливості розповсюдження, властивості їх у природному середовищі та вплив на організм людини, залежність розвитку негативних ефектів від шляху надходження речовини в організм. Зазвичай використовують вторинні джерела інформації (різноманітні звіти, аналітичні матеріали, довідники, бази даних) з висновками експертів про небезпечні властивості речовин.

Таблиця 3.2 – Характеристика блоків методології оцінки ризику

Назва блоку	Характеристика шляхів усунення або зменшення ризику
Оцінка ризику	Повна (базова) схема оцінки ризику - проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів: ідентифікація небезпеки; оцінка експозиції; характеристика небезпеки, оцінка залежності «доза-відповідь»; характеристика ризику.
Управління ризиком	Процес порівняльного вивчення факторів ризику, встановлення та ранжування їх значущості, виявлення пріоритетів, обґрунтування необхідних рішень з усунення або запобігання ризику, оцінка ефективності і коригування заходів з охорони здоров'я.
Інформування про ризик	Інформування про ризик – процес поширення результатів визначення рівня ризику для здоров'я людини, також рішень щодо його контролю. Адміністративними органами спільно з органами охорони здоров'я розробляється комплекс профілактичних заходів, етапи їх впровадження. Комплекс заходів розробляється з урахуванням пріоритетності окремих джерел забруднення, перважаючих чинників, що формують найбільш високий і небезпечний рівень ризику.

Оцінка експозиції є другим етапом провєлення оцінки ризику, під час якого встановлюється кількість надходження речовини до організму людини певним шляхом (наприклад – інгаляційно).

Кількісна характеристика експозиції передбачає визначення концентрації хімічних речовин, які впливають на людину. Це можуть бути наступні дані:

- моніторингові дослідження;
- моделювання поширеності та поведінки поллютантів у повітрі чи навколишньому природному середовищі;
- комбінація результатів спостережень екологічного моніторингу з даними моделювання.

За сучасних умов таким джерелом даних є матеріали щодо стану забруднення повітря та результати спостережень, що проводяться Державною гідрометеорологічною службою ДСНС України та обласних лабораторних центрів МОЗ України. Концентрація речовини у точках спостережень в такому випадку визначається як середньоарифметична величина концентрацій, що мали місце протягом відповідного періоду експозиції, або ж як максимальна концентрація за обмежений час.

Під час проведення третього етапу (характеристика небезпеки) задачею є узагальнення та аналіз наявних даних щодо нормативів екологічної безпеки, безпечних рівнів впливу (референтних доз та концентрацій), визначення критичних органів/систем, негативних ефектів, що виникають під впливом речовини або їх суміші. Шкідливі ефекти мають широкий спектр, що зумовлений дією хімічних сполук в залежності від шляху надходження в організм та тривалості впливу, рівнів концентрацій.

Методологія оцінки ризику передбачає, що орієнтуватися варто на рівні шкідливого ефекту, що виникають за впливу найнижчої із референтних доз (критичний ефект, критичні органи/системи). При цьому міжнародною методологією оцінки ризику передбачається, що для наявності порогу існує для неканцерогенних речовин, нижче порогового рівня - шкідливі ефекти не виникають. В той же час порогові рівня для канцерогенних ефектів відсутні.

Для характеристики не канцерогенного ризику зазвичай використовують такі показники як максимальна недіюча доза та мінімальна доза, що викликає пороговий ефект.

Ці показники є базовими для встановлення рівнів мінімального ризику – референтних доз (RfD) або референтної концентрації (RfC). При цьому перевищення референтної дози не обов'язково буде пов'язане із розвитком шкідливого ефекту, але чим більша доза впливу, чим вище вона за референтну, тим більша ймовірність виникнення шкідливого ефекту. Кінцевими характеристиками оцінки експозиції на основі референтних значень є коефіцієнти (*HQ*) та індекси (*HI*) небезпеки. У випадку непервищення референтної дози не передбачається регулюючих дій.

Якщо вплив речовини перевищує RfD, виникає небезпека, оцінка величини якої здійснюється за допомогою вивчення залежності «доза-відповідь». Значення референтних доз/концентрацій деяких хімічних речовин, перелік критичних органів та систем наведено у таблиці 4.5 Розділу 4.2.

На етапі характеристики ризику узагальнюються дані попередніх етапів про небезпеку обраних для дослідження речовин, величини їх експозиції, параметри залежності «доза-відповідь». За цими даними складається кількісна та якісна оцінка ризику по окремим речовинам, визначається порівняльний ряд небезпеки для здоров'я.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів як для окремих речовин, так і для комбінованої дії суміші речовин, здійснюється шляхом порівняння фактичної кількості вмісту речовин у повітрі з умовно безпечними (референтними) рівнями впливу. Коефіцієнт небезпеки (*HQ*) розраховують за формулою:

$$HQ = \frac{AC}{RfC}, \quad (3.6)$$

де *HQ* – коефіцієнт небезпеки;

AC – середня концентрація, мг/м³;

RfC – референтна (безпечна) концентрація, мг/м³.

У разі відсутності референтних доз/концентрацій як еквівалент можна використовувати значення ГДК.

Розрахунок коефіцієнта небезпеки за умови інгаляційного надходження і відсутності специфічних задач дослідження можна здійснювати за формулою:

$$HQ_i = \frac{C_i}{RfC}, \quad (3.7)$$

де HQ_i – коефіцієнт небезпеки;

C_i – рівень впливу i -тої речовини, мг/м³;

RfC – референтна (безпечна) концентрація, мг/м³.

Коефіцієнт небезпеки розраховують окремо для гострого або короткотривалого, підгострого і тривалого впливу токсиканта. Період осереднення експозиції і відповідних безпечних рівнів впливу має бути відповідним. Критерії характеристик ризику від коефіцієнта небезпеки наведено у таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Критерії неканцерогенного ризику

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий	< 1
Гранична величина, що не потребує термінових заходів, однак не може розглядатися як досить прийнятна	1
Імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ	> 1

При розрахунках індексів небезпеки враховують критичні органи та системи, що зазнають негативного впливу від досліджуваних речовин. Найбільш імовірним типом комбінованого впливу речовин є їх адитивність

(сумація) за умови впливу окремих компонентів цієї суміші на одні і ті ж органи/системи організму. Однак, це правило не є універсальним, оскільки не враховує різниці у механізмах специфічної дії поллютантів у суміші та локальних шкідливих реакцій у місці первинного контакту токсиканта з організмом (наприклад, слизових оболонках дихальних шляхів або шлунку).

Такий підхід може перебільшувати небезпеку для здоров'я, однак має більшу перевагу у порівнянні з роздільною оцінкою кожного із компонентів суміші.

Розрахунок індексу небезпеки (*HI*) дає можливість характеризувати ризик розвитку неканцерогенних ефектів при комплексному та комбінованому впливах хімічних сполук.

За умов спільного надходження токсикантів до організму людини одним шляхом (наприклад перорально чи інгаляційно) індекс небезпеки розраховується за формулою, яка є сумою коефіцієнтів небезпеки окремих речовин:

$$HI_j = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n, \quad (3.8)$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих хімічних речовин у суміші.

Число додаткових випадків смерті в кожній рецепторній точці від концентрації PM_{10} , зумовленої викидами досліджуваного підприємства, розраховується за формулою [16]:

$$AM = C \cdot SF \cdot N, \quad (3.9)$$

де C – концентрація PM_{10} в $\mu\text{г}/\text{м}^3$;

N – кількість населення, що проживає в рецепторній точці.

На етапі класифікації доцільно при характеристиці ризику для здоров'я населення, обумовленої дією хімічних речовин, що забруднюють довкілля, орієнтуватися на систему критеріїв прийнятності ризику.

При оцінці ризиків для здоров'я, зумовлених впливом забруднювачів повітря, доцільно орієнтуватися на систему критеріїв, рекомендовану матеріалами ВООЗ (1996, 1999, 2000 рр.) (табл. 3.4).

Таблиця 3.4 – Класифікація рівнів канцерогенного ризику [19]

Рівень ризику	Ризик протягом життя <i>ICR</i>
Високий (<i>De Manifestis</i>) – не прийнятний для населення та умов праці. Необхідні заходи з усунення або мінімізації ризику	$>10^{-3}$
Середній – припустимий для умов праці; у випадку впливу на все населення потребує динамічного контролю та додаткове вивчення джерел і можливих наслідків впливів для ухвалення рішення про заходи з управління ризиком	$10^{-4} - 10^{-3}$
Низький – припустимий ризик, рівень, на якому встановлюються гігієнічні нормативи для населення	$10^{-6} - 10^{-4}$
Мінімальний (<i>De Minimis</i>) – бажана величина ризику при проведенні оздоровчих і довілляохоронних заходів	$<10^{-6}$

У відповідності з цими критеріями перший діапазон канцерогенного ризику (індивідуальний ризик протягом усього життя, рівний або менший $1 \cdot 10^{-6}$, що відповідає одному додатковому випадку серйозного захворювання або смерті на кожен 1 млн. осіб характеризує такі рівні ризику, які сприймаються усіма людьми як незначні та не відрізняються від повсякденних (рівень *De minimis* – $ICR \leq 10^{-6}$). Такі рівні ризику не вимагають жодних додаткових заходів по їх зниженню і підлягають тільки періодичному контролю.

Другий діапазон $10^{-6} < ICR < 10^{-4}$, індивідуальний ризик протягом усього життя більше межі прийняттого ризику $1 \cdot 10^{-6}$, але менше $1 \cdot 10^{-4}$ і відповідає гранично допустимому ризику. Більшість рекомендованих гігієнічних

нормативів для населення у зарубіжній практиці встановлено саме на цьому рівні. Для прикладу – для атмосферного повітря ВООЗ рекомендовані рівні у $1 \cdot 10^{-4}$, для питної води цей показник складає $1 \cdot 10^{-5}$. Дані рівні підлягають постійному контролю, оскільки існує ряд випадків при яких навіть при таких рівнях ризику мають проводитися додаткові заходи з їх зниження.

Діапазон індивідуального ризику протягом усього життя $10^{-4} < ICR < 10^{-3}$, неприйнятний для населення в цілому, але допустимий для професійних груп. Такий рівень ризику потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів. Планування заходів щодо зниження ризиків у цьому випадку має ґрунтуватися на результатах більш поглибленої оцінки різних факторів та поточних проблем, а також встановленні ступеня їх пріоритетності по відношенню до інших екологічних, гігієнічних чи соціально-економічних проблем на даній території.

Четвертий діапазон $ICR \geq 10^{-3}$, індивідуальний ризик протягом усього життя рівний або більш $1 \cdot 10^{-3}$, неприйнятний ні для населення, ні для професійних груп. Даний діапазон позначається як *De manifestis Risk*, і при його досягненні виникає потреба у рекомендаціях з проведення екстрених заходів зниження ризику.

Під час планування довгострокових програм, встановлення регіональних гігієнічних нормативів доцільно орієнтуватися на величину цільового ризику - рівень, який має бути досягнутий у результаті проведення заходів з управління ризиком. У більшості країн, а також у рекомендаціях експертів ВООЗ величина цільового ризику приймається рівною 10^{-6} .

Величина цільового ризику для умов населених місць в Україні становить $10^{-5} - 10^{-6}$.

При обґрунтуванні заходів щодо зниження ризику розвитку онкологічних захворювань значення цільового ризику являє собою сумарний канцерогенний ризик, пов'язаний з канцерогенним ефектом всіх виявлених канцерогенних речовин.

При виборі величини прийнятного ризику для канцерогенів в умовах населених місць зазвичай орієнтуються на ступінь доведеності канцерогенності досліджуваного фактора для людини, чисельність населення, схильного до впливу, технічну досяжність профілактичних і технологічних заходів.

Величина цільового ризику використовується при обґрунтуванні регіональних нормативів: концентрацій, заснованих на ризику, або регіональних рівнів мінімального ризику. Дані величини не можуть бути вище федеральних гігієнічних нормативів, та їх обґрунтування здійснюється з урахуванням місцевих, регіональних особливостей.

При встановленні регіональних рівнів мінімального ризику одночасно враховуються як канцерогенні, так і загальнотоксичні ефекти дії конкретних хімічних речовин і в якості підсумкової вибирається найменша величина.

Рівні прийнятності неканцерогенних ризиків різними авторами інтерпретуються неоднозначно. З одного боку при $HQ > 1$ не обов'язково буде розвиток шкідливого ефекту: чим більше впливаюча доза перевершує референтну, тим вище ймовірність появи негативних реакцій [16].

З іншого боку, ризик на рівні $HQ = 1$, не може прийматися як досить прийнятний [51]. У роботі [52] наводиться така градація кордонів розвитку неканцерогенних ефектів: > 10 – надзвичайно високий, від 5 до 10 – високий, 1-5 – середній, 0,1-1,0 – низький та мінімальний $< 0,1$.

РОЗДІЛ 4 АНАЛІЗ ІЗА ТА ОЦІНКА РИЗИКУ ВПЛИВУ
ЗАБРУДНЕННОГО ПОВІТРЯ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ
ШЕВЧЕНКІВСЬКОГО РАЙОНУ М. ЗАПОРІЖЖЯ

4.1 Розрахунок ІЗА

На основі даних щодо середньодобових концентрацій окремо по постах Запорізького центру гідрометеорології в Запоріжжі за 2016 – 2020 роки (станом на 01.09.2020) роки (додаток Б) було проаналізовано середньомісячні концентрації в кратності ГДК 8 забруднювальних речовин: завислі речовини (пил), двоокис сірки, оксид вуглецю, діоксид азоту, оксид азоту, формальдегід, фенол, фтористий водень, хлористий водень, на 5-ти ПЗС (таблиця 4.1).

Таблиця 4.1 – Розташування постів спостереження за забрудненням в м. Запоріжжі (складено автором за матеріалами додатку Б)

№ ПЗС	Місце розташування, район	Перелік речовин за якими проводяться спостереження	
		основних	специфічних
№9	Вул. Рекордна, 2 Дніпровський	Пил загальний (завислі речовини), двоокис азоту, оксид вуглецю, двоокис сірки	Сірководень, фтористий водень, розчинні сульфати, важкі метали
№10	Бул. Шевченка, 25, Вознесенівський		Сірководень, фенол
№11	Вул. Миру, 1, Вознесенівський		Оксид азоту, сірководень, фенол, формальдегід, важкі метали, бенз(а)пірен
№12	Вул. Шкільна, 24 а, Олександрівський		Фенол, хлористий водень, важкі метали, бенз(а)пірен
№13	Пров. Черкаський, 13, Дніпровський		Хлористий водень, бенз(а)пірен

Програмою спостережень передбачено різні строки та час відбору проб, (таблиця 4.2. При цьому відбір проб специфічних речовин відбувається чотири рази на добу, загальнопоширені – переважно двічі на добу.

Таблиця 4.2 – Програма спостережень на ПЗС м. Запоріжжя

Номер поста спостережень	Місце розташування точки спостережень	Параметри, що контролюються	Од. виміру	Періодичність спостережень
№9	Вул. Рекордна, 2	пил, CO, розчинні сульфати, важкі метали	мг/м ³	2 рази на добу
		SO ₂ , NO ₂ , сірководень, фтористий водень, формальдегід		4 рази на добу
№10	Бул. Шевченка, 25	пил, CO	мг/м ³	2 рази на добу
		SO ₂ , NO ₂ , фенол		3 рази на добу
		сірководень		4 рази на добу
№11	Вул. Миру, 1	пил, CO, важкі метали, бенз(а)пірен	мг/м ³	2 рази на добу
		SO ₂ , NO ₂ , NO _x , сірководень		3 рази на добу
		Фенол, формальдегід		4 рази на добу
№12	Вул. Шкільна, 24 а	пил, CO, SO ₂ , NO ₂ важкі метали, бенз(а)пірен	мг/м ³	2 рази на добу
		Фенол		3 рази на добу
		Хлористий водень		4 рази на добу
№13	Пров. Черкаський, 13	пил, CO SO ₂ , NO ₂ , бенз(а)пірен	мг/м ³	2 рази на добу
		Хлористий водень		4 рази на добу

При цьому результати спостережень свідчать, що найбільші концентрації спостерігаються по речовинам пил загальний, діоксид та оксид азоту, фенол та формальдегід. Середні концентрації можуть різко відрізнятися від максимальних (рис.4.1). Наприклад, у 2019 році середні концентрації по пилю не перевищували встановлені ГДК і складають 0,7 ГДК, але в той же час максимальні фіксуються на рівні 1,5 ГДК, по діоксиду азоту середні концентрації складають 1,8 ГДК, а максимальні значення – 3 ГДК. По формальдегіду – середньодобові значення – 1,64 ГДК, а максимальні із зафіксованих – 3,6 ГДК.

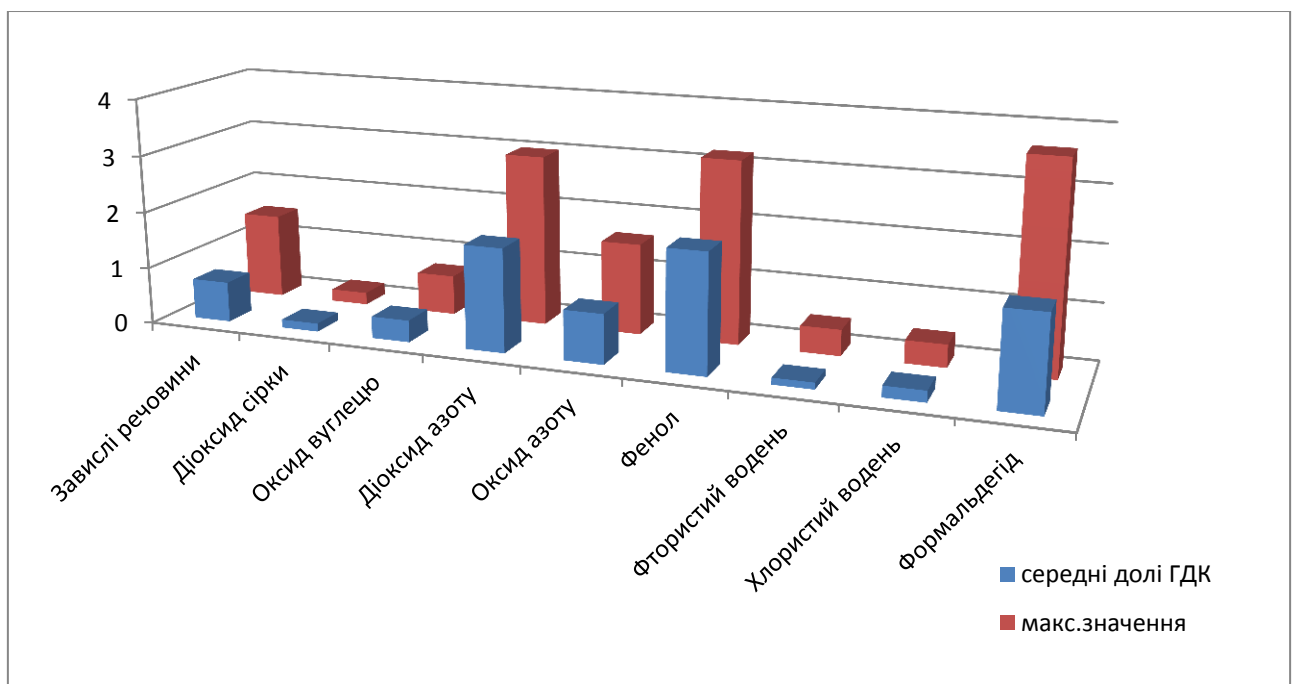


Рисунок 4.1 – Середні та найбільші концентрації забруднюючих речовин, 2019 рік, у кратності ГДК

Для аналізу розподілу цього показника за методикою, наведеною в підрозділі 3.2 були проведені розрахунки КІЗА по середньодобовим концентраціям речовин по кожному ПЗС в Запоріжжі за період дослідження 2016 – 2020 рр. (станом на 01.09.2020). Розрахунок КІЗА по постам проводився за всіма концентраціями спостережуваних речовин, крім сірководню у зв'язку з відсутністю для сірководню ГДК сд.

