

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота/проект

рівень вищої освіти другий (магістерський)

на тему «Шляхи зниження негативного впливу викидів промислових підприємств на здоров'я населення м. Запоріжжя»

Виконав: студент (ка) 2 курсу, групи 8.1839з

Спеціальності 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

(назва)
Освітньої програми «Технології захисту навколишнього середовища»

(назва)
спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Донец В.В.
(ініціали та прізвище)

Керівник доцент, к.т.н. Манідіна Є.А.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент професор, д.т.н. Куріс Ю.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

м. Запоріжжя

2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ

Кафедра прикладної екології та охорони праці

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

(перший (бакалаврський) рівень, другий (магістерський) рівень)

Спеціальність 183 «Технології захисту навколишнього середовища»

(шифр)

Освітня програма «Технології захисту навколишнього середовища»

(назва)

Спеціалізація _____

(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Г.Б. Кожемякін

“01”

12

2020 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ/ПРОЕКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Донець Валентини Володимирівни

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) «Шляхи зниження негативного впливу викидів промислових підприємств на здоров'я населення м. Запоріжжя»

керівник роботи Манідіна Євгенія Анатоліївна, кандт. техн.наук

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “09” 10 2020 року № 1583-с

2. Строк подання студентом 01.12.2020

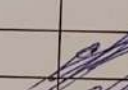
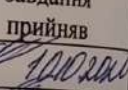
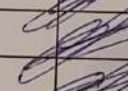
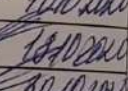
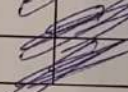
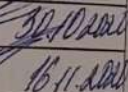

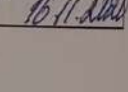
3. Вихідні дані до роботи концентрації забруднюючих речовин, референтні концентрації

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя, напрями та методи досліджень, аналіз та оцінка ризику впливу забрудненого атмосферного повітря викидами промислових підприємств на здоров'я населення заводського району м. Запоріжжя, охорона праці та техногенна безпека, висновки, список використаних джерел

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 16 слайдів: Мета та завдання кваліфікаційної роботи, класифікація рівнів небезпеки неканцерогенного ризику, характеристика сценарію і маршруту впливу забруднюючих речовин, джерела забруднення та вулиці, що досліджувалися, індивідуальний канцерогенний ризик при хронічній дії на досліджуваних вулицях та в Заводському

районі, середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгалаційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств досліджуваних вулицях Заводського району, коефіцієнти небезпеки при оцінці хронічних інгалаційних впливів викидів забруднюючих речовин в Заводському районі за 2019 р., загальний вид: індекси небезпеки на системи та органи на досліджуваних вулицях при хронічному впливі в 2019 році, частка шкідливих речовин, які впливають на органи у Заводському районі при хронічній дії, число додаткових випадків смертності від дії зважених речовин (PM10) на досліджуваних вулицях Заводського району в 2019 р., напрямки по управлінню екологічним ризиком, технічний і технологічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення, класифікація методів та устаткування очистки промислових викидів, санітарно-гігієнічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення, висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	доцент Манідіна Є.А.	 01.10.2020	 10.10.2020
2	доцент Манідіна Є.А.	 11.10.2020	 18.10.2020
3	доцент Манідіна Є.А.	 19.10.2020	 30.10.2020
4	доцент Манідіна Є.А.	 01.11.2020	 16.11.2020

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Збір матеріалу	01.09-15.09 2020	
2	Аналіз зібраного матеріалу	15.09-01.10 2020	
3	Виконання 1 розділу	01.10-10.10 2020	
4	Виконання 2 розділу	11.10-18.10 2020	
5	Виконання 3 розділу	19.10-30.10 2020	
6	Виконання 4 розділу	01.11-16.11 2020	
7	Розробка презентації	17.11-30.11 2020	
8	Перевірка роботи консультантами	01.11-01.12.2020	
9	Попередній захист роботи	01.12.2020	
10	Захист роботи у ЕК	15.12.2020	

Студент _____

(підпис)

Донец В.В.

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проекту) _____

(підпис)

Манідіна Є.А.

(ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер _____

(підпис)

Рижков В.Г.

(ініціали та прізвище)

Анотація

Донець В.В. Кваліфікаційна робота «Шляхи зниження негативного впливу викидів промислових підприємств на здоров'я населення м. Запоріжжя».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 183 «Технології захисту навколишнього середовища», науковий керівник Є.А. Манідіна. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут, кафедра прикладної екології та охорони праці, 2020.

Розглянуті найбільш поширені забруднюючі речовини, які надходять в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, та якість атмосферного повітря у м. Запоріжжі. Проведено оцінку ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря Заводського району м. Запоріжжя. Проаналізовані заходи щодо зниження негативного впливу викидів промислових підприємств на здоров'я населення м. Запоріжжя.

Ключові слова: КОЕФІЦІЄНТ НЕБЕЗПЕКИ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, РЕФЕРЕНТНА ДОЗА, ОЦІНКА РИЗИКУ, ЕКСПОЗИЦІЯ, ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА, МОНІТОРИНГ, УПРАВЛІННЯ РИЗИКОМ.

Abstract

Donets V.V. Qualifying work «Ways to reduce the negative impact of industrial emissions on public health in Zaporizhzhia».

Scientific supervisor is Ye.A. Manidina of qualifying work for obtaining master's degree in higher education on specialty № 183 «Environmental Protection Technologies». Zaporizhzhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute, The Department of Applied Ecology and Labor Protection, 2020.

The most common air pollutants from stationary sources, its dynamic of emissions into the air and their impact on human health were considered. The

estimation for citizens health risk from air pollution in Zavodskoy district, Zaporizhzhia city was carried out. Measures have been developed to reduce the negative impact of industrial emissions on the health of the population of Zaporizhzhia.

Keywords: HAZARD COEFFICIENT, ATMOSPHERIC AIR, REFERENCE DOSE, RISK ASSESSMENT, EXPOSURE, ELECTRICAL SAFETY, MONITORING, RISK MANAGEMENT.

Аннотация

Донец В.В. Квалификационная работа «Пути снижения негативного воздействия выбросов промышленных предприятий на здоровье населения г. Запорожье».

Квалификационная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 183 «Технологии защиты окружающей среды», научный руководитель Е.А. Манидина. Запорожский национальный университет. Инженерный учебно-научный институт, кафедра прикладной экологии и охраны труда, 2020.

Рассмотрены наиболее распространенные загрязняющие вещества, поступающие в атмосферный воздух от стационарных источников, и качество атмосферного воздуха в г. Запорожье. Проведена оценка риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха Заводского района г. Запорожья. Проанализированы мероприятия по снижению негативного воздействия выбросов промышленных предприятий на здоровье населения г. Запорожья.