На карту міста було нанесено рівні забруднення атмосферного повітря на ПСЗ та відповідні їм КІЗА для кожного року за досліджуваний період (рисунок 4.2).

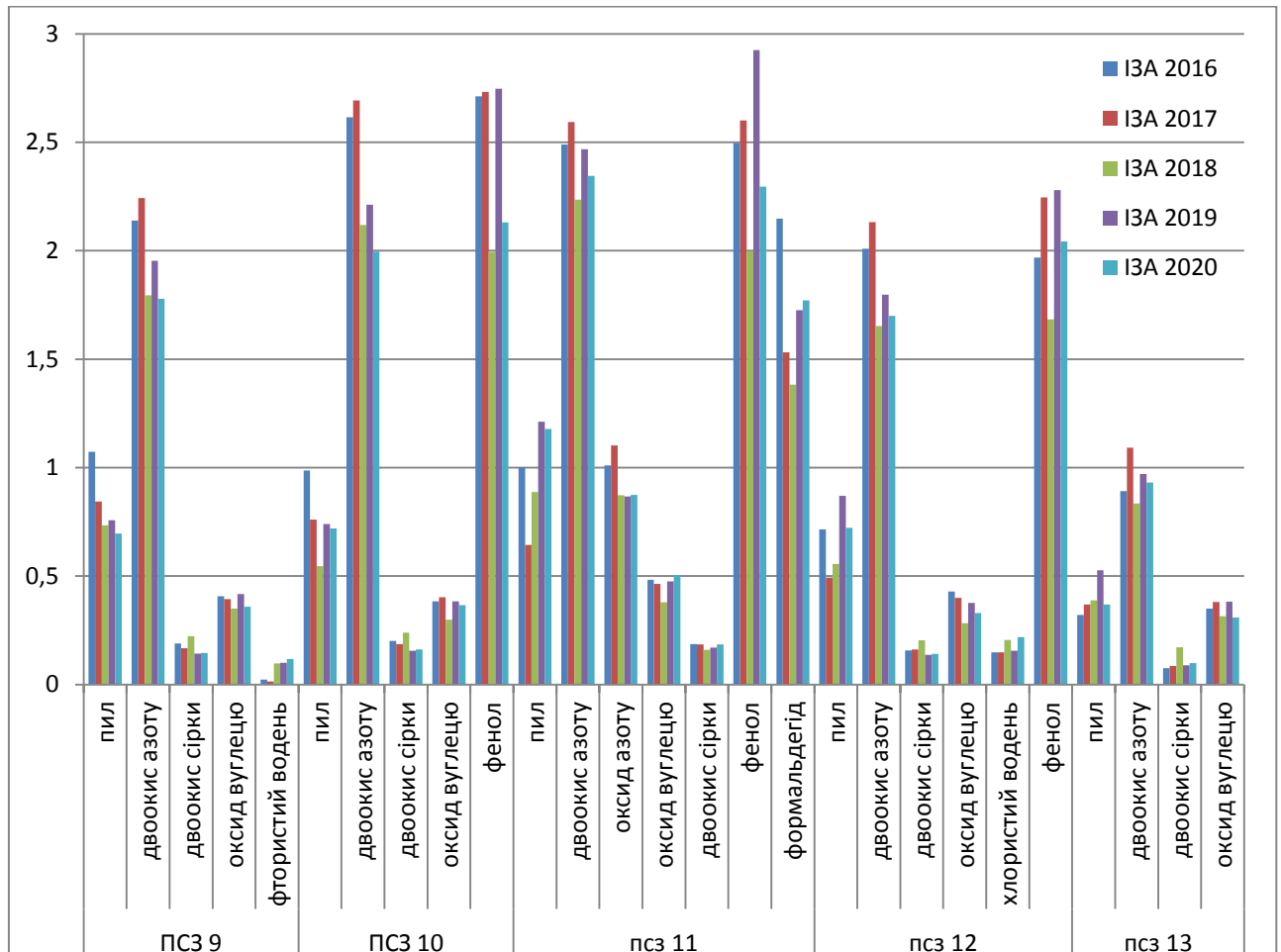


Рис. 4.2– КІЗА на ПСЗ

Рівні I_n відрізняються в залежності від району міста та локації поста, його віддаленості від джерел забруднення. Наприклад, ПСЗ №13, що знаходиться на правому березі міста, показує найнижчі рівні забруднення, які не перевищують 2 одиниць, а пости, які розташовані в центрі міста, в безпосередній близькості до основного промислового комплексу сягають величин у 7 або більше одиниць. На найближчому до промкомплексу ПЗА №11 комплексний індекс забруднення атмосфери є найвищим та сягає більше 9 одиниць.

Результати розрахованих КІЗА наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку КІЗА на ПСЗ

№з/п	ПСЗ	№9 Вул.Рекордна, 2	№10 Б. Шевченка, 25	№11 Вул. Миру, 1	№12 Вул. Шкільна, 24 а	№13 Пров. Черкаський
	рік					
1.	2016	3,8	6,9	8,8	5,3	1,6
2.	2017	3,7	6,8	8,0	5,4	1,93
3.	2018	3,2	6,1	7,9	4,6	1,7
4.	2019	3,4	6,24	9,8	5,6	1,96
5.	2020	3,1	5,4	9,2	5,2	1,7

На рисунках 4.3 – 4.7 представлені рівні забруднення атмосферного повітря за результатами розрахунку ІЗА (In) на постах спостереження у м. Запоріжжі з 2016 р. по 2020 (за 9 місяців) (складено автором за матеріалами додатку В).

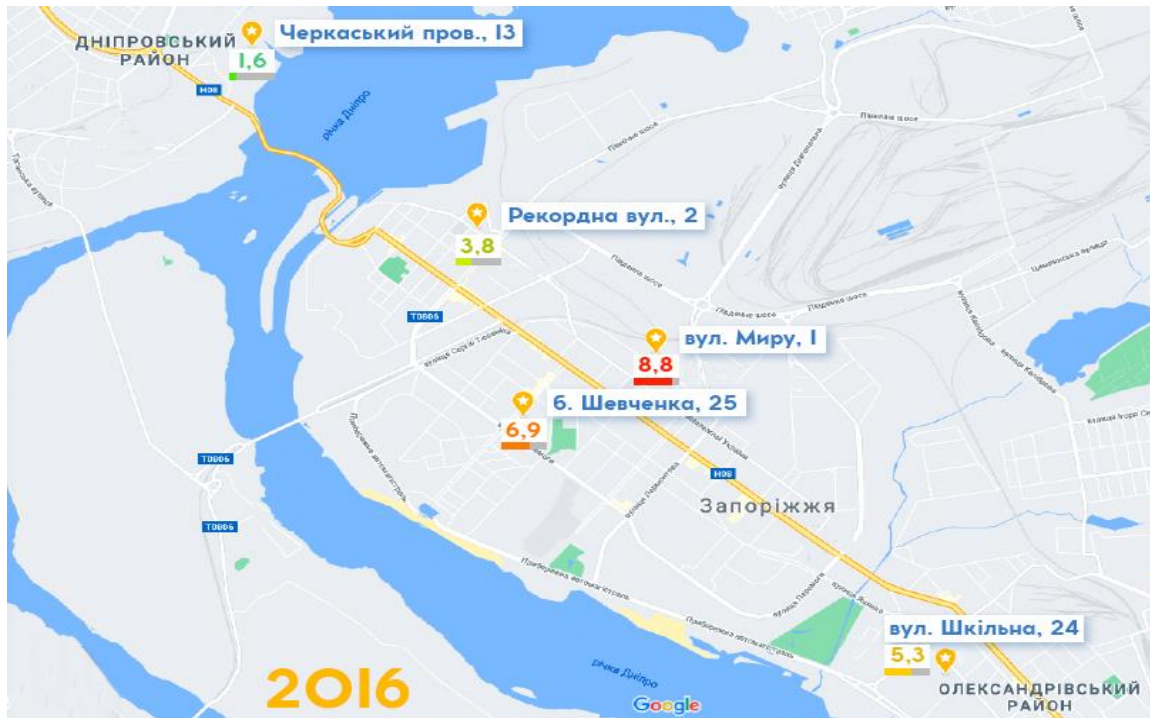


Рисунок 4.3 – Рівні забруднення атмосферного повітря за ІЗА (In) на постах спостереження у м. Запоріжжі в 2016 р.

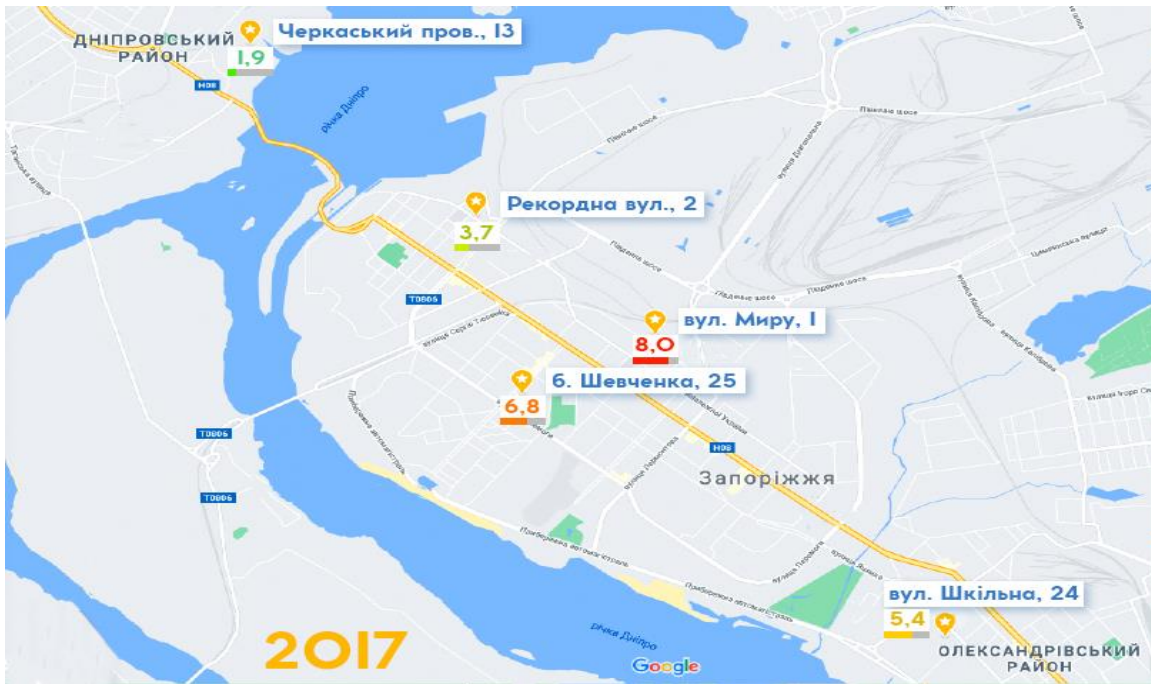


Рисунок 4.4 – Рівні забруднення атмосферного повітря за ІЗА (In) на постах спостереження у м. Запоріжжі в 2017 р.

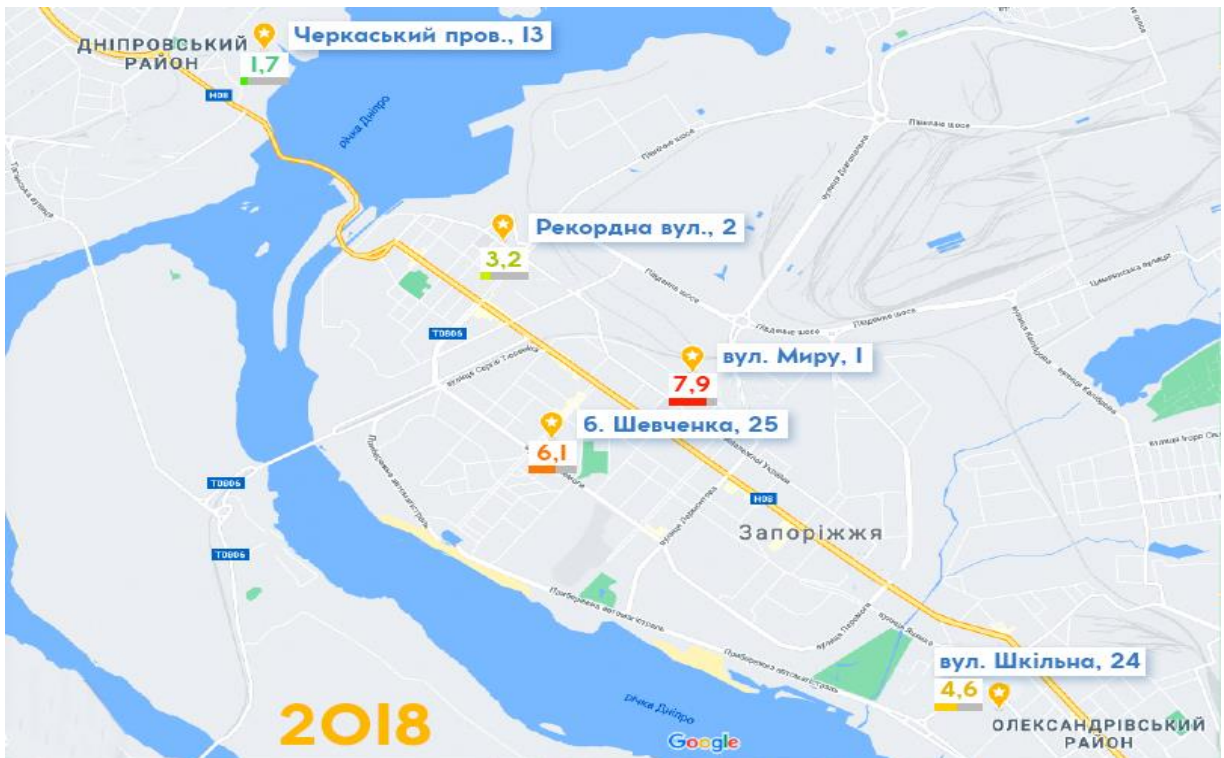


Рисунок 4.5 – Рівні забруднення атмосферного повітря за ІЗА (In) на постах спостереження у м. Запоріжжі в 2018 р.

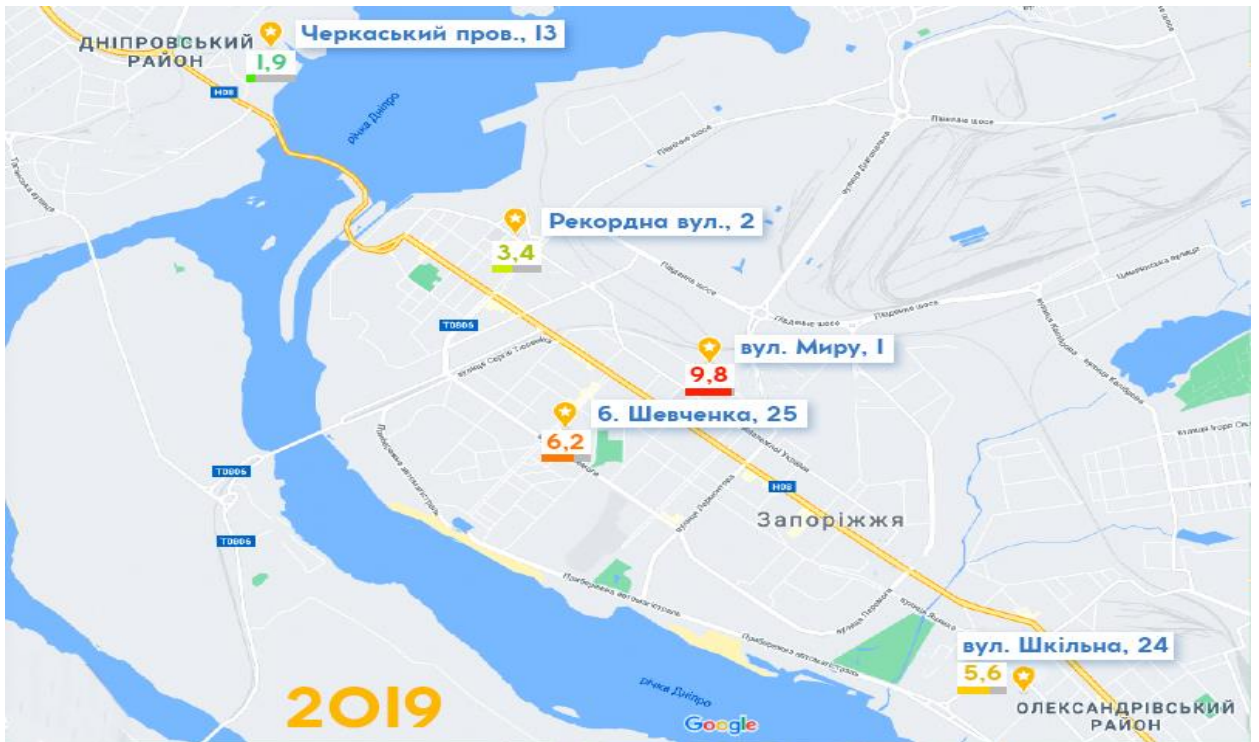


Рисунок 4.6 – Рівні забруднення атмосферного повітря за ІЗА (In) на постах спостереження у м. Запоріжжі в 2019 р.

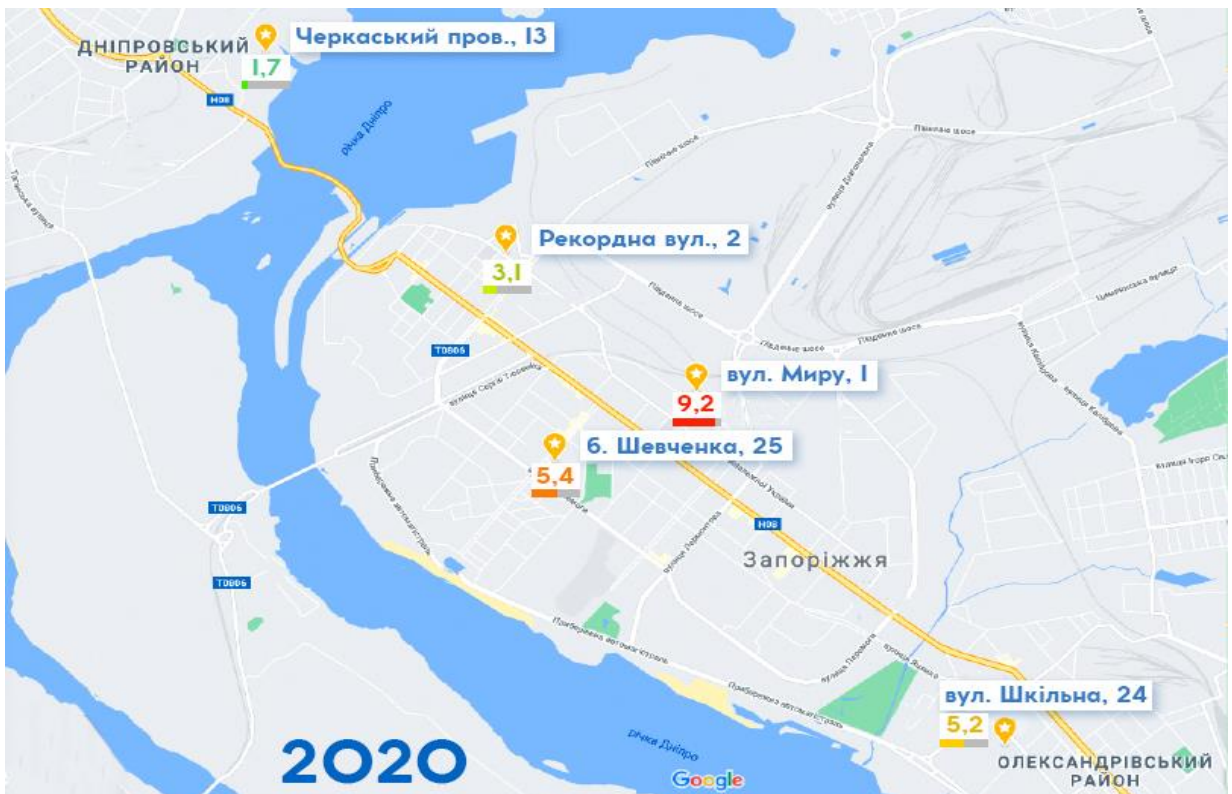


Рисунок 4.7 – Рівні забруднення атмосферного повітря за ІЗА (In) на постах спостереження у м. Запоріжжі за 9 місяців 2020 р.

Динаміка змін КІЗА окремо по ПЗА за останні п'ять років представлена на рисунку 4.8.

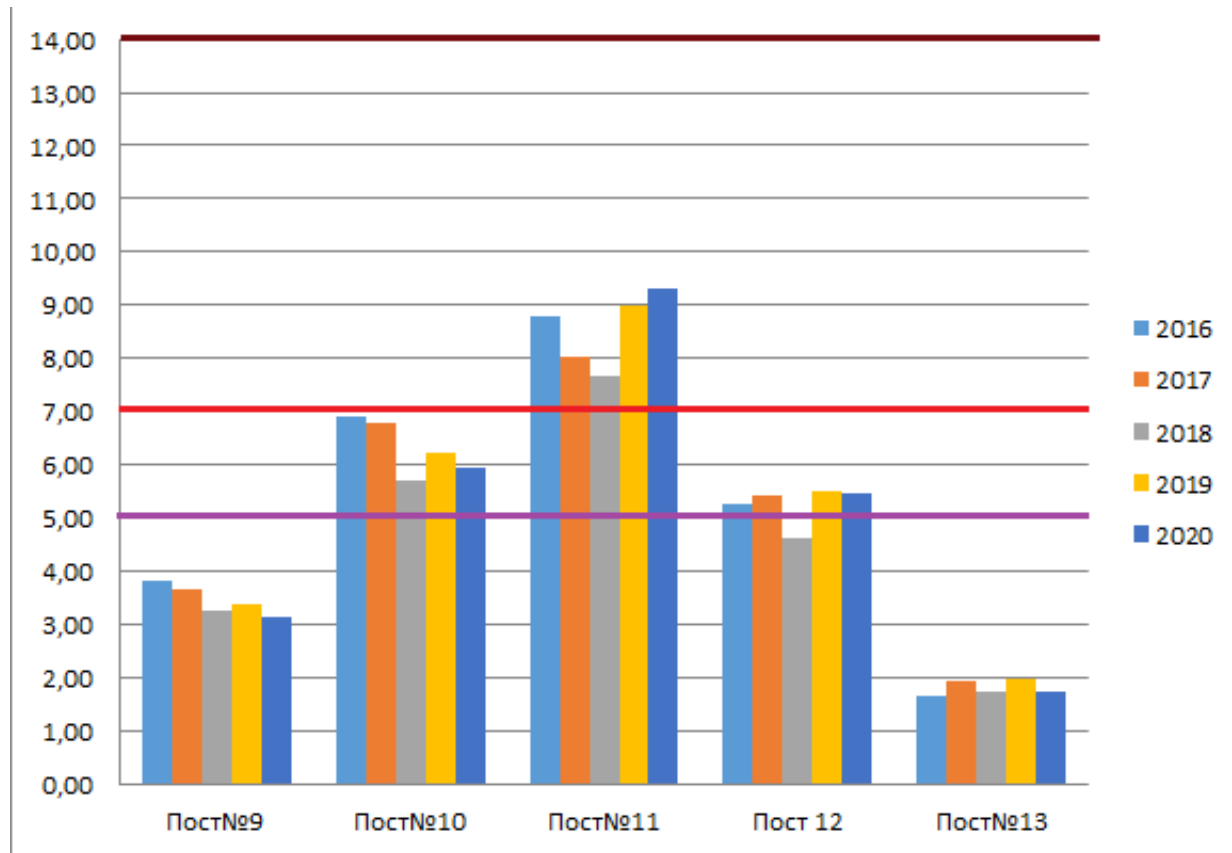


Рисунок 4.8 – КІЗА по ПСЗ

Аналіз розрахунків показав, що в м. Запоріжжі максимальні значення ІЗА одиничного відзначаються для таких ЗР, як формальдегід, діоксид азоту, оксиду азоту, а також фенол. ІЗА інших ЗР не перевищують одиницю, це означає, що за їх вмістом якість повітря в Запоріжжі відповідає санітарно-гігієнічним вимогам. При цьому в умовно «екологічно чистих» районах міста – Олександрівському (ПСЗ №9) та Дніпровському (ПСЗ №13) рівень КІЗА складає відповідно в середньому близько 4 та 2 відповідно.

Слід зауважити, що пости в цих районах максимально віддалені від основного промислового майданчика, рівень забруднення на ПСЗ № 9 не перевищує встановлену норму для рівня «безпечний».

При цьому важливо відмітити, що в Україні з 2014 року у зв'язку з війною на сході країни та ліквідацією регіональної лабораторії Донецького

обласного центру з гідрометеорології, яка єдина на всій мережі гідрометслужби проводила аналіз речовини бенз(а)пірен, спостереження за БП зараз не проводиться.

Однак саме бенз(а)пірен, так само як і формальдегід мають значущу роль у формуванні індексу.

Також методикою розрахунків КІЗА не передбачено групи сумацій, яких наразі налічується 51 [44].

Найбільш типовими сумаціями для міста Запоріжжя є групи сумації:

- №39. Сірчистий ангідрид і диоксид азоту;
- №40. Сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, фенол і пил конверторного виробництва;
- №41. Сірчистий ангідрид, оксид вуглецю, диоксид азоту і фенол;
- №42. Сірчистий ангідрид і фенол;
- №43. Сірчистий ангідрид і фтористий водень;

Сумації відображають характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосфері токсикантів. При цьому сума концентрацій декількох речовин що присутні у атмосфері, та які здатні діяти спільно, не повинна перевищувати одиниці.

4.2 Аналіз та оцінка ризику впливу забрудненого атмосферного повітря викидами промислових підприємств на здоров'я населення Шевченківського району м. Запоріжжя

Основними забруднюючими речовинами повітря Шевченківського району є: зважені речовини, окис вуглецю, формальдегід, двоокис азоту, фенол, хлористий водень, двоокис сірки та формальдегід.

Територія Шевченківського району в м. Запоріжжі та ступінь його забрудненості зображено на рис. 4.9.

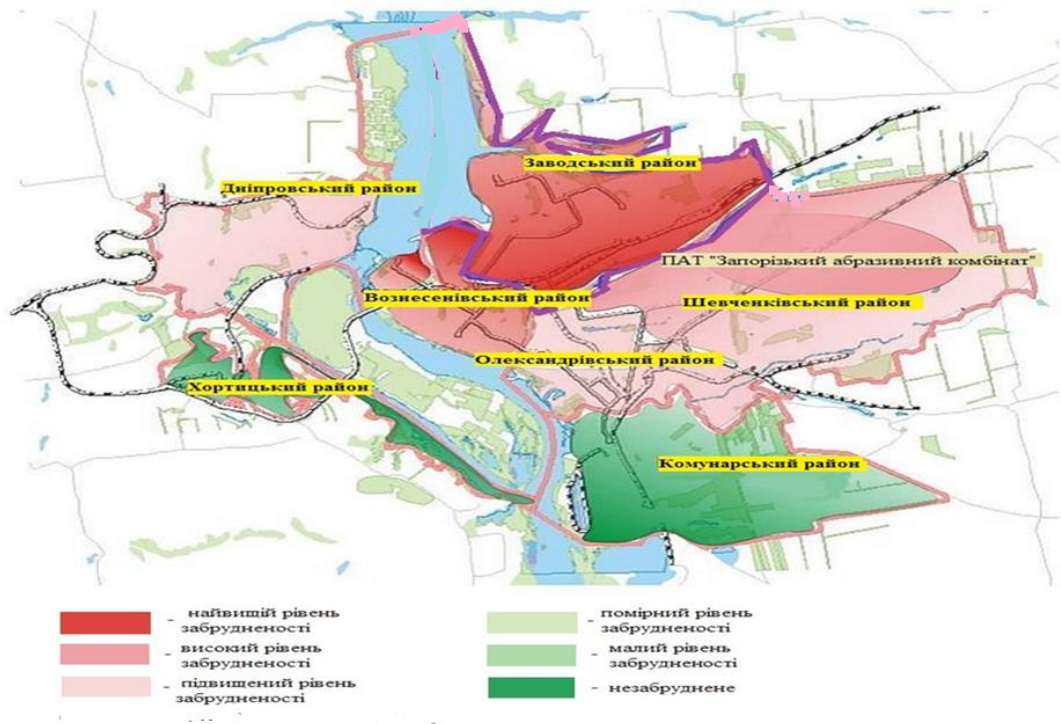


Рисунок 4.9 – Територія Шевченківського району в м. Запоріжжя та ступінь його забрудненості

Метеорологічні умови є одним із значущих чинників, який безпосередньо впливає на просторове та часове поширення забруднюючих речовин в приземному шарі атмосфери [58].

Варіації ключових метеорологічних параметрів (тиск, хмарність, атмосферна вологість, температура, швидкість та напрямок вітру, хмарність, сонячна радіація та ін.) впливають на формування специфічних стійких на певному часовому проміжку станів атмосфери (класів стабільності), які і визначають рівні концентрацій забруднюючих речовин та їх часово-просторовий розподіл.

Можливість найгіршого варіанту розвитку ситуації складається тоді, коли високі концентрації викидів припадають на маловітряний період.

У річному розподілі рози вітрів переважають північні, північно-східні та східні вітри (рис. 4.10).

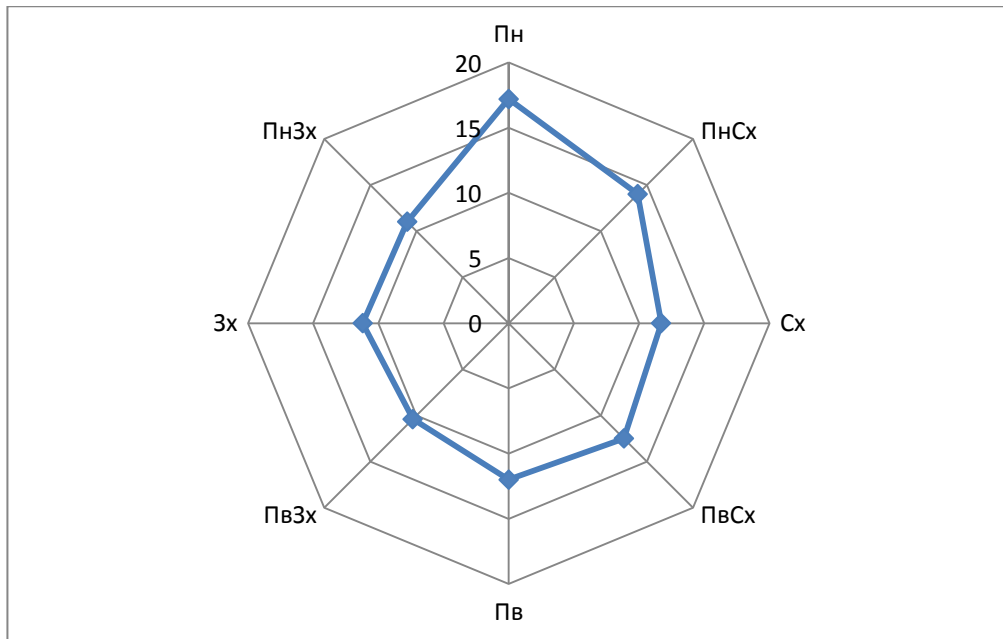


Рис. 4.10 – Роза вітрів м. Запоріжжя

У холодний період переважає вітер північно-східного та східного напрямку, у теплий – північні та північно-східні вітри. Середня швидкість вітру становить 3,8 м/сек.

Розрахунок не канцерогенного ризику (коефіцієнти HQ та індекси HI) за даними ЗЦГМ для м. Запоріжжя наведені у додатку Г. 2

4.3 Ідентифікація небезпеки оцінки токсичності викидів від стаціонарних джерел Шевченківського району

Характеристика шляхів надходження забруднюючих речовин, обраних для Шевченківського району, представлена в табл. 4.4.

Пріоритетним надходженням токсикантів в організм людини є інгаляційний шлях, атмосферне повітря – аналізованим середовищем.

Основними джерелами інформації відносно промислових викидів, зазначених підприємств були: перелік викидів за поточний рік на основі звітів державної статистичного спостереження за формою 2-ТП (повітря).

Таблиця 4.4 – Сценарій і маршрут впливу забруднюючих речовин

Складова частина експозиції	Характеристика експозиції
Фактор негативного впливу	викиди підприємств Шевченківського району в атмосферне повітря від стаціонарних організованих джерел
Шлях впливу	інгаляційно
Сценарій впливу	селітебна зона
Тип впливу за часом контакту	хронічний (70 років)

Джерелами забруднення є такі об'єкти: ПАТ «Запоріжжябразив», ПАТ «Мотор Січ», Виробничий підрозділ «Запорізький олійноекстракційний завод» ТОВ «Оптімусагротрейд», ДП «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; Казенне підприємство «Науково-виробничий комплекс «Іскра», ТОВ «Запорізький сталеливарний завод».

Враховуючи критерії вибору пріоритетних забруднюючих речовин [29, 30], що викидають в атмосферне повітря стаціонарні джерела Шевченківського району, було виділено пріоритетні забруднюючі речовини, перелік яких необхідний для проведення подальших розрахунків з оцінки ризику для здоров'я жителів (таблиця 4.5).

До переліку увійшло 9 хімічних сполук, з яких до 2 класу небезпеки (високонебезпечні речовини) відносяться – фенол, формальдегід, сірковуглець; до 3 класу небезпеки – діоксиди сірки та азоту, зважені речовини; до 4 класу небезпеки – вуглецю оксид.

У складі пріоритетних забруднюючих речовин 1 хімічна речовина має канцерогенну дію. За класифікацією МАВР/ЕРА формальдегід відноситься до групи канцерогенів 1 класу (2A/B1), тобто найбільш небезпечні для людини, та має фактор канцерогенного потенціалу $SF = 0,046$ мг/кг на добу.

Таблиця 4.5 – Параметри токсичності викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел Шевченківського району м. Запоріжжя

Назва речовини	CAS	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	ГДК _{с.д.} , мг/м ³	КН	RfC, мг/м ³ , вплив на органи і системи*
Зважені речовини	-	0,5	0,15	3	0,075, ОД, ССС, ВДР, смерть
Зважені речовини, розміром не менш 10 мкм	-	-	-	-	0,05, ОД, ССС, ВДР, смерть
Азоту діоксид	10102-44- 0	0,2	0,04	3	0,04, ОД, кров
Ангідрид сірчистий	7446-09-5	0,5	0,05	3	0,05, ОД, смерть
Вуглецю оксид	630-08-0	5,0	3,0	4	3, ССС, ВДР, ЦНС, кров
Фенол	108-95-2- 6	0,01	0,003	2	0,006, ОЗ, ОД, ССС, ПО, ЦНС
Формальдегід	50-00-0	0,035	0,003	2	0,003, ОД, ОЗ, ІС
Сірководень	7783-06-4	0,008	-	2	0,002, ОД
Сірковуглець	75-15-0	0,03	0,005	2	0,7, ВДР, ЦНС
Толуол	108-88-3	0,6			0,4ЦНС, ОД, ВДР
Бензол	71-43-2	1,5			0,06 ЦНС, кров, ВДР

Примітка.* ОД – вплив на органи дихання; кров – вплив на кровоносну систему; ВДР – вплив на процеси розвитку організму, включаючи ембріотоксичну і тератогенну дію, здібності до навчання та порушення інтелектуального розвитку; ССС – на серцево-судинну систему; ОЗ – вплив на органи зору; ЦНС – вплив на центральну нервову систему; ПО – вплив на паренхіматозні органи (печінка, нирки); ІС – вплив на імунну систему, включаючи розвиток алергічних реакцій; смерть – додаткова смертність.

Що стосується направленості дії та впливу пріоритетних речовин на здоров'я населення (органи та системи), то можна зазначити, що неканцерогенні речовини викликають широкий спектр порушень стану здоров'я людини, які можна розглядати як різні форми прояву токсичних ефектів, які реєструються на молекулярному, клітинному, тканинному, популяційному рівнях. Постійний тиск забрудненого повітря на здоров'я населення впливає на показники захворюваності та смертності. В першу чергу – це збільшення хронічних захворювань органів дихання, завдяки таким хімічним речовинам, як речовини у вигляді суспендованих твердих частинок, азоту діоксид, сірки діоксид, сірководень, фенол; серцево-судинних захворювань – оксид вуглецю, фенол, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих частинок; захворювань центральної нервової системи – оксид вуглецю, фенол.

Для проведення експозиції з метою оцінки ризику для здоров'я населення, обумовленого техногенним забрудненням повітря враховувалося те, що Шевченківський район – найбільший район міста. Чисельність населення, що піддається впливу такого забруднення складає 150 тисяч осіб.

Не зважаючи на те, що вклад підприємств Шевченківського району, які звітують за формою 2 ТП повітря в загальний баланс викидів близько 5%, вплив здійснюється на найбільшу частку жителів міста – п'ята частина запоріжців.

Для дослідження вибрані вулиці на яких за результатами спостережень, проведених ДУ Запорізький ОЛЦ МОЗ, яким були присвоєні номери:

1 – вул. Коріщенко, 2 – вул. Полякова, 3 – вул. Харчова, 4 – вул. Авраменко, 5 – вул. Бочарова, 6 – вул. В. Сергієнка, 7 – вул. Військбуд, 8 – вул. Вороніна, 9 – вул. Солідарності, 10 – вул. І. Сікорського, 11– вул. Карпенка-Карого, 12 – вул. Краснова, 13 – вул. О. Поради, 14 – вул. Чарівна, 15 – вул. Електрична, 16 – вул. Магістральна, 17 – вул. Моторобудівників, 18 – вул. Чавунна, 19 – вул. Пархоменко.

Усереднені рівні концентрацій забруднюючих речовин за 2020 рік (станом на 01.09.2020), які формують експозиційні навантаження на здоров'я населення Шевченківського району м. Запоріжжя, представлені в додатку В.

4.4 Результати етапу оцінки залежності «доза-відповідь» пріоритетних забруднюючих речовин

Різні речовини мають різний вплив на органи людського організму та спричиняють різні наслідки для здоров'я населення. Однак, саме методика оцінки ризику дозволяє оцінювати сукупний негативний вплив. Вплив викидів пріоритетних забруднюючих речовин на здоров'я населення представлено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Вплив викидів пріоритетних забруднюючих речовин на здоров'я населення

Забруднююча речовина	Негативні наслідки для здоров'я населення
Зважені речовини	Загальна смертність. Смертність від серцево-судинних захворювань, від захворювань органів дихання. Число дітей і підлітків, що страждають бронхітом (вік менше 18 років). Кашель та загострення бронхіальної астми
Формальдегід	Хронічне отруєння викликає алергію, подразнення очей, носа, горла і шкіри, кашель, напади астми, порушення сну, психічне збудження, схуднення, головні болі, розлади зору та координації, хронічну втому, сонливість, млявість, загальмованість.
Фенол	Розчин та пари викликають роздратування і хімічний опік шкіри, очей, слизових дихальних шляхів. Порушує функції нервової системи, викликати параліч дихального центру.
Бензол	Може викликати рак легенів та респіраторні захворювання. За даними ВООЗ, цей газ настільки небезпечний, що для нього не існує норм гранично допустимої концентрації. Вплив бензолу на організм людини викликає низку

Продовження таблиці 4.6

	гострих і довгострокових несприятливих наслідків для здоров'я.
Толуол	Вплив на організм може призвести до незворотніх уражень ЦНС, кровотворних органів, створити передумови до виникнення енцефалопатії .

ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» у Запорізькій області щотижнево надає дані спостережень за якістю повітря у житловій зоні, на автомагістралях та в зоні впливу промислових підприємств.

Перевищення ГДК забруднюючих речовин по Шевченківському району за період з 01.01.2020 по 01.09.2020 роки представлено в додатку В.

За критеріями оцінки якості атмосферного повітря перевищення ГДК серед пріоритетних забруднюючих речовин за досліджуваний період спостерігалось по РМ 2,5, РМ 10, формальдегіду, фенолу, бензолу та толуолу.

4.5 Характеристика ризику для здоров'я населення

На основі розрахованих рівнів експозиції були встановлені характеристики неканцерогенного ризику для Шевченківського району від забруднення повітря, які включали [32-37] неканцерогенні ризики (коефіцієнти небезпеки для окремих речовин (HQ) та сумарні індекси небезпеки (HI)). Результати розрахунку неканцерогеного ризику на досліджуваних вулицях наведені у таблиці 2 Додатку Г та на діаграмі рисунок 4.11, по окремим речовинам – на рисунках 4.12-4.17.

Найбільш значущі показники коефіцієнту небезпеки спостерігаються по формальдегіду, перевищення референтних концентрацій по якому присутні на кожній з досліджуваних вулиць. Найнижчі показники індексу – по сірковуглецю, аміаку, сірчистому ангідриду, ксилолу та оксиду вуглецю.

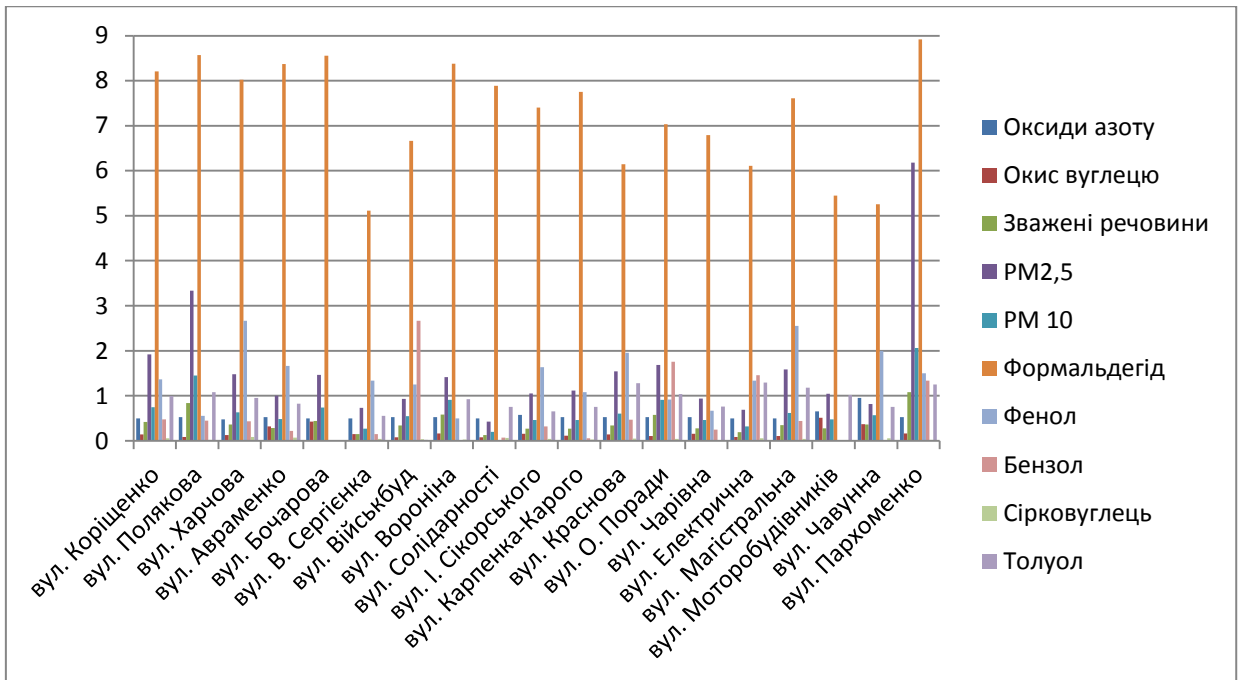


Рисунок 4.11 – Коефіцієнти небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів забруднюючих речовин у повітря Шевченківського на досліджуваних вулицях за 2020 рік

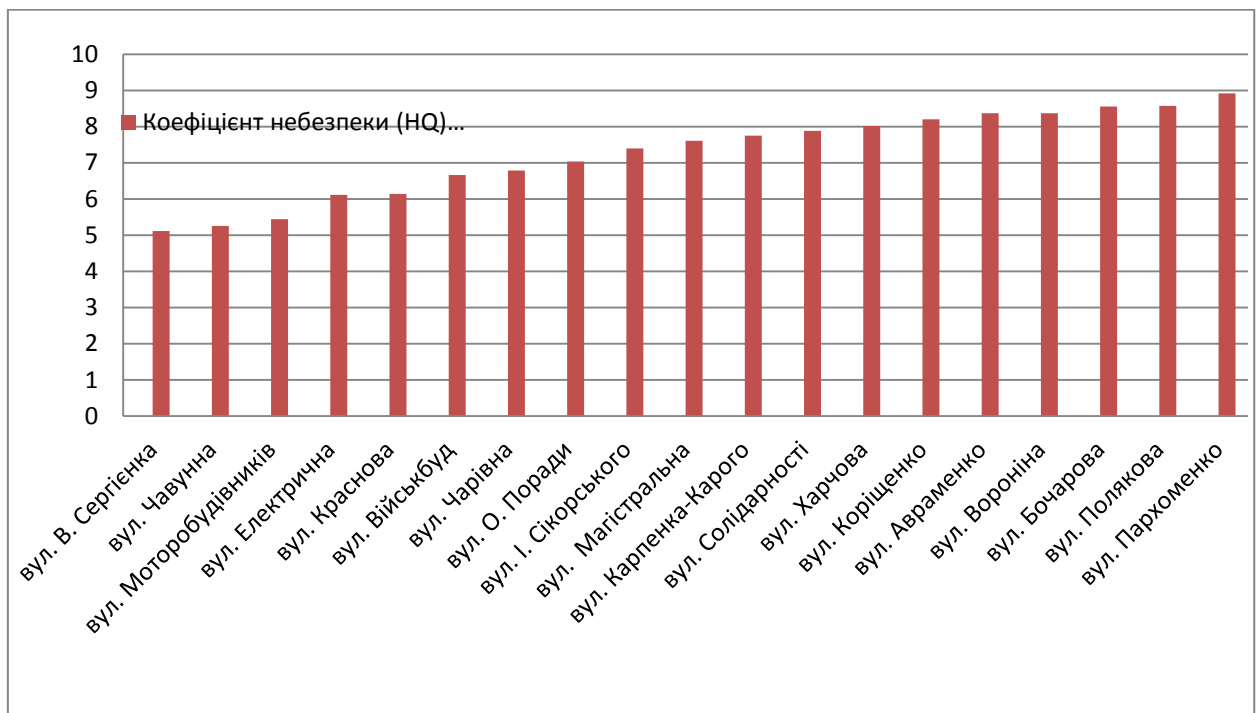


Рисунок 4.12 – Коефіцієнт небезпеки (HQ) при оцінці хронічних інгаляційних впливів формальдегіду у повітря Шевченківського на досліджуваних вулицях за 2020 рік

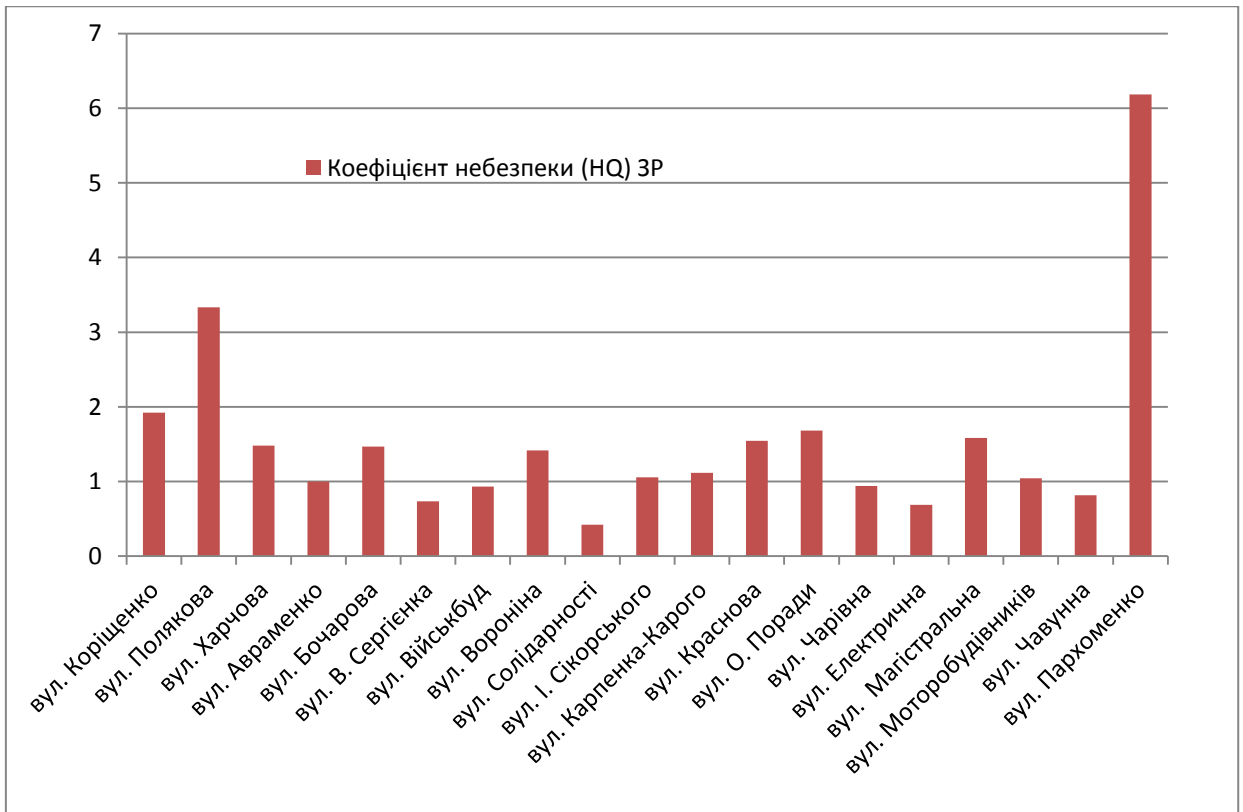


Рисунок 4.13 – Коефіцієнт небезпеки (HQ) при оцінці хронічних інгаляційних впливів $PM_{2,5}$ у повітря Шевченківського на досліджуваних вулицях за 2020 рік

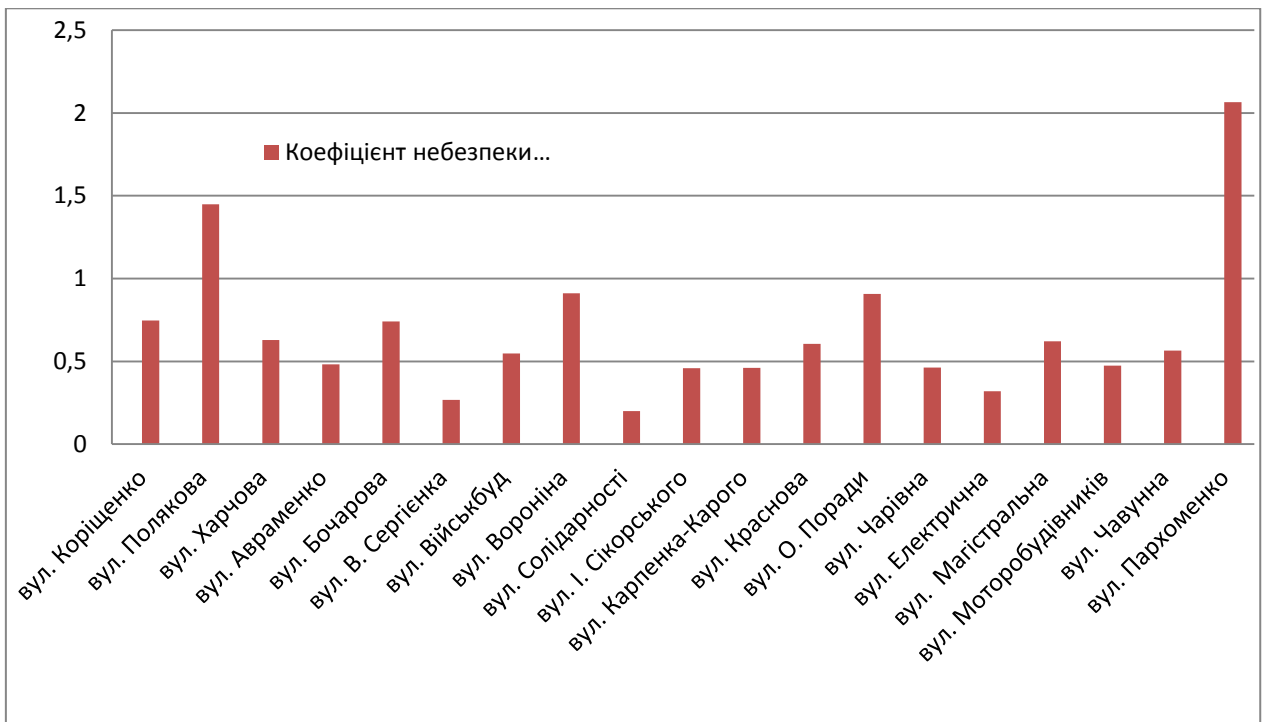


Рисунок 4.14 – Коефіцієнт небезпеки (HQ) при оцінці хронічних інгаляційних впливів PM_{10} у повітря Шевченківського на досліджуваних вулицях за 2020 рік

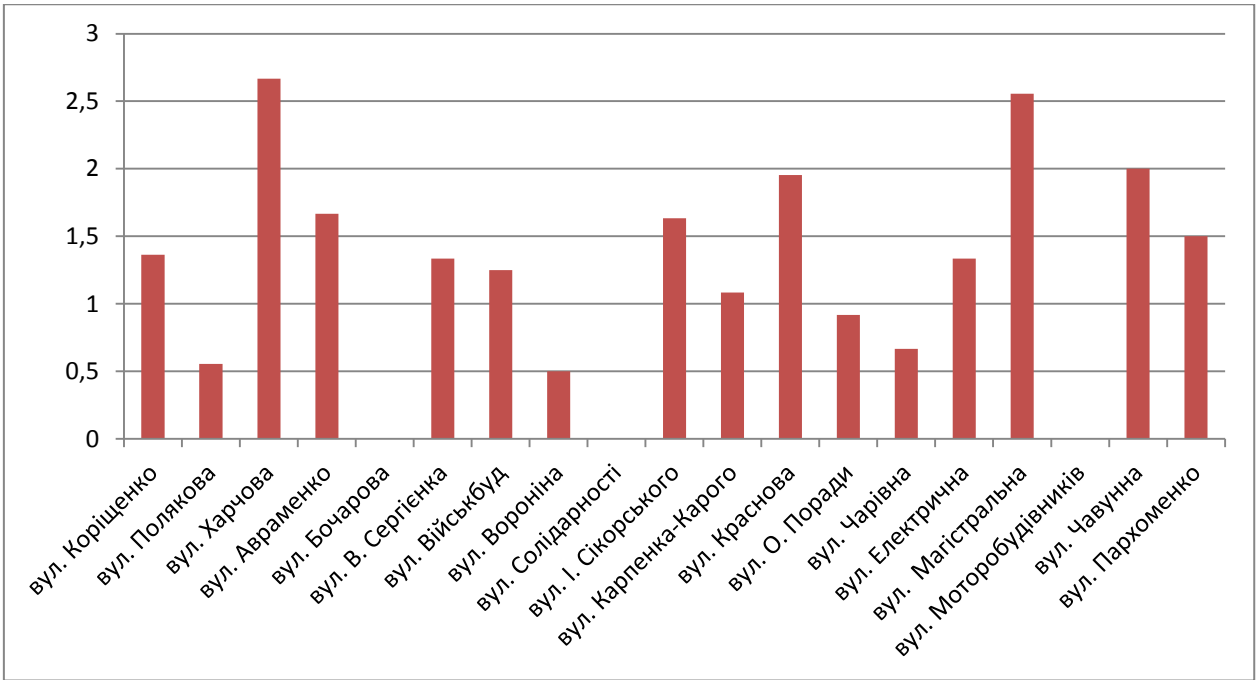


Рисунок 4.15 – Коефіцієнт небезпеки (HQ) при оцінці хронічних інгаляційних впливів фенолу у повітря Шевченківського на досліджуваних вулицях за 2020 рік

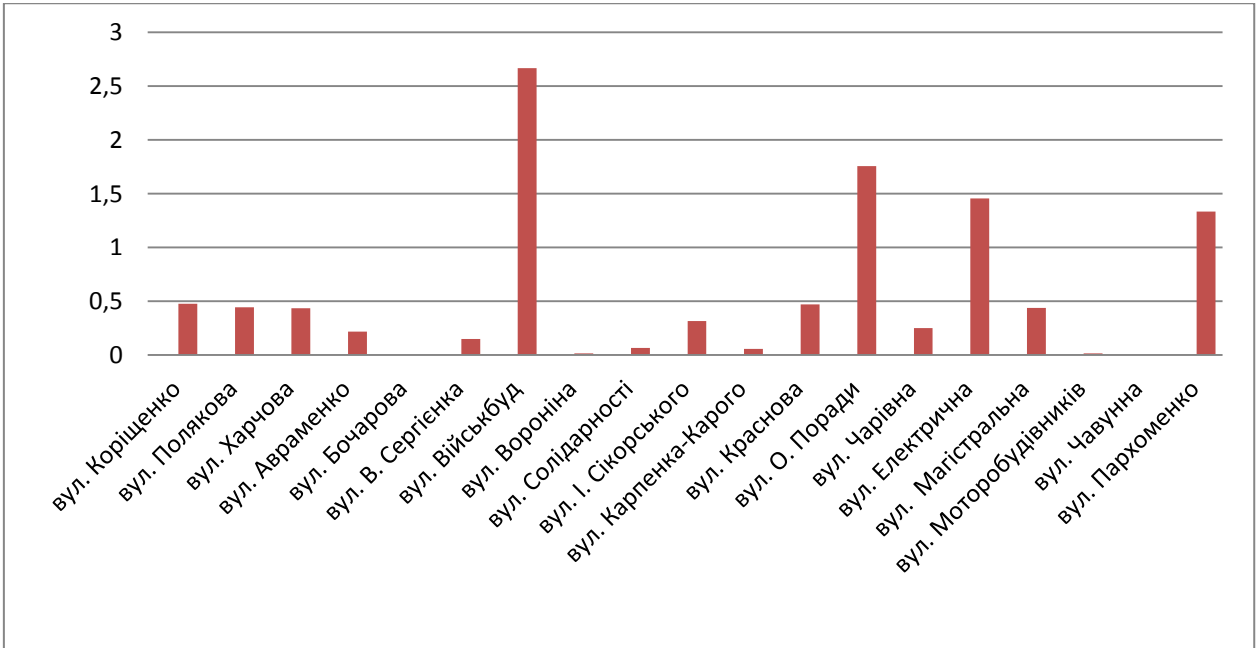


Рисунок 4.16 – Коефіцієнт небезпеки (HQ) при оцінці хронічних інгаляційних впливів бензолу у повітря Шевченківського на досліджуваних вулицях за 2020 рік