Ключевые слова: КОЭФФИЦИЕНТ ОПАСНОСТИ, АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ, РЕФЕРЕНТНАЯ ДОЗА, ОЦЕНКА РИСКА, ЭКСПОЗИЦИЯ, ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТЬ, МОНИТОРИНГ, УПРАВЛЕНИЕ РИСКОМ.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ	8
ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА	
ЗАПОРІЖЖЯ	13
1.1 Основні забруднювачі атмосферного повітря та характеристика викидів шкідливих речовин від стаціонарних джерел м. Запоріжжя	13
1.2 Якість атмосферного повітря у м. Запоріжжі	16
1.3 Висновки до розділу 1	18
РОЗДІЛ 2. НАПРЯМИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	19
2.1 Ідентифікація небезпеки	19
2.2 Оцінка залежності «доза – відповідь»	21
2.3 Оцінка експозиції	23
2.4 Характеристика ризику для здоров'я населення	29
2.5 Висновки до розділу 2	39
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА РИЗИКУ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННОГО АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЗАВОДСЬКОГО РАЙОНУ М. ЗАПОРІЖЖЯ	40
3.1 Характеристика об'єкту дослідження	40
3.2 Результати досліджень топографії, гідрогеології, рослинного і тваринного світу, клімату, метеопараметрів м. Запоріжжя	43
3.3 Результати етапу ідентифікації небезпеки щодо оцінки токсичності викидів від стаціонарних джерел Заводського району	49
3.4 Результати етапу оцінки експозиції пріоритетних забруднюючих речовин, що викидають стаціонарні джерела Заводського району	55
3.5 Результати етапу оцінки залежності «доза-відповідь» пріоритетних забруднюючих речовин	57
3.6 Результати етапу характеристики ризику для здоров'я населення	59

3.7 Розробка заходів щодо зниження ризику для здоров'я населення на етапі управління ризиком	77
3.8 Технологічні заходи щодо зниження шкідливих викидів в атмосферу	85
3.9 Висновки до розділу 3	93
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА	96
4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів	96
4.2 Заходи з поліпшення умов праці	98
4.3 Заходи з електробезпеки	104
4.4 Заходи з пожежної та техногенної безпеки	105
4.5 Розрахунок штучного освітлення по методу світлового потоку	106
4.6 Висновку до розділу 4	109
ВИСНОВКИ	110
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	114
ДОДАТКИ	119
Додаток А	119
Додаток Б	121
Додадок В	122

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

HQ	коефіцієнт небезпеки
HI	індекс небезпеки
ICR	індивідуальний канцерогенний ризик
PCR	популяційний канцерогенний ризик
IRM	індивідуальний ризик смерті
RfC	референтна концентрація
SF _i	фактор канцерогенного потенціалу при інгаляційному впливі
ОД	органи дихання
ССС	серцево-судинна система
ВДР	вроджені дефекти розвитку
ПО	паренхіматозні органи (печінка, нирки)
ІС	імунна система
ДУ «ІГМЕ ім. М.О. Марзєєва АМНУ»	Державна установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. М.О. Марзєєва Академії медичних наук України»
ДУ «Запорізь- кий ОЛЦ МОЗ України»	Державна установа «Запорізький обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України»
TSP	зважені частки
PM ₁₀	зважені частки з діаметром часток менше 10 мкм
SO ₂	ангідрид сірчистий (діоксид сірки)
NO ₂	діоксид азоту
C ₆ H ₅ OH	фенол
CH ₂ O	формальдегід
CO	оксид вуглецю
H ₂ S	сірководень
CS ₂	сірковуглець
H ₂ SO ₄	сірчана кислота

ВСТУП

Актуальність теми. Здоров'я людини визначається складною взаємодією цілого ряду факторів: спадковість, соціально-економічне та психологічне благополуччя, доступність і якість медичного обслуговування, спосіб життя і наявність шкідливих звичок, умови життєдіяльності та якість навколишнього природного середовища. Визначення точного внеску окремих факторів у розвиток захворювання нерідко є досить важким завданням, яке ускладнюється значною кількістю обумовлених ними ефектів, багато з яких, до того ж, можуть зустрічатися серед населення і без впливу цих факторів.

У той же час, шляхом проведення належним чином спланованих епідеміологічних та еколого-гігієнічних досліджень можна виявити і кількісно оцінити ризик розвитку захворювань, пов'язаних з шкідливою дією факторів навколишнього природного середовища для відносно великих груп населення. Сьогодні одним із найбільш ефективних сучасних підходів до встановлення зв'язку між станом навколишнього природного середовища та здоров'ям населення в певному регіоні чи місті, що дозволяє вирішувати подібні задачі в умовах обмежених термінів і фінансових можливостей, є методологія оцінки ризику.

Методологія оцінки ризику – це вибір оптимальних у даній конкретній ситуації шляхів усунення або зменшення ризику, він складається з трьох взаємопов'язаних елементів: оцінка ризику; управління ризиком; інформування про ризик. Саме їх сукупність дозволяє не лише виявити існуючі проблеми, розробити шляхи їх вирішення, а й створити умови для практичної реалізації цих рішень.

При цьому визначення ризику від забруднення атмосферного повітря дозволяє прогнозувати імовірність і медико-соціальну значимість можливих порушень здоров'я при різних сценаріях його впливу, а ще й встановлювати першочерговість і пріоритетність заходів з управління факторами ризику на індивідуальному та популяційному рівнях.

Визначення факторів ризику, доведення їх ролі у порушенні здоров'я людини, а також кількісна характеристика залежностей шкідливих ефектів від рівнів впливу конкретних факторів дозволяє оцінити реальну загрозу здоров'ю населення, що проживає на певних територіях, і дає об'єктивні підстави для впровадження профілактичних заходів.

Одночасно результати можна використовувати для розрахунків економічних втрат суспільства у результаті погіршення здоров'я населення або визначення затрат на впровадження профілактичних заходів та поліпшення навколишнього природного середовища.

Отже, сучасна методологія оцінки ризиків для здоров'я та управління ними у разі впровадження її у практику державного санітарно-епідеміологічного нагляду, дозволяє вирішити як традиційні, так і нові задачі профілактичної медицини з урахуванням комплексу соціально-економічних та екологічних проблем [1].

Таким чином, **метою** кваліфікаційної роботи є визначення рівнів ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря Заводського району викидами стаціонарних джерел промислових підприємств та розробка заходів щодо зниження ризику для здоров'я населення на етапі управління ризиком.

У відповідності до поставленої мети, дослідження було спрямовано на вирішення наступних **завдань**:

- обґрунтувати використання методології оцінки ризику для здоров'я населення Заводського району, що зазнає впливу від викидів стаціонарних джерел Заводського району;
- охарактеризувати метеорологічну ситуацію, оцінити характеристику землекористування та особливості рельєфу території розміщення стаціонарних джерел викидів;
- оцінити токсичність викидів та сформулювати перелік пріоритетних забруднюючих речовин атмосферного повітря, що характеризують вплив на

здоров'я населення з урахуванням вимог етапу ідентифікації небезпеки та оцінки залежності «доза-відповідь»;

– розрахувати та оцінити неканцерогенні ризики за коефіцієнтами та індексами небезпеки (HQ, HI), індивідуальні канцерогенні ризики (ICR) та додаткові ризики смерті (IRM) для здоров'я експонованого населення, що зазнає впливу від забруднення викидами атмосферного повітря;

– запропонувати природоохоронні заходи на етапі управління ризиком.

Об'єкт дослідження – вплив викидів забруднюючих речовин на формування інгаляційного ризику для здоров'я населення, що проживає у зоні дії викидів стаціонарних джерел.

Предмет дослідження – забруднюючі речовини; ризики для здоров'я, обумовлені інгаляційним впливом забрудненого атмосферного повітря (неканцерогенні та канцерогенні ризики, індивідуальні ризики смерті).