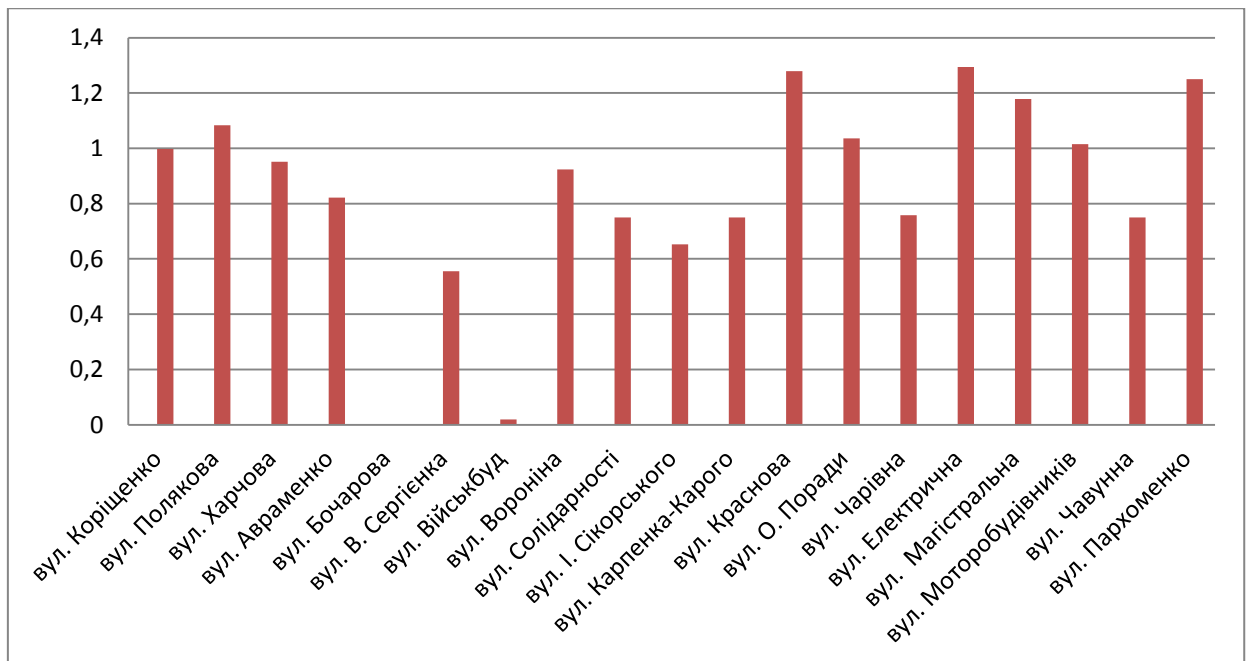


Рисунок 4.17 – Коефіцієнт небезпеки (HQ) при оцінці хронічних інгаляційних впливів толуолу у повітря Шевченківського на досліджуваних вулицях за 2020 рік

Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки хронічних інгаляційних впливів токсикантів у повітрі Шевченківського району з урахуванням критичних систем та органів, що першочергово піддаються негативному впливу токсикантів показують не лише перевищення безпечних рівнів ($HQ > 1$), а й знаходяться на надзвичайно високому рівні (представлені у таблиці 4.6).

Найвищі величини не канцерогенного ризику у Шевченківському районі зумовлюють викиди дрібнодисперсних часточок розміром 2,5 мкм, дрібнодисперсних часточок 10 мкм, фенол, толуол та бензол. Найвищі величини у формальдегіду, викиди якого мають переважну частку у загальному індексі HI.

Сумарний вплив на здоров'я по окремим органам та системам людини складає (рис. 4.18) : ОД, ІС = 138,22; ОД = 63,64; нирки, ЦНС, ПО = 22,98; ВДР, ЦНС, ОД = 18,83; ВДР, кров, ЦНС = 10,57; ССС, ЦНС, ССС, кров = 3,46;

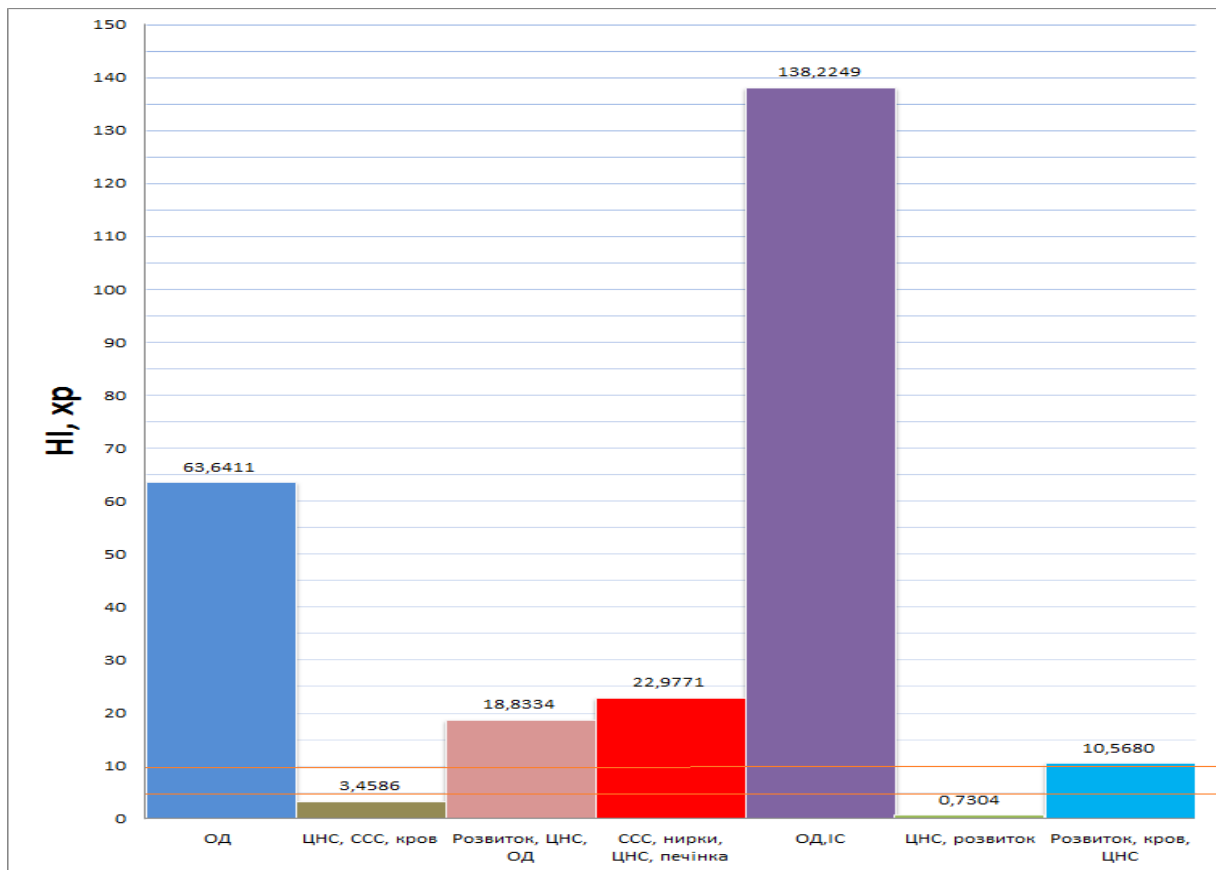


Рисунок 4.18 – Індеси небезпеки на системи та органи у Шевченківському районі при **хронічному** впливі в 2020 році

Таблиця 4.6 – Сумарний не канцерогенний ризик (НІ)

Речовина	HQ	Критичні органи
PM _{2,5}	29,35	ОД
PM ₁₀	13,91	ОД
Азоту діоксид	10,38	ОД
Аміак	2,21	ОД
Двоокис сірки	1,26	ОД
Вуглецю оксид	3,46	ЦНС, ССС, кров
TSP	7,53	ОД
Фенол	22,98	ССС, ПО, ЦНС,
Формальдегід	138,22	ОД, ІС
Сірковуглець	0,73	ЦНС, ВДР
Толуол	16,06	ОД, ЦНС, ВДР
Бензол	10,57	ЦНС, ПО, кров
Ксилол	2,77	ОД, ВДР, ЦНС
Сумарний не канцерогенний ризик (НІ) загальний, ут.ч.	242,37	

Примітка.* скорочення аналогічні наведеним під таблицею 4.5.

Сумарний не канцерогенний ризик складає 242,37 одиниці. Це значно вище за допустимі рівні ризику. Найбільше піддіються впливу за інгаляційного надходження органи дихання (НІ = 63,64) та імунна система при сукупному з органами дихання ризику (НІ = 138,22).

В Шевченківському районі середні значення коефіцієнтів небезпеки (хронічний інгаляційний вплив) в 2020 р. перевищували допустимий рівень (НҚ > 1) для речовин: формальдегід, фенол, бензол, толуол, РМ_{2,5}, РМ₁₀ і знаходяться на рівні більше встановленого критерію:

- для формальдегіду – на всіх вулицях, де проводилися вимірювання;
- для фенолу, толуолу, бензолу, РМ_{2,5} – на переважній кількості вулиць,
- для бензолу – вул. Військбуд, вул. О. Поради, вул. Електрична, вул. Пархоменка
- толуолу – вул. Полякова, вул. О. Поради, вул. Електрична, вул. Краснова, вул. Магістральна, вул. Моторобудівників, вул. Пархоменко
- для РМ₁₀ – лише на окремих вулицях.

Сумарний не канцерогенний ризик (НІ) по речовинам наведений на рис. 4.19.

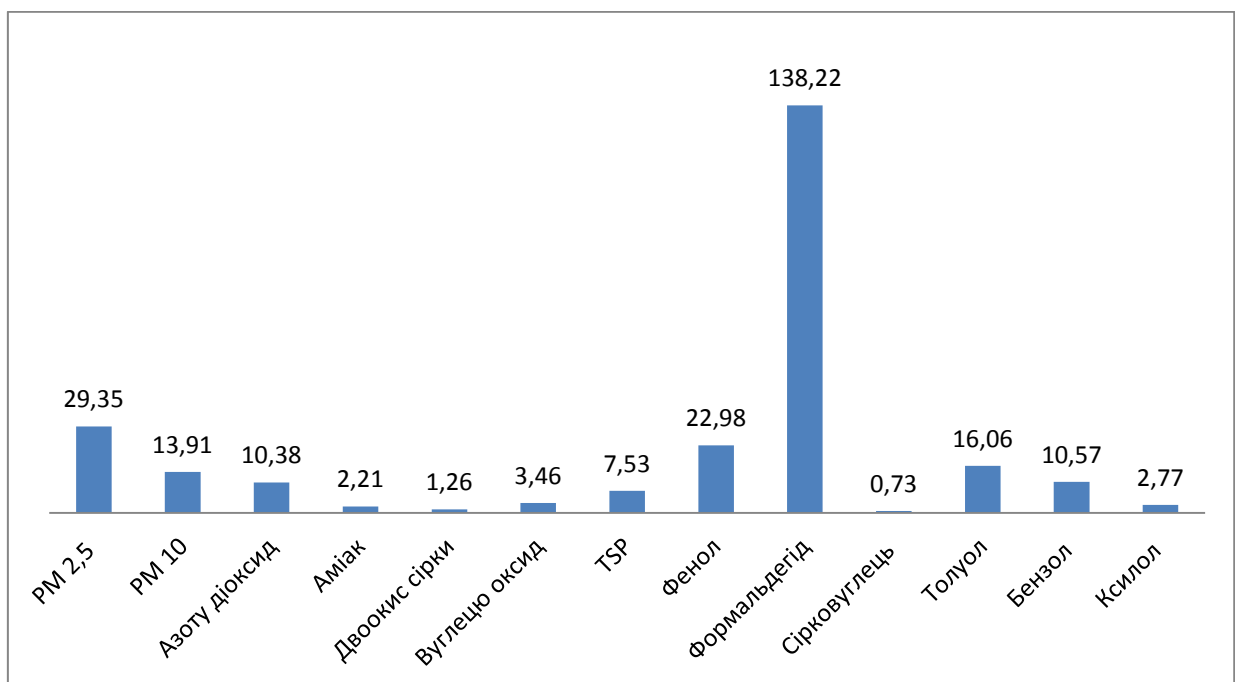


Рисунок 4.19 – Сумарний не канцерогенний ризик

Результати розрахунку показують, що найбільший внесок як у сумарну величину НІ, так і в ризик впливу на органи дихання, імунну систему, на нирки, печінку має формальдегід. Найменш значущу роль у формуванні ризику відіграє сірковуглець.

Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про перевищення в Шевченківському районі умовно безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) при хронічному інгаляційному впливі сукупністю пріоритетних забруднювачів на органи дихання, кровоносну систему, серцево-судинну систему, центральну нервову систему, імунну систему, вроджені дефекти розвитку, печінку та нирки.

Сумарний не канцерогенний ризик складає 242,37 одиниць, що є значно вище за допустимий .

4.6 Управління ризиком

В Шевченківському районі м. Запоріжжя такий високий рівень ризику ймовірно може бути зумовленим особливостями зонування, локальною зосередженістю підприємств металургійного комплексу, безпосереднім приляганням житлової зони до промислової, а також наявністю автомагістралей державного значення, які проходять наскрізно через район.

Для контролю ситуації, запобігання та зменшення негативних впливів варто насамперед організувати автоматизовані пости постійного спостереження для полютантів, внесок яких є найбільшим у ризик, розробити та впроваджувати заходи по зменшенню обсягу викидів забруднюючих речовин у повітря від промислових підприємств міста.

На незадовільну якість повітря регіону впливає моральне та фізичне зношення технологічного обладнання підприємств важкої металургії, застарілість технологій, відсутність в дієвих методів очистки значних обсягів

забруднених газів та автоматизованого моніторингу обсягів та складу викидів забруднюючих речовин. Автоматизований постійний моніторинг та контроль за викидами дасть можливість швидкого реагування органів держконтролю на випадки екстремального та високого забруднення атмосфери цілодобово в різні пори року.

Основні рішення щодо управління ризиком, спираючись на його оцінку треба зосередити на наступних напрямках:

- проведення оцінки ризику в цілому по місту з урахуванням змін у виробництві, вжитих з 2005-2008 заходах, визначення оновленого переліку найбільш значущих джерел викидів – від існуючих підприємств та новостворених за останні 20 років;

- розробка та впровадження системи профілактичних заходів щодо зниження ризику для різних груп населення, які мешкають у зоні підвищеного ризику. Аналіз та перегляд діючих природоохоронних регіональних та місцевих програм, планування природоохоронних заходів для тих підприємств, тих речовин та тих джерел, які утворюють неприйнятний рівень ризику для різних груп населення;

- розробка методики кореляції між забрудненням повітря та здоров'ям з визначенням вартісної складової збитків здоров'ю людини, еколого-економічне обґрунтування шкоди, яка завдається як здоров'ю населення, так і довкіллю в цілому, впровадження системи екологічного страхування;

- законодавча ініціатива Запорізької міської ради, Запорізької обласної державної адміністрації щодо виконання ст. 11 Закону України «Про охорону атмосферного повітря» щодо прийняття рішення про поетапне зниження викидів, підготовці та ухваленню Постанови КМУ про оцінку ризику, як складову процедури регулювання викидів забруднюючих речовин;

- безперервний автоматизований (фоновий) моніторинг стану повітря на вулицях, що зазнають впливу від стаціонарних джерел.

Для покращення стану атмосферного повітря та зниження негативного впливу шкідливих факторів забруднення атмосфери на здоров'я населення у

місті Запоріжжя потрібно проводити такі організаційно-технічні заходи:

- впровадження на підприємствах систем автоматизованого контролю [59] за об'ємами газів та складом викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря на основних джерелах викидів, які визначені у дозволі на викиди;

- влаштування майданчиків для контролю за неконтрольованими «ліхтарними викидами»;

- проведення робіт з інвентаризації джерел забруднення навколишнього природного середовища. Розробка проектів єдиних санітарно-захисних зон високого ризику проживання населення та розташування дитячих дошкільних закладів та шкіл;

- визначення рівня ризику, який створюють здоров'ю населення підприємства I-II класів санітарної класифікації, розташованих у складі промислових вузлів;

- відновлення робіт з проведення досліджень атмосферного повітря під факелом викидів промислових підприємств в житловій забудові;

- окремий алгоритм дій контролюючих органів у періоди несприятливих метеоумов.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Під час трудової діяльності на фахівця з екології можуть впливати небезпечні або шкідливі фактори виробництва, які в основному пов'язані із використанням комп'ютерної техніки: підвищення рівня напруги в мережі електропостачання, яке призводить до травм та ураження електричним током; фактори та параметри мікроклімату, що не відповідають встановленим нормам; висока або низька температура повітря в робочому приміщенні; рівень шуму, що може бути підвищеним через працюючу офісну техніку; нестача освітлення, яке призводить до зниження гостроти зору та зорове напруження м'язів ока, спричинене низькою рухливістю під час роботи за монітором протягом тривалого часу; травми від падіння предметів з шаф, полиць.

Ці шкідливі фактори можуть призвести до зниження продуктивності праці.

Правильно та ергономічно організоване робоче місце колога є важливим чинником для підвищення працездатності. Комфортні і безпечні умови праці є умовою високої продуктивності працюючих з персональним комп'ютером.

Розглянемо потенційні небезпечні та шкідливі виробничі фактори.

В якості об'єкта дослідження обрано приміщення відділу досліджень фізичних та хімічних факторів ДУ «Запорізького обласного лабораторного центру МОЗ України». Приміщення розташоване на першому поверсі адміністративної будівлі. Поблизу відстуні додаткові джерела підвищеного рівню вібрації та шуму. Площа приміщення складає 34 м², висота – 3 м, об'єм – 102 м³. В кімнаті є 4 вікна, а кількість працюючих складає 4 особи. У приміщенні встановлено 4 комп'ютери, 4 письмових столів та шафа для зберігання документів.

Кожне робоче місце знаходиться на відстані одного метра від стіни з вікном. Між рядами робочих місць витримується прохід в 1 м. Вологе прибирання приміщення здійснюється щоденно. Приміщення укомплектоване двома медичними аптечками першої допомоги.

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів показує, що умови праці у зазначеному приміщенні не призведуть до виникнення захворюваності, втрати працездатності та проявам професійної патології, оскільки виробничі чинники не є шкідливими.

Для поліпшення умов праці екологам варто дотримуватися елементарних правил ергономіки та слідкувати за наступними чинниками.

Зберігати оптимальну робочу позу, при якій ступні ніг знаходяться на підлозі, передпліччя – вертикально, стегна – в горизонтальній площині, лікті працюючого - під кутом 80 градусів до вертикалі. Комп'ютерна периферія (сканер та принтер) розташована зліва, на основному робочому місці, монітор розміщений на відстані 700 мм від очей користувача, що є оптимальним, клавіатура – на відстані 600 мм. Монітор встановлено із забезпеченням зручності зорового спостереження.

Приміщення відділу відноситься до категорії легкої важкості праці (легкі фізичні роботи), для якої встановлюються наступні вимоги [53].

Температура повітря в приміщенні не повинна бути нижче +21°C, а при повній завантаженості техніки- не повинна перевищувати +25°C.

Для створення відповідного мікроклімату, автоматичної підтримки в приміщенні оптимальної температури та вологості повітря в холодну пору року здійснюється обігрів кімнати через централізоване опалення, в теплу пору року застосовується кондиціонування повітря [53].

У зв'язку з тим, що природне освітлення приміщення здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, на робочому місці також застосовується штучне освітлення, яке обладнане системою загального рівномірного освітлення. Застосовують лампи накаливання, потужністю 100 Вт, кількість ламп у світильнику – 2 шт. Мінімальна освітлюваність лампи

розжарювання за нормами $E_{\min}=100$ лк [54].

Рівень шуму створюється в приміщенні друкованими пристроями, розмножувальною технікою, обладнанням для кондиціонування повітря та вентиляторами систем охолодження.

Зниження рівня зовнішнього шуму можливо досягнути збільшенням звукоізоляції захисних конструкцій, герметизацією по периметру притворів вікон, дверей. Еквівалентно допустимий рівень шуму не повинен перевищувати 60 дБА [54].

Основним джерелом електромагнітного випромінювання та електричного поля є дисплеї (монітори). Електромагнітне поле має електричну і магнітну складову. Вважається, що магнітна складова викликає велику реакцію, ніж електрична.

Для безпечної роботи на ПК необхідно перебувати на відстані не менше 50 см від екрана дисплея. Для зниження впливу всіх видів випромінювання рекомендується встановлювати захисні екрани, а також дотримуватися регламентованих режимів праці та відпочинку.

Для нейтралізації зарядів статичної електрики в приміщенні, де виконується робота на комп'ютерах, в тому числі на лазерних та світлодіодних принтерах, рекомендується збільшувати вологість повітря за допомогою кімнатних зволожувачів.

Таким чином, після проведеного аналізу умов праці робочого місця еколога в приміщенні відділу досліджень фізичних та хімічних факторів та виявлених можливих шкідливих та небезпечних факторів виробничого середовища, пропонується змінити умови підтримки мікроклімату за рахунок подачі більшого обсягу повітря у приміщення.

ВИСНОВКИ

1. Проаналізовано інформацію про стан забруднення міст України, про методики оцінки рівня забруднення повітря та особливості впливу різних токсикантів на організм людини.

2. В м. Запоріжжя обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферу стаціонарними джерелами у 2019р. складають 69,7 тис. тонн. (загальний, з урахуванням транспортного забруднення – 252,7 тисяч тон., при цьому внесок стаціонарних джерел у баланс забруднення складає 68,6%). Криза техногенного навантаження на місто погіршується кліматичними особливостями регіону та існуючим зонуванням. В районах міста, які планувалися винятково під житлову забудову, також розташовані різноманітні підприємства металургії та хімічної промисловості. Система моніторингу якості повітря у місті є недосконалою, встановлені у 70-х роках минулого століття пости спостереження ручного відбору проб технічно застарілі, відбір проб, який здійснюється на переважній кількості постів у денний час не дозволяє оцінити якість повітря. Пости розташовані лінійно, з 7 адміністративних районів мережею охоплено лише три. Стан забруднення міста залишається високим, зберігає монотонну тенденцію рівня забруднення з невеликими коливаннями, які залежать від економічних чинників. Викиди забруднюючих речовин оцінюються за даними форми статистичної звітності 2тп повітря, однак велика частина підприємств, які не належать до переліку підзвітних, залишається поза увагою чинних оцінок рівня забруднення. У структурі балансу викидів міста, підприємства Шевченківського району мають вклад на рівні 5%, однак за чисельністю населення це найбільший район міста, під дію забруднення підпадає п'ята частина жителів. Метеорологічна ситуація тяжіє до збільшення переліку днів з несприятливими метеоумовами, зонування міста не враховує потреби жителів у територіях, вільних від забруднення – житлові масиви наскрізно

помережені підприємствами, які впливають на рівень забруднення повітря, автомагістралями та неврахованими забруднювачами.

3. Розрахунки КІЗА на постах показали їх неоднорідність, перелік вимірюваних речовин не є уніфікованим для всіх постів. Найбільший внесок у формування КІЗА здійснює формальдегід. Істотними також є концентрації оксидів азоту, фенолу та пилу загального. Екологічний моніторинг в м. Запоріжжі, який здійснює ЗЦГМ не включає вимірювання небезпечних токсикантів, наявність яких є характерною для великих міст – бензапірен. Найбільший рівень КІЗА спостерігається на ПСЗ розміщених у зоні впливу основного промислового майданчика. В інших районах міста, де наявний промисловий потенціал, спостереження не ведуться, оцінити рівень якості повітря за даними гідрометслужби неможливо.

Результати розрахунків оцінки неканцерогеного ризику для здоров'я населення м. Запоріжжя за даними ЗЦГМ за 9 місяців 2020 року свідчать про неприйнятний рівень. Значення коефіцієнтів безпеки перевищують допустимий рівень ($HQ > 1$) по речовинам: оксиди азоту, пил загальний, формальдегід, фенол, водень хлористий, сірководень. Результати розрахунків індексів безпеки свідчать про перевищення умовно безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) при хронічному інгаляційному впливі сукупністю пріоритетних забруднювачів на органи дихання, кровоносну систему, серцево-судинну систему, імунну систему, печінку та нирки. Сумарний не канцерогенний ризик складає 8,5 одиниць, що відповідає є високому рівню безпеки.

Результати розрахунків оцінки ризику для здоров'я населення Шевченківського р-ну за 9 місяців 2020 року (за даними ДУ ЗОЛЦ МОЗ) свідчать про неприйнятний рівень. Результати розрахунків індексів безпеки свідчать про перевищення в Шевченківському районі умовно безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) при хронічному інгаляційному впливі сукупністю пріоритетних забруднювачів на органи дихання, кровоносну

систему, серцево-судинну систему, центральну нервову систему, імунну систему, вроджені дефекти розвитку, печінку та нирки.

Сумарний не канцерогенний ризик складає 242,37 одиниць, що є значно вище за допустимий.

4. Враховуючи достатні промислові потужності Шевченківського району, кількість населення, що піддається впливу забруднення повітря (п'ята частина населення міста), Шевченківський район потребує встановлення автоматизованих систем спостереження за рівнем якості повітря. При цьому таких постів має бути два – розташування одного з них має бути в житловій зоні, яка безпосередньо примикає до зони впливу ПАТ «Запоріжжябразив» (як підприємства, яке має найбільшу частку у структурі забруднення повітря району) – на вул. О. Поради, інший – на території щільної житлової забудови з урахуванням метеокліматичних умов на більш значній відстані від промислових об'єктів та автомагістралей (у західному та північно-західному напрямку від крупних промислових об'єктів) – для фонового спостереження. Рівень забруднення повітря у Шевченківському р-ні потребує організації постійних спостережень автоматизованими системами, за результатами розрахунків критеріїв небезпеки перелік показників за якими доцільно проводити моніторинг повітря виглядає наступним чином: окисли азоту, РМ_{2,5}, РМ₁₀, формальдегід, фенол.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля: Постанова КМУ N 391 від 30 березня 1998 р, м. Київ. КМ.
2. Створення ефективної системи моніторингу довкілля в Україні: проблеми і шляхи їх вирішення: Аналітична записка Національний інститут стратегічних досліджень. URL: <http://old2.niss.gov.ua/articles/2054/>_(дата звернення 01.09.2020).
3. Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 6 травня 2015 року «Про Стратегію національної безпеки України». Указ Президента України URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/287/2015/paran7#n7>. (дата звернення 10.08.2020).
4. Федонюк М. А. До питання удосконалення системи державного екологічного моніторингу стану атмосферного повітря, Державне управління: удосконалення та розвиток № 2 2013, URL:<http://www.dy.nauka.com.ua/?op=1&z=541>(дата звернення 19.07.2020).
5. Моніторинг та оцінювання екологічних ризиків техногенного походження. Аналітична доповідь. Київ, Національний інститут стратегічних досліджень, 2012. 52с.
6. Потапенко В.Г. Шевчук І.В. Проблеми державної системи екологічного моніторингу в Україні та шляхи їх подолання. Аналітична записка. URL:<http://www.niss.gov.ua/articles/1038/>(дата звернення 15.07.2020).
7. Бахарев В. С., Маренич А.В. Аналітичний огляд результатів наукових досліджень з проблем моніторингу довкілля в Україні. Екологічна безпека, 2016. Вип. 2. С. 35-42. URL:http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekbez_2016_2_7 (дата звернення 10.09.2020).
8. Галла-Бобик С.В. Марійчук Р.Т., Сухарев С.М. Моніторинг забруднення атмосферного повітря канцерогенними речовинами у

Закарпатській області. Вісник УжНУ. Серія Хімія. 2009. Випуск 22. С.143-147.

9. Зацерковний В.І., Кривоберець С.В., Сергієнко В.В. Геоінформаційний моніторинг атмосферного повітря Чернігівської області. Ученые записки Таврического национального университета имени В.И. Вернадского. Серія «Географія». 2011. Том 24 (63), №3, С. 74-84.

10. Скакальський О. Екологічний моніторинг у системі природоохоронної діяльності регіональної влади. Державне управління та місцеве самоврядування. 2015. Вип. 4. С. 152-162. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/dums_2015_4_19

11. Кауля В.С. Прогнозування динаміки забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. Актуальні питання біології, екології та хімії. 2015. Том 9, №1. С. 56-63.

12. Доценко Л. В., Демиденко А. С. Порівняльний аналіз методів визначення рівня забруднення атмосферного повітря. Екологічна безпека. 2014. Вип. 2. С. 71-74. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ekbez_2014_2_14

13. Колесник В.Є, Павличенко А.В., Калініна К.Р. Екологічна класифікація якості атмосферного повітря за комплексними індексами його забруднення. Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. Дніпро: ИГТМ НАНУ, 2017. Вип. 137. С. 156-169. URL:<http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/158647>

14. Васенко О.Г., Рибалова О.В., Артем'єв С.Р., Горбань Н.С., Коробкова Г.В., Полозенцева В.О., Козловська О.В., Мацак А.О., Савічев А.А. Інтегральні та комплексні оцінки стану навколишнього природного середовища: монографія. Харків: НУГЗУ, 2015 419 с.

15. Бардова В.Г., Федоренко В.І. Основи екології: підручник для студ. вищих навч. закладів. Вінниця: Нова книга, 2013. 424 с.

16. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.

Москва: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.

17. Басов М. О., Басова О. М., Исаев Н. И. Оценка риска для здоровья населения от источников загрязнения атмосферного воздуха машиностроительного промышленного узла. *Итоги и перспективы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации*: материалы XI Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей, 29-30 марта 2012 г. М. Москва, 2012. Т. I. С. 317-320.

18. Фокин С. Г. Оценка воздействия на население Москвы загрязнений атмосферного воздуха канцерогенными веществами. *Гигиена и санитария*. 2010 № 3. С. 18-20.

19. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря. Методичні рекомендації. Наказ МОЗ України від 13 квіт. 2007 р. №184. 2007. 37 с.

20. Цимбалюк С.М. Гігієнічна оцінка впливу атмосферного повітря на формування захворюваності на рак щитоподібної залози: автореф. дис. канд. медичних наук: 14.02.01. Державна установа «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМН України». Київ, 2017. С.15-17 .

21. Турос О.І. Аналіз ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами м. Запоріжжя. Медичні перспективи, 2008.13, № 1. С. 93-97.

22. Данильченко А. О., Іващенко П. М. Аналіз рівня забруднення атмосферного повітря в Київській області. Збірник наукових праць «Часопис картографії», Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вип..10 (2014). С.137.

23. Малєєв В.О., Безпальченко В.М., Семенченко О.О. Стан атмосферного повітря міста Херсона. Вісник Херсонського національного технічного університету. 2018. № 2. С. 124-130. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdtu_2018_2_18

24. Стратегія розвитку м. Запоріжжя на період до 2028 року. Запорізька міська рада, 2017. URL: <https://zp.gov.ua/uk/page/development-strategy>
25. План дій з адаптації до наслідків зміни клімату міста Запоріжжя, Запорізька міська рада, 2020. URL: <https://zp.gov.ua/uk/sessions/99/resolution/41273>
26. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2019 році. Запорізька обласна державна адміністрація, м.Запоріжжя, Запорізька обласна державна адміністрація, 2020 С.26–38.
27. Екологічний паспорт Запорізької області за 2019 рік, Запорізька обласна державна адміністрація, м.Запоріжжя, Запорізька обласна державна адміністрація, 2020 С. 9-14.
28. Паспорт Шевченківський район станом на 25 грудня 2015 року, сайт Запорізької міської ради URL:<https://web.archive.org/web/20160824185225/http://meriazp.gov.ua/test/index.php?id=207>
29. Паспорт Шевченківського району міста Запоріжжя, сайт Запорізька міська рада, 2020, URL: https://zp.gov.ua/upload/editor/pasport_sajt_mvk-22-06-2020.pdf
30. Про затвердження форми державного статистичного спостереження 2-ТП (повітря) (річна) «Звіт про викиди забруднюючих речовин і парникових газів у атмосферне повітря від стаціонарних джерел викидів», Наказ Держстату від 06.07.2018 № 124 URL:<https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0124832-18#n12>
31. Про охорону атмосферного повітря: Закон України за станом на 16 жовтня 1992. Відом. Верх. Ради України. 1992. № 50. 678 с.
32. Запорожець О. І. та ін.; за редакцією С. В. Бойченка. Транспортна екологія: навчальний посібник. Київ: «Центр учбової літератури», 2017.508 с.

33. Сафранов Т. А. Загальна екологія та неоекологія: Конспект лекцій. Київ: КНТ, 2005. 188 с.
34. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць, Наказ Міністерство охорони здоров'я від 14.01.2020, №52, Офіційний вісник України від 25.02.2020. 2020 р., № 15, стор. 20, стаття 608 URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text>
35. Кривошеин Д. А., Муравей Л. А., Роева Н. Н. и др. Экология и безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие для вузов. Москва: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. 447 с.
36. Термена Б. К. Забруднення атмосфери та його наслідки: навчальний посібник. Чернівці: Книги-XXI, 2005. 167 с.
37. Посудін Ю. І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища: Підручник. 2-е видання. Київ: Printline, 2015. 335 с.
38. Безуглая Э. Ю., Смирнова И. В. Воздух городов и его изменения. Санкт-Петербург: Астерион, 2008. 253 с.
39. Безуглая Э. Ю., Расторгуева Г. П., Смирнова И. В. Чем дышит промышленный город. Ленинград: Гидрометеиздат, 1991. 255 с.
40. Гомонай В.І., Лобко В.Ю., Ходаковський В.С. Формальдегід головний компонент забруднення атмосфери автомобільним транспортом в містах України . Екологічний вісник. 2007. №1 (41). С. 10–12.
41. Безуглая Э.Ю., Ивлева Т.П. Формальдегид в атмосфере городов. В Сб. «Вопросы охраны атмосферы от загрязнения» НПК «Атмосфера». №1 Санкт–Петербург, 2003.
42. Сафранов Т.А. та ін.; за ред. проф. Сафранов Т. А. і проф. Адаменко Я. О. Системний аналіз якості навколишнього середовища: підручник Одеса: Екологія, 2015. 244 с.
43. Безуглая Э. Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Ленинград: Гидрометеиздат, 1986. 116 с.

44. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) . Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. № 201.
45. Air Quality Index (AQI, A Guide to Air Quality and Your Health). URL: <http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.aqi>
46. Statistiques indice de la Qualite de l'air. Année civile 2005. AIRPARIF Surveillance de la Qualite de l'air en Ile-de-France. Paris, 2005. 9 p.
47. Air Pollution in the UK:2008. AEAT/ENV/R/2823/Issue 1. 2009. 270 p.
48. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень національної гідрометслужби. Центральна геофізична обсерваторія ім. Срезневського URL: http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/index.php?fn=u_zabrud&f=ukraine.
49. Бюлетні «Інформаційно – аналітичний огляд Стан довкілля в Запорізькій області» 2020, Запорізька обласна державна адміністрація.
50. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека. Региональные публикации. Копенгаген: ВОЗ, 2001. №85. 294 с.
51. Большаков А.М., Крутько Е.В., Пуцилло В.Н. Оценка и управление рисками влияния окружающей среды на здоровье населения. Москва: Эдиториал УРСС, 1999. 255 с.
52. МосМР 2.1.9.003-03. Расчет доз при оценке риска многосредового воздействия химических веществ. Москва: Санэпидмедиа, 2003. 28 с.
53. Жидецкий В.Ц. Основы охорони праці. Львів: Афіша, 2002. 320с.
54. Геврик Є.О. Охорона праці: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ: Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
55. Кузнецов Б.В. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок. Минск: Беларусь, 1987. 479 с.
56. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. Москва: Энергоатомиздат, 1984. 448 с.

57. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. Москва, 1992.
58. Пірогова І.М., Рильський О.Ф. Проблема регулювання якості повітря м. Запоріжжя при несприятливих метеоумовах. Науковий журнал «Молодий вчений» № 7 (83) липень, 2020 р., стаття , с128-132.
59. Пірогова І. М., Крамаренко О. М., Рильський О. Ф. Обґрунтування автоматизації систем моніторингу атмосферного повітря промислової агломерації (на прикладі міста Запоріжжя). *Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту»*: Зб. тез доп. 80, м. Дніпро, 23-24 квітня 2020 р, с.202-203.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А. Дані статистичної звітності за формою 2тп повітря підприємств Шевченківського району

позначка підприємства			A	B	C	D	E	G	
2016	разом	1	1766,265	866,476	361,156	290,354	116,614	95,874	
	в т.ч.	фенол	2	3,928	0,452				0,001
		SO2	3	158,769	176,041	103,744	56,68	13,612	0,973
		CO	4	804,392	110,142	83,955	62,853	20,577	23,277
		NO2	5	88,657	175,526	59,161	117,433	62,043	0,698
		Nox	6	99,037	177,544	59,166	119,201	62,175	0,698
		HCl	7	-	9,552	0,001	-	-	-
		Формальдегід	8	0,224	0,21	-	-	-	0,002
пил загальний	9	666,769	9,552	39,148	21,224	18,257	53,671		
2017	разом	10	1973,731	713,370	-	239,786	96,350	111,547	
	в т.ч.	фенол	11	7,603	0,253	-			0,002
		SO2	12	250,113	11,314	-	42,963	10,196	1,387
		CO	13	965,163	112,436	-	51,921	23,739	27,115
		NO2	14	84,981	195,664	-	111,461	48,616	1,019
		Nox	15	96,905	197,723	-	111,461	48,740	1,019
		HCl	16		9,555	-	-	-	-
		Формальдегід	17	0,203	0,196	-	-	-	0,002
пил загальний	18	610,357	173,253	-	16,768	12,235	57,435		
2018	разом	19	2487,978	602,537		-	113,074	75,738	
	в т.ч.	фенол	20	8,524	0,285	-	-		0,005
		SO2	21	216,747	11,423	-	-	11,211	1,265
		CO	22	1308,780	104,253	-	-	27,899	19,921
		NO2	23	106,188	146,304	-	-	60,565	1,527
		Nox	24	116,171	148,294	-	-	60,7	1,527
		HCl	25	0,002	3,994	-	-		
		Формальдегід	26	0,298	0,152	-	-		0,095
пил загальний	27	625,771	143,602	-	-	10,645	40,884		
2019	разом	28	2412,435	574,749		-	-	62,038	
	в т.ч.	фенол	29	6,775	0,295	-	-		0,008
		SO2	30	166,488	9,757	-	-	10,161	1,558
		CO	31	1246,391	103,18	-	-	24,868	7,943
		NO2	32	113,431	117,336	-	-	47,237	2,285
		Nox	33	122,482	119,318	-	-	47,356	2,3
		HCl	34	0,004	3,994	-	-		
		Формальдегід	35	0,297	0,152	-	-		0,001
пил загальний	36	554,792	147,108	-	-	9,74	48,761		