Методи дослідження. При виконанні кваліфікаційної роботи було використано загальну процедуру методології оцінки ризику для здоров'я населення (Human Health Risk Assessment), розроблену та рекомендовану Агентством США з охорони довкілля, яка передбачає проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів [2]: ідентифікації небезпеки, оцінки «доза-відповідь», оцінки експозиції та характеристики ризику. Статистична обробка результатів проводилась з використанням комп'ютеризованої програми Microsoft Excel.

Наукова новизна одержаних результатів.

Вперше науково обґрунтована та надана ризикометрична оцінка впливу атмосферних забруднень на стан здоров'я населення міста Запоріжжя. Обґрунтовано заходи щодо управління та мінімізації ризику для здоров'я населення, зумовленого впливом техногенно забрудненого довкілля.

Практичне значення одержаних результатів.

Отримані результати щодо оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя хімічними речовинами

можуть бути впроваджені в практичну діяльність Державної установи «Запорізький обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України», Управління з питань охорони здоров'я Запорізької міської ради, Управління з питань екологічної безпеки Запорізької міської ради.

Особистий внесок автора.

Автором самостійно сформований перелік забруднюючих речовин атмосферного повітря досліджуваних промислових об'єктів м. Запоріжжя; проаналізовані результати токсичного впливу забруднюючих речовин атмосферного повітря на здоров'я населення з врахуванням міжнародно-визнаних підходів та вимог щодо проведення етапу ідентифікації небезпеки оцінки ризику для здоров'я населення; розраховані неканцерогенні ризики, індекси небезпеки для сукупності речовин та сумарні індекси небезпеки; канцерогенні ризики.

Відомості про апробацію результатів роботи.

Основні положення кваліфікаційної роботи представлені та обговорені на IV Спеціалізованому міжнародному Запорізькому екологічному форумі «Еко Форум – 2020» (м. Запоріжжя, 15-17.10.2020 р.).

Відомості про публікації здобувача.

За матеріалами кваліфікаційної роботи опубліковано 1 наукова праця у матеріалах наукової конференції.

Список публікацій магістранта:

1. Белоконь К.В., Донець В.В. Шляхи зниження негативного впливу викидів промислових підприємств на здоров'я населення м. Запоріжжя. IV Спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко Форум – 2020». Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2020. С. 337-338.

Структура та обсяг кваліфікаційної роботи.

Кваліфікаційна робота викладена на 124 сторінках і складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел, який включає посилання на 37 джерел. Робота ілюстрована 25 таблицями та 32 рисунками.

1 ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ

1.1 Основні забруднювачі атмосферного повітря та характеристика викидів шкідливих речовин від стаціонарних джерел м. Запоріжжя

Забруднення навколишнього середовища є однією з глобальних міжнародних проблем сучасності для усіх без винятку країн світу. Зниження несприятливої дії забрудненого довкілля на стан здоров'я населення і, відповідно, його покращання – провідна задача практичної охорони здоров'я та екологічної міжнародної політики відповідно до рішення Європейської хартії з проблем навколишнього середовища і здоров'я населення (1989 р.).

Основний внесок у забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя вносять промислові підприємства – найбільші забруднювачі, викиди яких становлять 60-70% від загального валового обсягу викиду забруднюючих речовин. Основними забруднювачами атмосферного повітря в регіоні залишаються підприємства чорної та кольорової металургії, теплоенергетики, хімії, машинобудування, на які припадає майже 93,2 % викидів від загальної кількості забруднюючих речовин по області.

Це такі підприємства, як ПАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Дніпроспецсталь», ПАТ «Запорізький завод феросплавів», ПрАТ «Український графіт», ПАТ «Запорізький абразивний комбінат», ПАТ «Запоріжвогнетрив», ПАТ «Запорізький завод зварювальних флюсів та скловиробів», ПАТ «Мотор січ», ПАТ «Запорізький автомобілебудівний завод» та інші [3].

Оцінка стану атмосферного повітря за 2019 рік у м. Запоріжжя здійснена за середньомісячними концентраціями у кратності перевищень середньодобових ГДК по пріоритетним забруднюючим речовинам.

Аналіз динаміки загальних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря показав, що обсяги викидів в 2019 році порівняно з 2018 роком зменшилися на 3 % (табл. 1.1) [3].

Загальні викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел в атмосферне повітря за 2019 рік становлять 174,7 тис. т, що на 6,2 тис. т менше, ніж у 2018 році.

Таблиця 1.1 – Динаміка викидів в атмосферне повітря, тис. т

Роки	Викиди в атмосферне повітря стаціонарними джерелами, тис. т.	Щільність викидів у розрахунку на 1 км ² , тон	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
2015	206,7	10,9	168
2016	193,7	9,9	153,6
2017	167,0	6,1	95,6
2018	180,9	6,7	104,5
2019	174,7	6,4	101,9

Найбільшу кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферу здійснюють основні промислові підприємства області, обсяги викидів яких за рік склали:

ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО» – 98,059 тис. т (проти 105,238 тис. т у 2018 р.);

ПАТ «Запоріжсталь» – 52,294 тис. т (проти 50,834 тис. т у 2018 р.);

АТ «Запорізький завод феросплавів» – 7,512 тис. т (проти 7,656 тис. т у 2018 р.);

ПрАТ «Дніпроспецсталь» – 0,731 тис. т (проти 0,752 тис. т у 2018 р.);

ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» – 2,488 тис. т (проти 1,974 тис. т у 2018 р.);

ПрАТ «Запоріжкокс» – 1,804 тис. т (проти 1,946 тис. т у 2018 р.);

ПАТ «Український графіт» – 1,426 тис. т (проти 1,254 тис. т у 2018 р.);

ПрАТ «Запоріжвогнетрив» – 0,281 тис. т (проти 0,35 тис. т у 2018 р.);

ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат» – 0,816 тис. т (проти 0,92 тис. т у 2018 р.);

АТ «Мотор Січ» – 0,575 тис. т (проти 0,707 тис. т у 2018 р.) [3].

Динаміка та структура викидів стаціонарними джерелами в атмосферне повітря по найпоширеніших речовинах в цілому представлена рис. 1.1. та 1.2.

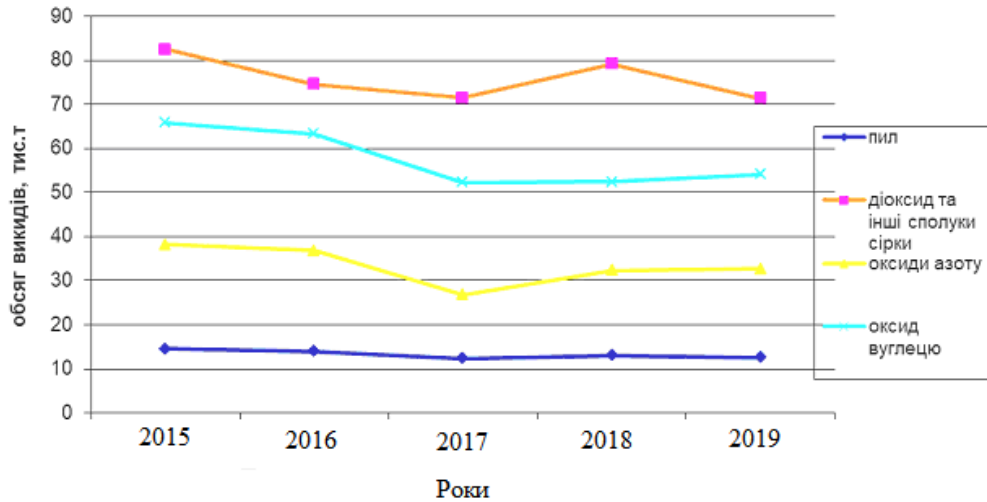


Рисунок 1.1 – Динаміка викидів основних забруднюючих речовин в атмосферне повітря Запорізької області