Продовження таблиці ДОДАТКУ А

	Н	І	Ї	К	Л	М	З	О	Р	С
1	89,976	53,112	25,517	1,066	4,466	25,051	21,046	-	-	157,449
2	-	0,004	-	-	-	-	0,001	-	-	0,023
3	1,758	0,018		0,036	0,004	0,96		-	-	4,314
4	45,677	0,285	3,367	0,018	0,009	7,085	3,489	-	-	22,882
5	39,028	0,06	1,225	0,041	0,003	1,993	8,341	-	-	12,396
6	39,028	0,368	1,225	0,041	0,644	2,001	8,668	-	-	13,542
7	-	0,612	-	-	0,003		0,11	-	-	0,244
8	-	0,015	-	-	-	-	-	-	-	-
9	2,635	7,859	20,715	0,331	0,171	13,54	0,11	-	-	202,89
10	53,064	54,656	27,408	5,039		25,051	21,505	498,355	-	181,542
11		0,006					0,001		-	0,036
12	1,608	0,038		0,036	0,004	0,960		91,350	-	7,621
13	41,808	0,372	3,522	0,010	0,026	10,077	3,214	107,362	-	30,911
14	6,432	0,243	0,733	0,022	0,002	1,971	5,609	223,035	-	13,302
15	6,432	0,401	0,733	4,022	0,897	1,979	5,936	224,899	-	15,12
16	-	1,373	-	-	0,002		0,11	0,053	-	0,095
17	-	0,018	-	-	-	-	-	-	-	0
18	2,412	7,84	23,024	0,331	0,095	17,415	2,203	49,781	-	37,633
19	57,816	24,65	14,549	5,52	5,092	25,431	21,124	553,468	-	163,501
20		0,02	-	-	-	-	0,001		-	0,129
21	1,752	0,078		0,036	0,006		2,243	143,941	-	3,849
22	45,552	0,651	1,781	0,004	0,035	0,074	3,235	132,445	-	28,483
23	7,008	1,052	0,894	0,009	0,003	0,024	4,207	168,014	-	14,46
24	7,008	1,139	0,894	4,509	1,148	0,024	4,534	172,838	-	15,553
25	-	1,084	-	-	0,003		0,11	0,001	-	0,001
26	-	0,003	-	-	-	-	-	-	-	0,081
27	2,628	6,478	11,725	0,331	0,131	25,31	4,539	63,205	-	37,175
28	39,581	9,439	21,06	5,794	3,361	27,718	15,902	545,091	11,106	170,453
29	-	0,018	-	-	-	-	0,001	-	-	0,201
30	1,757	0,015		0,036	-	-	0,947	180,993	0,035	6,067
31	26,65	0,507	2,848	0,01	0,035	0,085	2,594	0,704	0,117	163,726
32	5,104	0,894	0,595	0,023	0,002	-	4,337	2,194	0,161	116,982
33	5,104	0,955	0,595	0,023	0,433	-	4,741	110,113	0,166	15,821
34		0,675	-	-	0,003	-	0,11		0,069	0,004
35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,161
36	5,444	4,055	17,508	0,331	0,068	27,608	3,28	61,617	2,796	64,869

Перелік скорочень ДОДАТКУ А

Позначка	Назва підприємства
А	ПАТ «Запорізький абразивний комбінат»
В	ПАТ «Мотор Січ»
С	ПАТ «Запорізький оліяжиркомбінат»
D	ВП «Запорізький олійноекстраційний завод» ТОВ «Оптімус ПЛЮС»
Е	Філія концерну «Міські теплові мережі» Шевченківського району
G	ТОВ «Запорізький сталеливарний завод»
H	ТОВ «Запорожспецсплав»
I	КП «Науково-виробничий комплекс «ІСКРА»
J	Філія «Запорізька дорожньо-експлуатаційна дільниця» ДП «Запорізький облавтодор»
K	ТОВ «АЙС Запоріжжя»
L	ТОВ «Торговий дім «ЩЕДРО»
M	ПАТ «Запоріжнерудпром»
N	ДП «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г.Івченка
O	ТОВ «Оптімусагро трейд» (Виробничий підрозділ «Запорізький олійноекстраційний завод»)
P	ДП «Запорізький державний авіаційний ремонтний завод «МІГ ремонт»
Q	інші

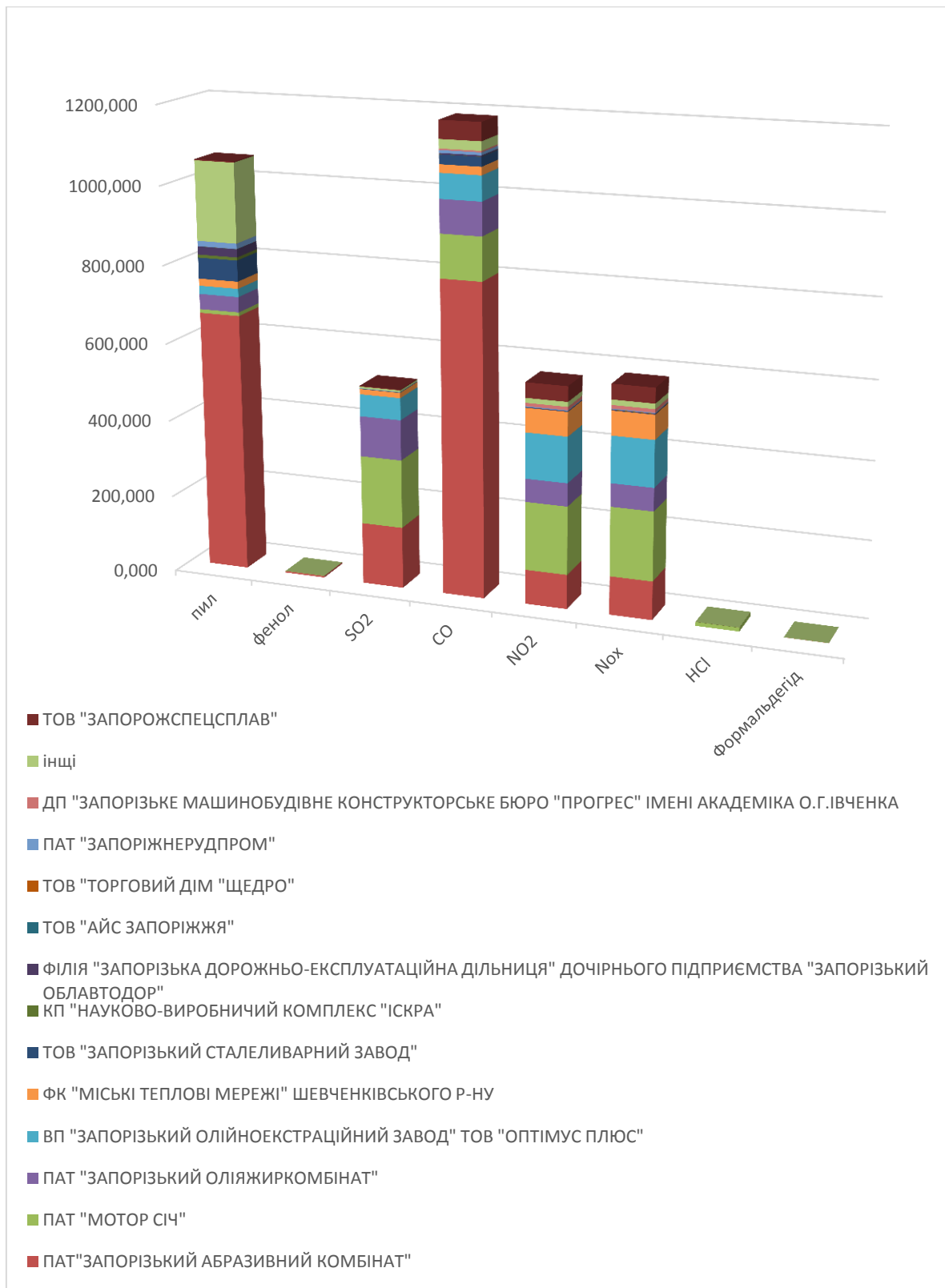


Рис. А.1 – Розподіл викидів по речовинам, підприємства Шевченківського району за 2016 рік за формою 2 тп повітря

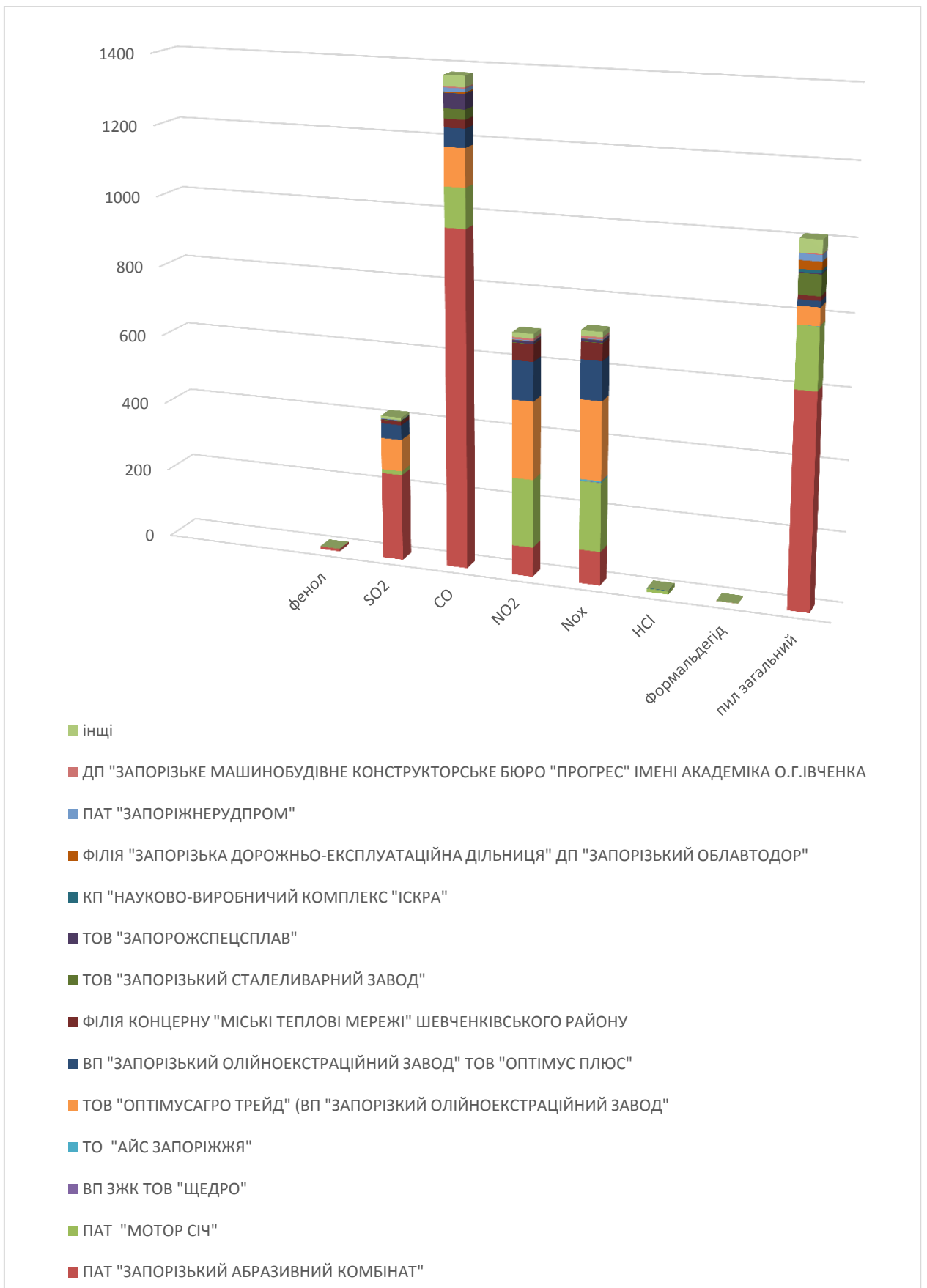


Рис. А 2 – Розподіл викидів по речовинам, підприємства Шевченківського району за 2017 рік за формою 2 тп повітря

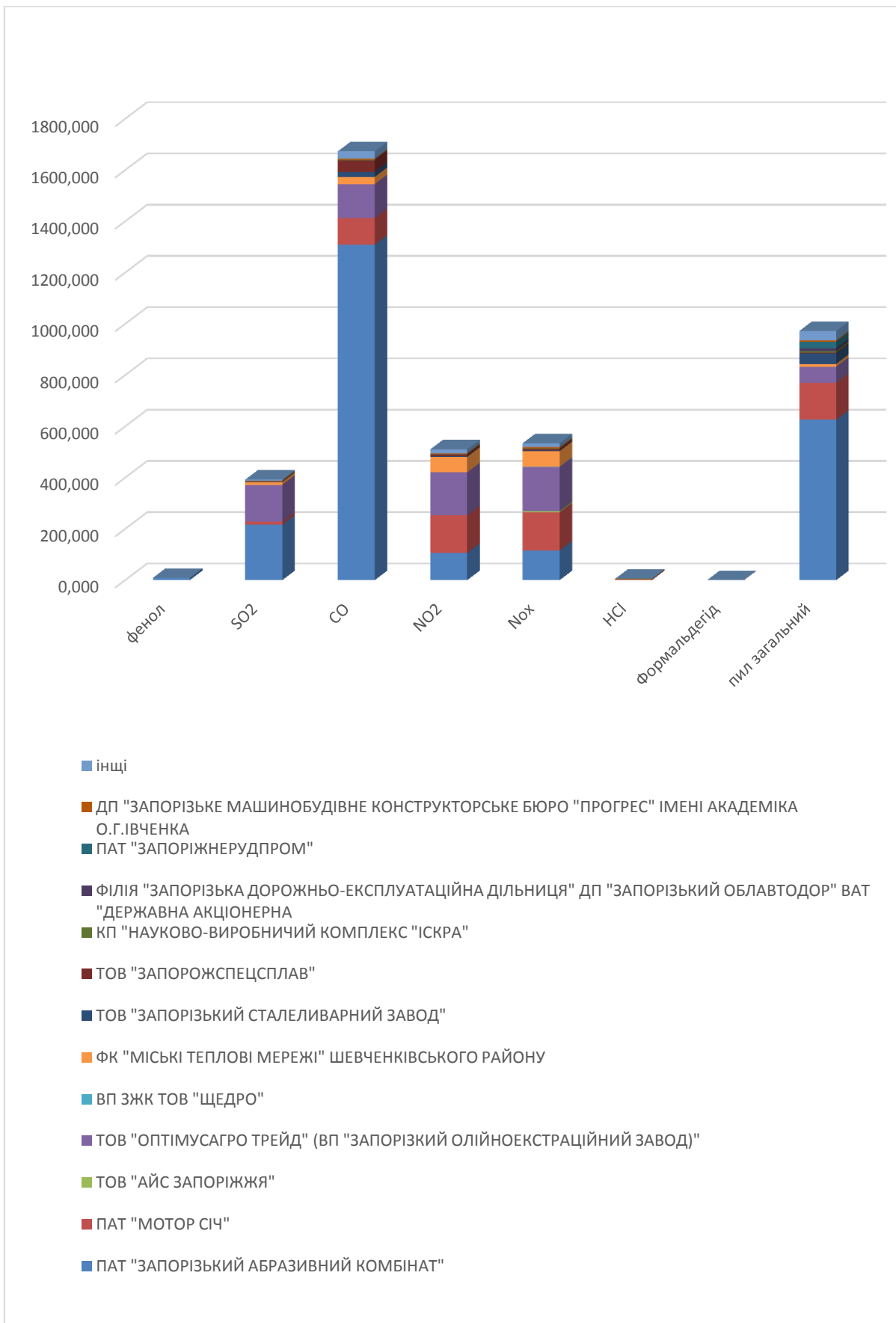


Рис. А 3 – Розподіл викидів по речовинам, підприємства Шевченківського району за 2018 рік за формою 2 тп повітря

Продовження таблиці ДОДАТКУ Б

2017	місяць /ЗР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	рік
ПСЗ № 9	пил	1,0	0,9	0,9	0,5	1,2	1,1	0,4	1,0	0,7	0,8	0,8	0,7	0,8
	NO ₂	1,8	2,1	2,8	2,2	2,7	2,0	2,2	2,8	1,9	2,3	2,0	2,1	2,2
	SO ₂	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	CO	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4
	HF	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ПСЗ № 10	пил	0,8	0,8	0,9	0,9	1,1	1,2	0,5	0,6	0,4	0,9	0,5	0,5	0,8
	NO ₂	3,0	2,9	2,6	2,4	2,6	2,9	3,0	3,0	2,4	2,6	2,7	2,4	2,7
	SO ₂	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
	CO	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4
	фенол	2,4	2,2	2,2	2,0	2,0	2,2	2,3	2,3	2,0	2,2	2,1	2,0	2,2
ПСЗ № 11	пил	0,5	0,4	0,6	0,7	0,7	0,5	0,6	0,6	0,7	0,9	0,8	0,7	0,6
	NO ₂	2,3	2,4	2,4	2,4	2,8	2,6	2,6	3,1	2,6	2,6	2,8	2,4	2,6
	NO _x	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,1
	CO	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
	SO ₂	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
	фенол	2,0	2,1	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,4	2,0	2,0	2,1	2,0	2,1
	CH ₂ O	1,0	1,2	1,2	1,1	1,5	1,6	1,4	1,7	1,6	1,5	1,6	1,2	1,4
ПСЗ № 12	пил	0,6	0,7	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,5	0,4	0,7	0,7	0,5	0,5
	NO ₂	2,2	2,0	1,7	1,9	2,3	2,0	1,8	2,8	2,2	2,3	2,2	2,2	2,1
	SO ₂	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
	CO	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4
	HCl		0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
	фенол	1,9	1,8	1,8	1,6	1,7	1,9	2,0	1,9	2,0	2,2	1,9	1,6	1,9
ПСЗ № 13	пил	0,3	0,4	0,5	0,2	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4
	NO ₂	1,2	1,0	1,6	1,1	1,1	1,1	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1
	SO ₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	CO	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3

Продовження таблиці ДОДАТКУ Б

2018	місяць/ЗР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	рік
ПСЗ № 9	пил	0,8	0,9	0,1	0,8	0,9	0,7	0,6	0,8	0,9	1,1	0,6	0,7	0,7
	NO ₂	2,0	2,3	0,0	1,6	1,9	1,8	2,0	2,0	2,4	2,1	1,8	1,6	1,8
	SO ₂	0,1	0,2	1,0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
	CO	0,4	0,3	0,0	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,3	0,3
	HF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
ПСЗ № 10	пил	0,6	0,7	0,1	0,8	0,5	0,6	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
	NO ₂	2,5	2,4	0,0	2,2	2,3	2,8	2,3	2,7	2,1	2,2	2,1	1,8	2,1
	SO ₂	0,2	0,2	1,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2
	CO	0,4	0,3	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
	фенол	2,3	2,4	0,1	2,1	2,2	2,1	2,2	2,2	2,0	2,3	2,1	1,9	2,0
ПСЗ № 11	пил	0,8	1,2	0,1	0,9	1,1	0,8	1,0	1,1	0,9	0,8	0,9	1,0	0,9
	NO ₂	2,2	2,8	0,0	2,5	2,5	2,4	2,5	2,8	2,3	2,5	2,3	2,0	2,2
	NO _x	0,8	0,8	1,2	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9
	CO	0,5	0,3	0,0	0,4	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,5	0,4
	SO ₂	0,2	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
	фенол	2,0	2,4	0,0	2,2	2,3	2,0	2,2	2,4	2,1	2,3	2,0	2,0	2,0
	CH ₂ O	1,4	1,5	0,1	1,4	1,6	1,5	1,6	1,8	1,6	1,4	1,4	1,3	1,4
ПСЗ № 12	пил	0,7	0,6	0,1	0,5	0,6	0,6	0,8	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,6
	NO ₂	1,8	1,5	0,0	1,8	1,9	2,0	2,0	2,0	1,6	1,8	1,9	1,6	1,7
	SO ₂	0,1	0,1	1,0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
	CO	0,3	0,3	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	HCl	0,2	0,2	0,0	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	фенол	1,7	1,8	0,1	1,7	2,0	1,8	1,9	2,1	1,7	1,8	2,0	1,5	1,7
ПСЗ № 13	пил	0,3	0,4	0,0	0,4	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
	NO ₂	0,8	0,8	0,0	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
	SO ₂	0,1	0,1	1,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
	CO	0,3	0,3	нд	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3

Продовження таблиці додатку Б

2020	місяць/ЗР	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9 міс.
ПСЗ № 9	пил	0,5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,5	0,6	0,8	0,9	0,7
	NO ₂	1,7	1,6	1,7	1,9	1,8	1,7	1,7	1,8	1,9	1,8
	SO ₂	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
	CO	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4
	HF	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
ПСЗ № 10	пил	0,6	0,7	1,0	0,8	0,5	0,5	0,7	0,8	1,0	0,7
	NO ₂	2,0	2,0	1,9	2,1	2,0	1,9	1,9	2,1	1,9	2,0
	SO ₂	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
	CO	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4	0,4
	фенол	2,1	2,2	2,1	2,2	2,0	2,1	2,1	2,3	2,1	2,1
ПСЗ № 11	пил	1,3	1,0	1,4	1,2	1,0	1,0	0,8	1,3	1,8	1,2
	NO ₂	2,1	2,0	2,3	2,3	2,3	2,4	2,4	2,8	2,5	2,3
	NO _x	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	1,0	0,9	0,9
	CO	0,4	0,7	0,5	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,6	0,5
	SO ₂	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	фенол	2,1	2,3	2,2	2,3	2,2	2,5	2,3	2,3	2,6	2,3
	CH ₂ O	1,3	1,5	1,8	1,3	1,7	2,0	1,9	2,0	2,4	1,8
ПСЗ № 12	пил	0,8	0,7	1,0	0,9	0,4	0,4	0,7	0,7	0,8	0,7
	NO ₂	1,8	1,7	1,7	2,0	1,7	1,5	1,7	1,6	1,6	1,7
	SO ₂	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1
	CO	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,3
	HCl	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	фенол	1,9	1,9	1,9	2,1	3,1	1,8	1,9	1,9	1,9	2,0
ПСЗ № 13	пил	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4
	NO ₂	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9	0,9	0,9	1,0	0,9
	SO ₂	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	CO	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3

ДОДАТОК В Усереднені рівні концентрацій забруднюючих речовин за результатами спостережень ДУ ЗОЛЦ 2020 рік

Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³	Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³
Оксиди азоту			
вул. Коріщенко	0,020	вул. Чарівна	0,008
вул. Полякова	0,021	вул. Електрична	0,0005
вул. Харчова	0,019	вул. Магістральна	0,013
вул. Авраменко	0,021	вул. Моторобудівників	0,012
вул. Бочарова	0,020	вул. Чавунна	0,009
вул. В. Сергієнка	0,020	вул. Пархоменко	0,009
вул. Військбуд	0,021	вул. Чарівна	0,021
вул. Вороніна	0,021	вул. Електрична	0,020
вул. Солідарності	0,020	вул. Магістральна	0,020
вул. І. Сікорського	0,023	вул. Моторобудівників	0,026
вул. Карпенка-Карого	0,021	вул. Чавунна	0,038
вул. Краснова	0,021	вул. Пархоменко	0,021
вул. О. Поради	0,021		

Продовження ДОДАТКУ В

Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³	Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³
Аміак		Оксид вуглецю	
вул. Коріщенко	0,014	вул. Коріщенко	0,699
вул. Полякова	0,010	вул. Полякова	0,439
вул. Харчова	0,013	вул. Харчова	0,628
вул. Авраменко	0,006	вул. Авраменко	1,599
вул. Бочарова	0,0004	вул. Бочарова	2,117
вул. В. Сергієнка	0,021	вул. В. Сергієнка	0,740
вул. Військбуд	0,019	вул. Військбуд	0,373
вул. Вороніна	0,016	вул. Вороніна	0,795
вул. Солідарності	0,0003	вул. Солідарності	0,377
вул. І. Сікорського	0,009	вул. І. Сікорського	0,787
вул. Карпенка-Карого	0,025	вул. Карпенка-Карого	0,560
вул. Краснова	0,010	вул. Краснова	0,708
вул. О. Поради	0,025	вул. О. Поради	0,539
Двоокис сірки		вул. Чарівна	0,763
вул. Коріщенко	0,051	вул. Електрична	0,438
вул. Харчова	0,014	вул. Магістральна	0,512
вул. Карпенка-Карого	0,012	вул. Моторобудівників	2,568
вул. О. Поради	0,012	вул. Чавунна	1,848
вул. Магістральна	0,012	вул. Пархоменко	0,803

Продовження ДОДАТКУ В

Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (C _i), мг/м ³	Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (C _i), мг/м ³
Пил загальний		PM 10	
вул. Коріщенко	0,042	вул. Коріщенко	0,037
вул. Полякова	0,084	вул. Полякова	0,072
вул. Харчова	0,036	вул. Харчова	0,031
вул. Авраменко	0,028	вул. Авраменко	0,024
вул. Бочарова	0,044	вул. Бочарова	0,037
вул. В. Сергієнка	0,015	вул. В. Сергієнка	0,013
вул. Військбуд	0,034	вул. Військбуд	0,027
вул. Вороніна	0,058	вул. Вороніна	0,046
вул. Солідарності	0,013	вул. Солідарності	0,010
вул. І. Сікорського	0,027	вул. І. Сікорського	0,023
вул. Карпенка-Карого	0,027	вул. Карпенка-Карого	0,023
вул. Краснова	0,034	вул. Краснова	0,030
вул. О. Поради	0,057	вул. О. Поради	0,045
вул. Чарівна	0,028	вул. Чарівна	0,023
вул. Електрична	0,019	вул. Електрична	0,016
вул. Магістральна	0,035	вул. Магістральна	0,031
вул. Моторобудівників	0,028	вул. Моторобудівників	0,024
вул. Чавунна	0,036	вул. Чавунна	0,028
вул. Пархоменко	0,108	вул. Пархоменко	0,103

Продовження ДОДАТКУ В			
Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³	Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³
PM 2,5		Формальдегід	
вул. Коріщенко	0,029	вул. Коріщенко	0,025
вул. Полякова	0,050	вул. Полякова	0,026
вул. Харчова	0,022	вул. Харчова	0,024
вул. Авраменко	0,015	вул. Авраменко	0,025
вул. Бочарова	0,022	вул. Бочарова	0,026
вул. В. Сергієнка	0,011	вул. В. Сергієнка	0,015
вул. Військбуд	0,014	вул. Військбуд	0,020
вул. Вороніна	0,021	вул. Вороніна	0,025
вул. Солідарності	0,006	вул. Солідарності	0,024
вул. І. Сікорського	0,016	вул. І. Сікорського	0,022
вул. Карпенка-Карого	0,017	вул. Карпенка-Карого	0,023
вул. Краснова	0,023	вул. Краснова	0,018
вул. О. Поради	0,025	вул. О. Поради	0,021
вул. Чарівна	0,014	вул. Чарівна	0,020
вул. Електрична	0,010	вул. Електрична	0,018
вул. Магістральна	0,024	вул. Магістральна	0,023
вул. Моторобудівників	0,016	вул. Моторобудівників	0,016
вул. Чавунна	0,0123	вул. Чавунна	0,016
вул. Пархоменко	0,09275	вул. Пархоменко	0,027

Продовження ДОДАТКУ В

Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³	Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³
Фенол		Бензол	
вул. Коріщенко	0,008	вул. Коріщенко	0,029
вул. Полякова	0,003	вул. Полякова	0,027
вул. Харчова	0,016	вул. Харчова	0,026
вул. Авраменко	0,010	вул. Авраменко	0,013
вул. Бочарова	0,000	вул. Бочарова	0,000
вул. В. Сергієнка	0,008	вул. В. Сергієнка	0,009
вул. Військбуд	0,0075	вул. Військбуд	0,1600
вул. Вороніна	0,003	вул. Вороніна	0,001
вул. Солідарності	0,000	вул. Солідарності	0,004
вул. І. Сікорського	0,010	вул. І. Сікорського	0,019
вул. Карпенка-Карого	0,007	вул. Карпенка-Карого	0,004
вул. Краснова	0,012	вул. Краснова	0,028
вул. О. Поради	0,006	вул. О. Поради	0,105
вул. Чарівна	0,004	вул. Чарівна	0,015
вул. Електрична	0,008	вул. Електрична	0,087
вул. Магістральна	0,015	вул. Магістральна	0,026
вул. Моторобудівників	0,000	вул. Моторобудівників	0,001
вул. Чавунна	0,012	вул. Чавунна	0,000
вул. Пархоменко	0,009	вул. Пархоменко	0,080

Продовження ДОДАТКУ В

Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³	Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³
Сірковуглець		Толуол	
вул. Коріщенко	0,040	вул. Коріщенко	0,399
вул. Полякова	0,016	вул. Полякова	0,433
вул. Харчова	0,060	вул. Харчова	0,381
вул. Авраменко	0,047	вул. Авраменко	0,329
вул. Бочарова	0,000	вул. Бочарова	0,000
вул. В. Сергієнка	0,029	вул. В. Сергієнка	0,222
вул. Військбуд	0,022	вул. Військбуд	0,008
вул. Вороніна	0,019	вул. Вороніна	0,369
вул. Солідарності	0,043	вул. Солідарності	0,300
вул. І. Сікорського	0,029	вул. І. Сікорського	0,261
вул. Карпенка-Карого	0,019	вул. Карпенка-Карого	0,300
вул. Краснова	0,032	вул. Краснова	0,511
вул. О. Поради	0,027	вул. О. Поради	0,414
вул. Чарівна	0,007	вул. Чарівна	0,303
вул. Електрична	0,038	вул. Електрична	0,518
вул. Магістральна	0,027	вул. Магістральна	0,471
вул. Моторобудівників	0,001	вул. Моторобудівників	0,406
вул. Чавунна	0,040	вул. Чавунна	0,300
вул. Пархоменко	0,016	вул. Пархоменко	0,500

Продовження ДОДАТКУ В

Межа житлової та соціальної забудови	Усереднена річна концентрація (Сі), мг/м ³
Ксилол	
вул. Коріщенко	0,066
вул. Полякова	0,066
вул. Харчова	0,075
вул. Авраменко	0,148
вул. Бочарова	0,000
вул. В. Сергієнка	0,016
вул. Військбуд	0,020
вул. Вороніна	0,076
вул. Солідарності	0,050
вул. І. Сікорського	0,040
вул. Карпенка-Карого	0,150
вул. Краснова	0,058
вул. О. Поради	0,035
вул. Чарівна	0,074
вул. Електрична	0,075
вул. Магістральна	0,116
вул. Моторобудівників	0,032
вул. Чавунна	0,051
вул. Пархоменко	0,070

ДОДАТОК Г Таблиця 1 – Розрахунок ІЗА

ПСЗ 9					
рік	Долі ГДК				
	пил	двоокис азоту	двоокис сірки	оксид вуглецю	фтористий водень
2016	1,0734	2,1389	0,1892	0,3682	0,0222
2017	0,8431	2,2428	0,1681	0,355	0,0143
2018	0,7337	1,7949	0,2228	0,3496	0,0973
2019	0,758	1,9545	0,1432	0,3784	0,1
2020	0,6964	1,7785	0,1451	0,3592	0,1175
ІЗА Сі*кі					
ІЗА 2016	1,0734	2,1389	0,1892	0,4069	0,0222
ІЗА 2017	0,8431	2,2428	0,1681	0,3937	0,0143
ІЗА 2018	0,7337	1,7949	0,2228	0,3496	0,0973
ІЗА 2019	0,758	1,9545	0,1432	0,417	0,1
ІЗА 2020	0,6964	1,7785	0,1451	0,3592	0,1175

ПСЗ 10					
рік	Долі ГДК				
	пил	двоокис азоту	двоокис сірки	оксид вуглецю	фенол
2016	0,9866	2,6148	0,2011	0,3448	2,1538
2017	0,7597	2,6923	0,1869	0,364	2,1664
2018	0,5463	2,1184	0,2393	0,2989	1,995
2019	0,7405	2,2124	0,1552	0,3444	2,1756
2020	0,7202	1,9967	0,162	0,3663	2,1307
ІЗА Сі*кі					
ІЗА 2016	0,9866	2,6148	0,2011	0,3835	2,7113
ІЗА 2017	0,7597	2,6923	0,1869	0,4027	2,7319
ІЗА 2018	0,5463	2,1184	0,2393	0,2989	1,995
ІЗА 2019	0,7405	2,2124	0,1552	0,3831	2,7469
ІЗА 2020	0,7202	1,9967	0,162	0,3663	2,1307

Продовження ДОДАТКУ Г. Таблица 1 – Розрахунок ІЗА

ПСЗ 11							
рік	Долі ГДК						
	пил	двоокис азоту	оксид азоту	оксид вуглецю	двоокис сірки	фенол	формальд егід
2016	1,0019	2,4897	1,0106	0,4453	0,1869	2,0214	1,8007
2017	0,6438	2,5932	1,1025	0,4258	0,1851	2,0859	1,3883
2018	0,888	2,2363	0,873	0,3785	0,1603	1,9981	1,3819
2019	1,2113	2,4685	0,8664	0,4372	0,1703	2,2836	1,5219
2020	1,1782	2,345	0,8742	0,5049	0,1846	2,2952	1,7718
ІЗА Сі*кі							
ІЗА 2016	1,0019	2,4897	1,0106	0,4828	0,1869	2,4967	2,1481
ІЗА 2017	0,6438	2,5932	1,1025	0,4637	0,1851	2,6007	1,5319
ІЗА 2018	0,888	2,2363	0,873	0,3785	0,1603	1,9981	1,3819
ІЗА 2019	1,2113	2,4685	0,8664	0,4749	0,1703	2,9255	1,7263
ІЗА 2020	1,1782	2,345	0,8742	0,5049	0,1846	2,2952	1,7718

ПСЗ 12							
Рік	Долі ГДК						
	пил	двоокис азоту	двоокис сірки	оксид вуглецю	хлорист ий водень	фенол	
2016	0,7158	2,0095	0,1573	0,3905	0,2313	1,683	
2017	0,4938	2,1313	0,1613	0,3612	0,2302	1,863	
2018	0,5561	1,6533	0,2037	0,2834	0,205	1,684	
2019	0,8705	1,7976	0,1366	0,3372	0,2399	1,885	
2020	0,7231	1,7	0,1409	0,3299	0,2192	2,042	
ІЗА Сі*кі							
ІЗА 2016	0,7158	2,0095	0,1573	0,429	0,1491	1,968	
ІЗА 2017	0,4938	2,1313	0,1613	0,3999	0,1482	2,245	
ІЗА 2018	0,5561	1,6533	0,2037	0,2834	0,205	1,684	
ІЗА 2019	0,8705	1,7976	0,1366	0,3759	0,1563	2,28	
ІЗА 2020	0,7231	1,7	0,1409	0,3299	0,2192	2,042	

Продовження ДОДАТКУ Г. Таблиця 1 – Розрахунок ІЗА

ПСЗ 13				
Рік	Доля ГДК			
	пил	двоокис азоту	двоокис сірки	оксид вуглецю
2016	0,3214	0,8917	0,0759	0,3109
2017	0,369	1,092	0,086	0,342
2018	0,3882	0,8348	0,1723	0,3144
2019	0,5264	0,9706	0,0891	0,3429
2020	0,3685	0,9313	0,0994	0,3091
ІЗА Сі*кі				
ІЗА 2016	0,3214	0,8917	0,0759	0,3494
ІЗА 2017	0,369	1,092	0,086	0,3807
ІЗА 2018	0,3882	0,8348	0,1723	0,3144
ІЗА 2019	0,5264	0,9706	0,0891	0,3816
ІЗА 2020	0,3685	0,9313	0,0994	0,3091

Продовження ДОДАТКУ Г. Таблица 2 – Розрахунок коефіцієнту небезпеки (HQ) ЗР для Шевченківського району

№ з / п	Вулиця	Оксиди азоту	Окис вуглецю	Зважені речовини (пил заг.)	PM2,5	PM 10	Формальдегід	Фенол	Бензол	Сірковуглець	Толуол
1.	вул. Коріщенко	0,5000	0,1398	0,4161	1,9217	0,7457	8,2058	1,3636	0,4758	0,0570	0,9980
2.	вул. Полякова	0,5250	0,0878	0,8400	3,3333	1,4486	8,5714	0,5556	0,4444	0,0229	1,0833
3.	вул. Харчова	0,4750	0,1256	0,3612	1,4784	0,6294	8,0196	2,6667	0,4361	0,0861	0,9514
4.	вул. Авраменко	0,5250	0,3198	0,2844	1,0000	0,4822	8,3704	1,6667	0,2167	0,0668	0,8220
5.	вул. Бочарова	0,5000	0,4234	0,4367	1,4667	0,7400	8,5556	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
6.	вул. В. Сергієнка	0,5000	0,1480	0,1467	0,7333	0,2667	5,1111	1,3333	0,1500	0,0414	0,5550
7.	вул. Військбуд	0,5250	0,0746	0,3433	0,9333	0,5467	6,6667	1,2500	2,6667	0,0314	0,0188
8.	вул. Вороніна	0,5250	0,1590	0,5800	1,4167	0,9100	8,3750	0,5000	0,0167	0,0275	0,9230
9.	вул. Солідарності	0,5000	0,0754	0,1267	0,4222	0,2000	7,8889	0,0000	0,0667	0,0614	0,7500
10.	вул. І. Сікорського	0,5750	0,1574	0,2718	1,0545	0,4582	7,4000	1,6333	0,3167	0,0407	0,6525
11.	вул. Карпенка-Карого	0,5250	0,1120	0,2700	1,1167	0,4600	7,7500	1,0833	0,0583	0,0271	0,7500
12.	вул. Краснова	0,5250	0,1416	0,3414	1,5429	0,6057	6,1429	1,9524	0,4700	0,0455	1,2786
13.	вул. О. Поради	0,5250	0,1078	0,5733	1,6815	0,9067	7,0370	0,9167	1,7556	0,0382	1,0360
14.	вул. Чарівна	0,5250	0,1526	0,2788	0,9383	0,4625	6,7917	0,6667	0,2500	0,0095	0,7575
15.	вул. Електрична	0,5000	0,0876	0,1900	0,6889	0,3200	6,1111	1,3333	1,4556	0,0548	1,2942
16.	вул. Магістральна	0,5000	0,1024	0,3500	1,5833	0,6200	7,6083	2,5556	0,4389	0,0386	1,1783
17.	вул. Моторобудівників	0,6500	0,5136	0,2767	1,0444	0,4733	5,4444	0,0000	0,0167	0,0014	1,0150
18.	вул. Чавунна	0,9500	0,3696	0,3600	0,8167	0,5650	5,2583	2,0000	0,0000	0,0571	0,7500
19.	вул. Пархоменко	0,5250	0,1606	1,0825	6,1833	2,0650	8,9167	1,5000	1,3333	0,0229	1,2500

Продовження ДОДАТКУ Г. Таблиця 3 – Розрахунок коефіцієнту небезпеки (HQ) ЗР для м. Запоріжжя за даними ЗЦГМ

Речовини	Референтна (безпечна) концентрація ЗР (RfCi), мг/м ³	Усереднена річна концентрація (Ci), мг/м ³	Критичні органи / системи	Коефіцієнт небезпеки (HQ) ЗР	Критерії неканцерогенного ризику
Оксиди азоту	0,04	0,053	ОД	1,3250	> 1
Сірки двоокис	0,08	0,008	ОД	0,1000	< 1
Оксид вуглецю	5,0	1,241	ЦНС, ССС кров	0,2483	< 1
TSP	0,10	0,126	ОД	1,2551	> 1
Формальдегід	0,003	0,005	ОД, ІС	1,6667	> 1
Фенол	0,006	0,007	ССС нирки, ЦНС, печінка	1,2167	> 1
Водень хлорид	0,020	0,024	ОД	1,1750	> 1
Сірководень	0,002	0,003	ОД	1,5000	> 1
Загальний, у т.ч.				8,4867	> 1
ОД				5,3551	> 1
ЦНС, ССС, кров				0,2483	< 1
ССС, нирки, ЦНС, печінка				1,2167	> 1
ОД, ІС				1,6667	> 1