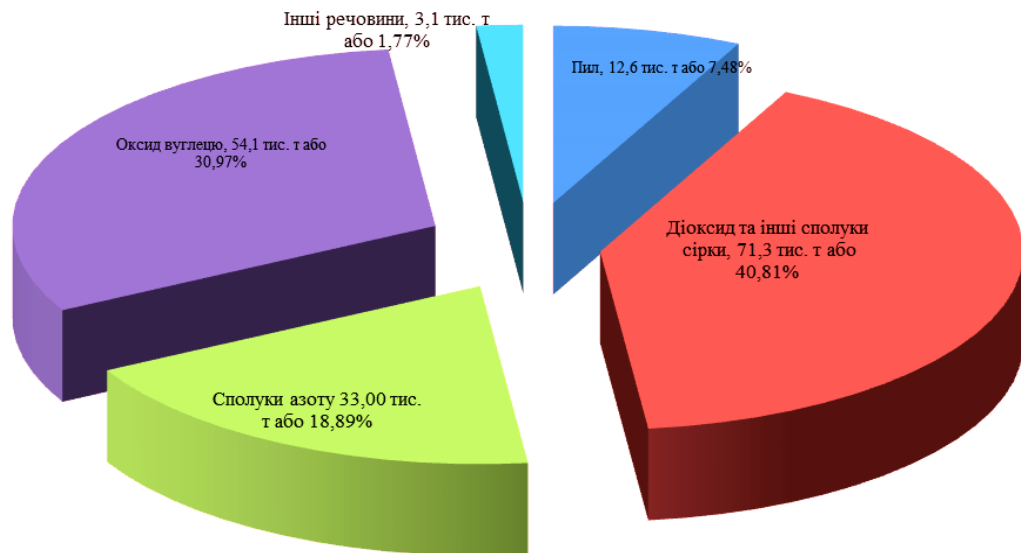


Рисунок 1.2 – Структура викидів основних забруднюючих речовин в атмосферне повітря Запорізької області

Як свідчить динаміка викидів забруднюючих речовин по м. Запоріжжя та області, найбільший внесок в забруднення атмосферного повітря

Запорізької області (84%) вносять ПАТ «Запоріжсталь» та ВП Запорізька ТЕС ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго».

У порівняння з 2018 роком згідно з проведеним аналізом спостерігається зменшення викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел, що обумовлене зменшенням обсягів виробництва і впровадженням на підприємствах природоохоронних заходів, встановлених умовами дозволів на викиди та регіональними природоохоронними програмами.

1.2 Якість атмосферного повітря у м. Запоріжжі

Протягом 2019 року перевищення гігієнічних нормативів в атмосферному повітрі реєструвались в межах від 1,1 до 2,9 ГДК та обумовлювалось такими показниками: пил (32,7 % від загальної кількості відхилень), фенол (34,6 %), сірководень (22,3 %), сірковуглець (7,1 %), азоту діоксид (3,3 %).

Серед районів м. Запоріжжя найбільше забруднення атмосфери у 2019 році зафіксовано у Вознесенівському (39% від загальної кількості перевищень) та Заводському (37,5%) районах. Нижче середньобаторічного показника (17,3%) реєструвалося забруднення атмосфери в Дніпровському (15,2%), Шевченківському (6,3%) та Олександрівському (1%) районах м. Запоріжжя. У Хортицькому та Комунарському районах перевищення не реєструвались. Багаторічний моніторинг якості атмосферного повітря свідчить про стабільно високе його забруднення як на межі санітарно-захисних зон, так і в житлових районах.

Основною причиною забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя залишаються застарілі технології та устаткування, на базі яких функціонують підприємства і які не можуть забезпечити дотримання сучасних гігієнічних нормативів. Перелік пріоритетних забруднюючих речовин та їх середні і максимальні концентрації (в кратності ГДК) в атмосферному повітрі міста Запоріжжя наведено у таблицях 1.2, 1.3 та рис. 1.3 [3].

У порівнянні з попереднім роком не змінився вміст у повітрі окису вуглецю, пилу, фенолу, хлористого водню. Зменшився вміст діоксиду азоту, двоокису сірки та окису азоту. Високі та екстремально високі рівні забруднення повітря в м. Запоріжжя протягом 2015-2019 років не зареєстровані.

Таблиця 1.2 – Динаміка перевищень ГДК забруднюючих речовин в житловій забудові міста Запоріжжя, %

Період, рік	% перевищень ГДК
2015	6,83
2016	9,08
2017	7,63
2018	9,07
2019	7,21

Таблиця 1.3 – Динаміка середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя, значення середньорічних концентрацій у кратності ГДК

Забруднюючі речовини	2015	2016	2017	2018	2019
Двоокис азоту	2,2	2,2	2,0	2,2	2,0
Двоокис сірки	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
Окис азоту	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8
Окис вуглецю	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Пил	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Фенол	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Фтористий водень	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Хлористий водень	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Формальдегід	1,7	1,7	1,7	1,3	1,3

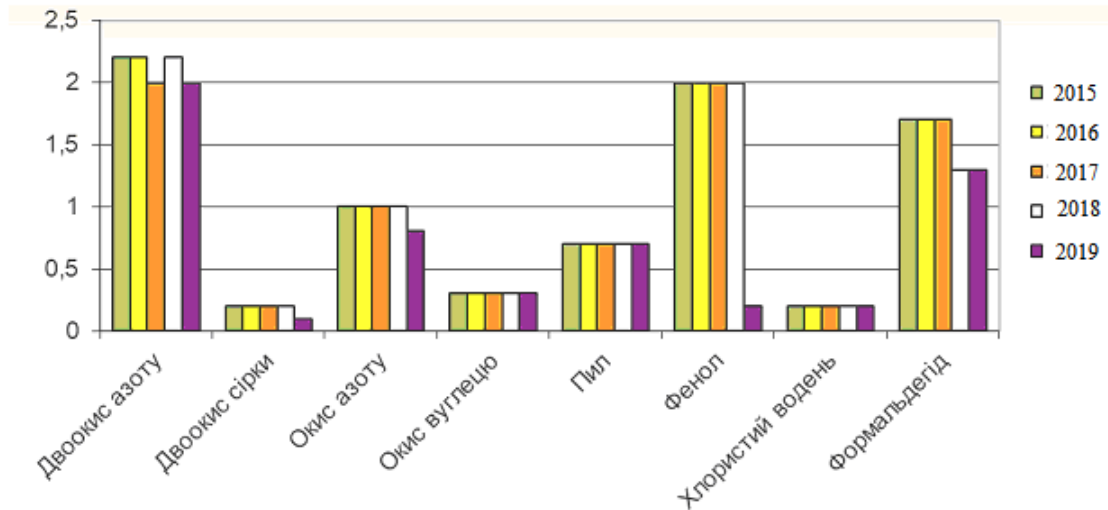


Рисунок 1.3 – Динаміка середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя

Отже, в м.Запоріжжі не було жодного району, де населення дихало б атмосферним повітрям, якість якого відповідало допустимому рівню. Ступінь забруднення атмосферного повітря характеризувався як слабо небезпечний в Хортицькому та Дніпровському, помірно небезпечний – в Шевченківському, небезпечний – в Олександрівському та Комунарському, та дуже небезпечний – в Заводському та Вознесенівському.

1.3 Висновки до розділу 1

1. Аналіз динаміки загальних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря показав, що обсяги викидів в 2019 році порівняно з 2018 роком зменшилися на 3 %. Загальні викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел в атмосферне повітря за 2019 рік становлять 174,7 тис. т, що на 6,2 тис. т менше, ніж у 2018 році.

2. Протягом 2019 року перевищення гігієнічних нормативів в атмосферному повітрі реєструвались в межах від 1,1 до 2,9 ГДК та обумовлювалось такими показниками: пил (32,7 % від загальної кількості відхилень), фенол (34,6 %), сірководень (22,3 %), сірковуглець (7,1 %), азоту діоксид (3,3 %).

2 НАПРЯМИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилися відповідно до міжнародної методології оцінки ризику для здоров'я населення від забруднювачів навколишнього середовища.

Повна або базова схема оцінки ризику передбачає проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів, а саме [2]: ідентифікацію небезпеки; оцінку експозиції; характеристику небезпеки (оцінку залежності „доза-відповідь”); характеристику ризику.

2.1 Ідентифікація небезпеки

Головним завданням цього етапу є відбір пріоритетних, індикаторних хімічних речовин, вивчення яких дозволить з достатньою точністю охарактеризувати рівні ризику порушення стану здоров'я населення та джерела його виникнення [4].

Етап ідентифікації небезпеки передбачає [4]:

- виявлення всіх джерел забруднення навколишнього середовища та можливого їх впливу на людину;
- ідентифікацію всіх забруднюючих речовин;
- характеристику потенційних шкідливих ефектів хімічних речовин і оцінку наукової доведеності можливості розвитку цих ефектів у людини;
- виявлення пріоритетних для подальшого вивчення хімічних сполук;
- встановлення шкідливих ефектів, що викликаються пріоритетними речовинами при оцінюваних маршрутах впливу (включаючи пріоритетні забруднені середовища та шляхи надходження хімічних речовин в організм людини), тривалості експозиції (гострі, підгострі, хронічні, довічні) і шляхів їх надходження в організм людини (інгаляційне, пероральне, накожне).

На етапі ідентифікації небезпеки при виборі показників небезпеки,

необхідних для вирішення конкретних завдань оцінки ризику, формується попередній сценарій і визначаються попередні маршрути і шляхи впливу хімічних речовин, які в подальшому уточнюються на етапі оцінки експозиції.

Стандартними при оцінці ризику є сценарії для умов селітебної та промислової зон, сільської місцевості та ін. Можливі також більш складні сценарії, що включають ті чи інші елементи різних стандартних сценаріїв. Сценарій впливу, як правило, включає в себе кілька маршрутів і шляхів впливу.

Ідентифікація небезпеки являє собою процес встановлення причинного зв'язку між впливом хімічної речовини і розвитком несприятливих ефектів для здоров'я людини, що передбачає поглиблений аналіз всіх наявних наукових даних про:

- особливості поведінки хімічної речовини в навколишньому середовищі і впливу на організм людини;
- шкідливі ефекти у людини і / або тварин та залежності ефектів від шляхів надходження речовини в організм, рівнів і тривалості впливу;
- можливі механізми розвитку порушень стану здоров'я.

Ідентифікація небезпеки здійснюється як для вихідного з'єднання, так і для токсичних продуктів його перетворень у навколишньому середовищі та в організмі людини.

Джерелами даних про потенційну небезпеку хімічної речовини є: фізико-хімічні властивості хімічної речовини; результати епідеміологічних досліджень; повідомлення про порушення стану здоров'я осіб, що піддавалися шкідливому впливу; результати клінічних досліджень, експериментів на лабораторних тваринах, аналізу залежності «хімічна структура - біологічна активність» [4].

На етапі ідентифікації небезпеки слід [4]:

- провести аналіз наявності даних про референтні рівні при гострих та / або хронічних впливах хімічних речовин, що включені до попереднього переліку пріоритетних сполук;

- необхідно вказати ті критичні органи/системи і ефекти, які відповідають встановленим референтним дозам/концентраціям;
- вказати наявні відомості про епідеміологічні критерії ризику аналізованих речовин.

При аналізі переліку потенційно пріоритетних речовин необхідно виділити групи речовин, які імовірно одночасно надходять в організм. Для таких хімічних сполук необхідно провести зіставлення критичних органів / систем та ефектів, а також на основі наявних літературних даних або аналогії зі структурно близькими речовинами спробувати припустити тип їх спільної (комбінованої та комплексної) дії. В якості консервативного підходу до оцінки комбінованої дії неканцерогенів використовується припущення про аддитивність дії речовин, що впливають на одні й ті ж органи або системи організму.

На етапі ідентифікації небезпеки рекомендується згрупувати речовини по їх шкідливим ефектам і/або критичним органам і системам: канцерогени; речовини, що впливають на печінку, нирки, органи дихання і т.д.

2.2 Оцінка залежності «доза – відповідь»

Оцінка залежності «доза-відповідь» – це процес кількісної характеристики токсикологічної інформації і встановлення зв'язку між впливаючою дозою (концентрацією) забруднюючої речовини і випадками шкідливих ефектів у популяції, що експонується.

Аналіз залежності «доза-відповідь» передбачає встановлення причинної обумовленості розвитку шкідливого ефекту при дії даної речовини, виявлення найменшої дози, що викликає розвиток спостережуваного ефекту, та визначення інтенсивності зростання ефекту при збільшенні дози.

Міжнародна методологія оцінки ризику передбачає, що [4]:

- канцерогенні ефекти при впливі хімічних канцерогенів, що володіють

генотоксичною дією, можуть виникати при будь-якій дозі, що викликає ініціювання пошкоджень генетичного матеріалу;

- для неканцерогенних речовин і канцерогенів з негенотоксичним механізмом дії передбачається існування порогових рівнів, нижче яких шкідливі ефекти не виникають.

Метою даного етапу є узагальнення та аналіз всіх наявних даних по гігієнічним нормативам, безпечним рівням впливу (референтних дозах і концентраціях), критичним органам/системам і шкідливим ефектам, а також оцінка застосовності цих даних для вирішення завдань, поставлених у проекті з оцінки ризику.

На даному етапі здійснюється спільний аналіз якісних даних про показники небезпеки аналізованої хімічної сполуки, отриманих в процесі ідентифікації небезпеки, і відомостей про кількісні параметри залежностей «концентрація (доза) – відповідь».

Оцінка ризику суто конкретна і оцінює ризик розвитку конкретних шкідливих ефектів та/або ступінь правдоподібності поразки певних органів і систем організму людини.

Орієнтуватися слід на той шкідливий ефект, який виникає при дії найменшої з ефективних доз (критичний ефект, критичні органи / системи). Такий підхід використовується при встановленні референтних рівнів впливу хімічних речовин. При цьому, однак, не слід ігнорувати й інші шкідливі ефекти, що виникають при дозах, які перевищують порогову.

Характеристиками залежності «доза-відповідь», які використовуються для оцінки канцерогенного ризику, а також ризиків для здоров'я при впливі деяких найбільш поширених хімічних забруднень є [4]: величина нахилу залежності, що відображає зростання ймовірності розвитку шкідливої реакції при збільшенні дози (концентрації) на 1 мг/кг або 1 мг/м³; рівень впливу, пов'язаний з певною ймовірністю ефекту (показники цієї групи застосовуються для встановлення реперних, тобто опорних доз і концентрацій).

Для характеристики ризику розвитку неканцерогенних ефектів використовуються такі показники залежностей «доза – відповідь», як максимальна недіюча доза і мінімальна доза, що викликає пороговий ефект (для неканцерогенів і канцерогенів, що володіють негенотоксичним механізмом дії). Ці показники є основою для встановлення рівнів мінімального ризику - референтних доз (RfD) і концентрацій (RfC) хімічних речовин.

Основний параметр для оцінки канцерогенного ризику впливу канцерогенного агента з безпороговим механізмом дії – фактор канцерогенного потенціалу (CPF) або фактор нахилу (SF), що характеризує ступінь наростання канцерогенного ризику із збільшенням впливаючої дози на одну одиницю.

2.3 Оцінка експозиції

Оцінка експозиції є етапом оцінки ризику, в процесі якого встановлюється кількісне надходження агента (хімічного, фізичного, біологічного) в організм різними шляхами (інгаляційним, пероральним, шкірним) в результаті контакту з різними об'єктами навколишнього середовища (повітрям, водою, ґрунтом, продуктами харчування).

Оцінка експозиції полягає у вимірюванні або визначенні (якісному і кількісному) частоти, тривалості та шляхів впливу хімічних сполук, що знаходяться в навколишньому середовищі. Оцінка експозиції описує також природу впливу, розміри і характер експонованих популяцій.

Найбільш важливими кроками при оцінці експозиції є [4]: визначення маршрутів впливу; ідентифікація того середовища, яке переносить забруднюючу речовину; визначення концентрацій забруднюючої речовини;

- визначення часу, частоти і тривалості впливу; ідентифікація популяції, що піддається впливу.

На етапі оцінки експозиції проводиться остаточне уточнення сценарію

впливу, що характеризує шлях (рух) речовини від місця його утворення до точки впливу на людину. З урахуванням обраного сценарію здійснюється аналіз наявних даних про рівні впливу хімічних речовин на людину – концентраціях речовини у всіх середовищах в аналізованій точці впливу. Сценарій впливу складається виходячи з цілей проекту та концептуальної моделі досліджуваної території.

Повний сценарій експозиції, що відображає вплив на населення в реальних умовах, включає оцінку надходження хімічних речовин в організм людини одночасно з різних середовищ (атмосферне повітря, питна вода, вода поверхневого водоймища, ґрунт, продукти харчування) різними шляхами (пероральний, інгаляційний, накожний). Такий тип експозиції характеризується як багатосередовищний і комплексний вплив.

Залежно від мети проекту сценарій впливу може передбачати оцінку надходження хімічних речовин тільки з одного середовища (наприклад, атмосферного повітря) і одним шляхом (наприклад, інгаляційним). У деяких випадках сценарій впливу може обмежуватися оцінкою надходження шкідливих агентів від певних джерел викидів (наприклад, тільки стаціонарні джерела / промислові підприємства або автотранспорт).

У всіх випадках, з метою створення найбільш сприятливих умов для подальшого процесу управління ризиком, на стадії оцінки експозиції обов'язковим є виявлення [4]:

- конкретного місця контакту людини із шкідливим агентом;
- відносного внеску кожного специфічного джерела забруднення цим агентом у цьому місці;
- факторів навколишнього середовища, що впливають на характер впливу, що дозволяє забезпечити ефективні і раціональні заходи щодо зниження ризику.

Загалом на етапі оцінки експозиції проводиться аналіз [4]:

- джерел забруднення навколишнього середовища;
- механізмів утворення і надходження забруднювачів;

- транспорту, накопичення і трансформації хімічних речовин у різних об'єктах зовнішнього середовища;
- середовищ, що впливають на людину, і шляхів надходження хімічних речовин з кожного впливаючого середовища;
- концентрацій забруднюючих речовин або продуктів їх трансформації в різних середовищах в точці впливу на людину (місце його перебування);
- населення та його чутливих підгруп, потенційно схильних досліджуваному впливу.

Визначення експозиції є складовою частиною не тільки оцінки ризику, а й процесу управління ризиком, тому що дозволяє встановити [4]:

- розподіл концентрацій в часі і просторі в різних об'єктах навколишнього середовища;
- популяції або субпопуляції з високим і низьким ризиком;
- пріоритетні, ефективні та найбільш економічні програми і заходи щодо зниження ризику;
- внесок у рівні впливу від різних джерел забруднення;
- фактори, що впливають на попадання забруднювачів у навколишнє середовище, шляхи поширення шкідливих речовин і шляхи надходження в організм людини;
- відповідність заходів, що застосовуються для зниження забруднення, досягненню безпечних для здоров'я рівнів.

Процес оцінки експозиції зазвичай складається з трьох основних етапів.

Перший етап – характеристика навколишнього оточення, яка передбачає аналіз основних фізичних параметрів досліджуваної області та характеристику популяцій, потенційно схильних до впливу.

Другий етап – ідентифікація маршрутів впливу, джерел забруднення, потенційних шляхів поширення і точок впливу на людину.

Третій етап – кількісна характеристика експозиції передбачає встановлення та оцінку величини, частоти і тривалості впливів для кожного

аналізованого шляху, ідентифікованого на другому етапі. Найчастіше цей етап складається з двох стадій: оцінки впливаючих концентрацій і розрахунку надходження.

На першому етапі оцінки експозиції проводиться детальний опис фізичного середовища і деталізована історична характеристика досліджуваної території. Необхідні дані для аналізу повинні включати інформацію про [4]: топографію, гідрогеологію, рослинний і тваринний світ, земельні ресурси та їх використання, господарську діяльність людини.

Історичний огляд повинен містити відомості про сільськогосподарську, промислову і комерційну діяльність, характеристику селітебних зон.

Характеристика фізичного середовища включає в себе аналіз наступних властивостей і показників [4]: клімат (температурний режим, кількість опадів, відносна вологість, особливості топографії, висота місцевості, кількість днів зі стійким сніговим покривом, процес циркуляції повітряних мас і т.д.); метеоумови (наприклад, швидкість і напрям вітру, повторюваність штилів, туманів, приземних інверсій температури та ін.); геологічна будова; рослинність (наприклад, трав'яний покрив, деревна рослинність та ін.); тип ґрунту (наприклад, кислий, основний, органічний, піщаний і ін.); гідрологію підземних водних джерел (наприклад, глибина, напрямок і тип водного потоку); місця розташування і опис поверхневих водойм (наприклад, тип, швидкість течії води, солоність та ін.).

На підставі характеристик фізичного середовища досліджуваної області та аналізу історичних даних використання земельних ресурсів робиться попередній висновок про потенційні шляхи шкідливого впливу, маючи на увазі всі взаємодіючі середовища і фактори навколишнього середовища - ґрунт, підземні та поверхневі води, опади, повітряне середовище, біоту, а також можливий транспорт шкідливої речовини з одного середовища в інше.

Характеристика населення, потенційно схильного до впливу на досліджуваній території і поблизу від неї, передбачає аналіз місць

проживання (локалізація і відстань від джерела забруднення навколишнього середовища), видів діяльності, виявлення чутливих підгруп.

В аналіз слід включати всі групи популяції, потенційно схильних до дії досліджуваних факторів, навіть якщо вони проживають далеко від джерела забруднення (наприклад, населення, яке споживає забруднену водопровідну воду або продукти харчування, вирощені на забрудненому ґрунті). Крім того, в аналіз слід включати і населення, яке може піддаватися впливам в майбутньому, наприклад в результаті міграції хімічних речовин із забрудненої зони.

При оцінці канцерогенних ризиків використовують середні добові дози, усереднені з врахуванням очікуваної середньої тривалості життя людини (70 років). Такі дози позначаються як LADD. Стандартне рівняння для розрахунку LADD має наступний вигляд:

$$LADD = \frac{C \cdot CR \cdot ED \cdot EF}{BW \cdot AT \cdot 365},$$

де *LADD* – середня добова доза або надходження (I), мг/(кг·доба);

C – концентрація речовини в забрудненому середовищі, мг/л, мг/м³, мг/см², мг/кг;

CR – швидкість надходження впливаючого середовища (питної води, повітря, продуктів харчування і так далі), л/добу, м³/добу, кг/добу і др.;

ED – тривалість дії, років;

EF – частота дії, днів/рік;

BW – маса тіла людини, кг;

AT – період усереднювання експозиції (для канцерогенів *AT* = 70 років);

365 – число днів в році.

Для умов довічної експозиції в житловій зоні, тривалість якої включає більш одного вікового періоду життя, враховувалася дія: на дітей до 6 років, від 6 років до 18 років, на дорослих від 18 років. Для гострої дії розрахунок здійснювався за середніми параметрами людини. В якості змінних виступає

час усереднення експозиції, який залежить від виду токсичних ефектів, що оцінюються (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Характеристика експозиції

Параметр	Характеристика	Стандартне значення
<i>CR</i>	Швидкість надходження, м ³ /добу	діти до 6 років – 4; діти від 6 до 18 років – 20; дорослі від 18 років – 22; середня людина – 20
<i>EF</i>	Частота дії, днів/рік	сценарій селітебний – 350
<i>ED</i>	Тривалість дії, років	діти до 6 років – 6; діти від 6 до 18 років – 12; дорослі від 18 років – 52; канцерогени – 70
<i>BW</i>	Маса тіла, кг	діти до 6 років – 15; діти від 6 до 18 років – 42; дорослі від 18 років – 70; середня людина – 60
<i>AT</i>	Період усереднювання експозиції, років	діти до 6 років – 6; діти від 6 до 18 років – 12; дорослі від 18 років – 52; канцерогени – 70

На останньому етапі розраховується довічна добова доза (*LADD*) з однієї або декількох хронічних добових доз (*ADDch*), як середньозважена доза для трьох періодів життя за формулою:

$$LADD = \frac{(EDb \cdot ADDchb) + (EDc \cdot ADDchc) + (EDa \cdot ADDcha)}{AT},$$

де *LADD* – довічна середня добова доза, мг/(кг·доба);

EDb – тривалість експозиції для дітей молодшого віку (0 - < 6 років) – 6 років;

EDc – тривалість експозиції для дітей старшого віку (6 - < 18 років) – 12 років;

EDa – тривалість експозиції для дорослих (18 і більше років) - 18 років;

ADDchb – хронічна середня добова доза для дітей молодшого віку, мг/(кг·доба);

ADDchc – хронічна середня добова доза для дітей старшого віку, мг/(кг·доба);

ADDcha – хронічна добова доза для дорослого, мг/(кг·доба);

AT – час осереднення, число років.

Тривалість впливу є ряд років, протягом яких триває даний спосіб впливу. У знаменнику стоїть середній час – період, на який усереднюється загальна доза або розподіляється пропорційно по блоках років.

Для канцерогенних ефектів середній час враховує тривалість життя людини, незважаючи на тривалість впливу.

Для умов експозиції в житловій зоні, тривалість якої може бути більше одного вікового періоду життя, необхідно розраховувати добову і хронічну *ADD* окремо для кожного періоду життя, тому що різним віковим періодам властиві специфічні значення величин контакту і маси тіла.

2.4 Характеристика ризику для здоров'я населення

Характеристика ризику інтегрує дані про небезпеку аналізованих хімічних речовин, величину експозиції, параметри залежності «доза-відповідь», отримані на всіх попередніх етапах досліджень, з метою кількісної та якісної оцінки ризику, виявлення та оцінки порівняльної значущості існуючих проблем для здоров'я населення.

На цьому етапі здійснюється розгляд всіх припущень, наукових гіпотез і невизначеностей, які здатні спотворити результати аналізу ризику і кінцеві висновки.

Характеристика ризику є сполучною ланкою між оцінкою ризику для здоров'я та управлінням ризиком.

Характеристика ризику здійснюється у відповідності з наступними етапами.

1. Узагальнення результатів оцінки експозиції і залежностей «доза (концентрація) – відповідь».

2. Розрахунок значень ризику для окремих маршрутів і шляхів надходження хімічних речовин.

3. Розрахунок ризиків для умов агрегованої (надходження однієї хімічної сполуки в організм людини всіма можливими шляхами з різних об'єктів навколишнього середовища) і кумулятивної (одночасний вплив декількох хімічних речовин) експозиції.

4. Виявлення та аналіз невизначеностей оцінки ризику.

5. Узагальнення результатів оцінки ризику та представлення отриманих даних особам, що беруть участь в управлінні ризиками.

Провідними принципами характеристики ризику є [4]:

- інтеграція інформації, отриманої в процесі ідентифікації небезпеки, оцінки експозиції та залежності «доза – відповідь»;

- характеристика та обговорення факторів невизначеностей та варіабельності результатів;

- представлення інформації про характеристики ризику у зрозумілій і доказовій формі з вказівкою на достовірність та обмеження характеристик ризику.

У процесі характеристики ризиків використовується величина умовно прийнятого ризику – ймовірність настання події, негативні наслідки якої настільки незначні, що заради одержуваної вигоди від фактора ризику людина, або група людей, або суспільство в цілому готові піти на цей ризик.

Характеристика канцерогенного ризику здійснюється поетапно.

1. Узагальнення та аналіз всієї наявної інформації про шкідливі фактори, особливості їх дії на організм людини, рівні експозиції.

2. Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику для кожної речовини, що надходить в організм людини аналізованими шляхами.

3. Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику для кожного канцерогенного компонента досліджуваної суміші хімічних речовин, а також сумарного канцерогенного ризику для всієї суміші.

4. Розрахунок сумарних канцерогенних ризиків для кожного з аналізованих шляхів надходження, а також загального сумарного канцерогенного ризику для всіх речовин і всіх аналізованих шляхів їх надходження в організм.

5. Розрахунок популяційних канцерогенних ризиків.

6. Обговорення та оцінка джерел невизначеності та варіабельності результатів характеристики ризику.

7. Узагальнення та представлення результатів характеристики ризику.

Розрахунок індивідуального канцерогенного ризику здійснюється з використанням даних про величину експозиції та значення факторів канцерогенного потенціалу (фактор нахилу, одиничний ризик). Як правило, для канцерогенних хімічних речовин додаткова вірогідність розвитку раку у індивідуума на всьому протязі життя (ICR) оцінюється з урахуванням середньодобової дози протягом життя (LADD):

$$ICR = LADD \cdot SF,$$

де *LADD* – середньодобова доза протягом життя, мг/(кг·доба);

SF – фактор нахилу, (мг/(кг·доба))⁻¹.

Визначення величин популяційних канцерогенних ризиків (*PCR*), що відображають додаткове (до фонового) число випадків злоякісних новоутворень, здатних виникнути протягом життя внаслідок впливу досліджуваного фактора, проводиться за формулою:

$$PCR = ICR \cdot POP,$$

де ICR – індивідуальний канцерогенний ризик;

POP – чисельність досліджуваної популяції, чол.

При порівняльній характеристиці ризику іноді використовують величину популяційного річного ризику ($PCRa$), що являє собою розраховану кількість додаткових випадків раку протягом року:

$$PCRa = \frac{ICR \cdot POP}{70} .$$

Індивідуальний та популяційний канцерогенні ризики характеризують верхню межу можливого канцерогенного ризику протягом періоду, відповідного середньої тривалості життя людини (70 років).

При поглибленому аналізі канцерогенних ризиків, пов'язаних з впливом хімічних речовин, що відносяться до груп 1, 2А за класифікацією МАВР, доцільно групувати досліджувані канцерогени з урахуванням виду та/або локалізації пухлин. У цьому випадку розрахунок сумарних канцерогенних ризиків здійснюється окремо для кожної виділеної групи (наприклад, рак легенів, пухлини печінки тощо).

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснюється або шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними рівнями впливу (індекс/коефіцієнт небезпеки), або на основі параметрів залежності «концентрація – відповідь», отриманих в епідеміологічних дослідженнях.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів для окремих речовин проводиться на основі розрахунку коефіцієнта небезпеки (HQ) за формулою:

$$HQ = \frac{AC}{RfC} ,$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки;

AD – середня доза, мг/кг;

AC – середня концентрація, $\text{мг}/\text{м}^3$;

RfD – референтна (безпечна) доза, $\text{мг}/\text{кг}$;

RfC – референтна (безпечна) концентрація, $\text{мг}/\text{м}^3$.

Коефіцієнт небезпеки розраховується окремо для умов короткочасних (гострих), підгострих і тривалих впливів хімічних речовин. При цьому період усереднення експозицій та відповідних безпечних рівнів впливу повинен бути аналогічним.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів при комбінованому і комплексному впливі хімічних сполук проводиться на основі розрахунку індексу небезпеки (HI).

Індекс небезпеки для умов одночасного надходження декількох речовин одним і тим же шляхом (наприклад, інгаляційним або пероральним) розраховується за формулою:

$$HI_j = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n,$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші хімічних речовин, що впливають.

Оцінка ризику для здоров'я населення від дії зважених частинь. Під зваженими частинами розуміється сума всіх індивідуальних твердих зважених речовин і аерозолів, що викидаються підприємством в атмосферне повітря після очищення відхідних газів та позначаються у світовій літературі як TSP. Зважені речовини (TSP) при оцінці ризику представлені безпосередньо як більш специфічні частинки діаметром 10 мікрон і менше (PM_{10}), а не як загальний обсяг TSP з урахуванням допущення, прийнятого в США, що $PM_{10} = 0,55 \cdot TSP$.

Забруднення повітря PM_{10} характеризується середньорічною концентрацією суми цих частинок (вираженої в $\text{мг}/\text{м}^3$ або в $\text{мкг}/\text{м}^3$), вимірної в атмосферному повітрі в зоні дихання дорослої людини.

Проведені моніторингові та епідеміологічні дослідження в багатьох країнах світу доводять, що численні ефекти для здоров'я, в т.ч. захворювання і смерті від респіраторної і серцево-судинної патології, викликаються саме забрудненням атмосферного повітря речовинами у вигляді твердих зважених частиць (PM₁₀) [2]. Зважені частиці завдають значних незворотніх збитків у вигляді скорочення тривалості життя за рахунок додаткових випадків смерті. Гострий вплив PM₁₀ за 24 години призводить до підвищення добової смертності від 0,5 до 1,6% на кожні 10 мкг/м³, а при збільшенні середньодобової концентрації PM₁₀ на 10 мкг/м³, частота патологічних симптомів з боку органів дихання підвищується на 2,4% [5].

Середні за розміром частинки осідають на поверхні бронхів і альвеол. Якщо частиці розчинні у воді, то вони розчиняються в слизу, всмоктуються через епітелій слизової оболонки і потрапляють в кров, міжклітинну рідину і лімфу. Нерозчинні частиці від 1,0 до 0,1 мкм потрапляють в альвеоли, осідають на стінках дихальних шляхів, поглинаються макрофагами і знешкоджуються, або проникають крізь біологічну оболонку і з потоком крові і лімфи розносяться в різні органи і тканини, утворюючи пилові скупчення в печінці, нирках та інших органах.

Індивідуальний коефіцієнт ризику (SF), що відображає число додаткових випадків смерті від вдихання суми зважених речовин PM₁₀ протягом усього життя із зростанням концентрації на кожні 10 мкг/м³, розраховується за формулою [4]:

$$SF = IRM \cdot 71,2 \cdot 365,$$

де *IRM* – передбачуваний рівень добової смертності в місті Запоріжжі, пов'язаної з впливом концентрації 10 мкг/м³ PM₁₀ щодня на все населення міста;

71,2 років – очікувана тривалість життя в місті Запоріжжі у обох статей у середньому в 2019 р.;

365 – число днів у році.

$$IRM = \frac{10585 \cdot 0,005}{365 \cdot N},$$

де 10585 – число випадків смертей у місті Запоріжжя в 2019 р., виходячи з показника 14,2 осіб на 1000 чоловік населення;

0,005 – зростання добової смертності на кожні 10 мкг/м³ РМ₁₀;

365 – число днів у році;

N – чисельність населення, яка становить 745432 осіб в м. Запоріжжі у 2019 р.

Число додаткових випадків смерті в кожній рецепторній точці від концентрації РМ₁₀, зумовленої викидами досліджуваного підприємства, розраховується за формулою [4]:

$$AM = C \cdot SF \cdot N,$$

де C – концентрація РМ₁₀ в мкг/м³;

N – кількість населення, що проживає в рецепторній точці.

Класифікація рівнів канцерогенних та неканцерогенних ризиків.

На даному етапі 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 атмосферного повітря, доцільно орієнтуватися на систему критеріїв, рекомендовану у публікаціях ВООЗ (1996, 1999, 2000 рр.) (табл. 2.2).

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 1 млн. експонованих осіб) характеризує такі рівні ризику, які сприймаються усіма людьми як пренебрежимо малі, що не відрізняються від звичайних, повсякденних ризиків (**рівень De minimis - $ICR \leq 10^{-6}$**). Подібні

ризика не вимагають ніяких додаткових заходів щодо їх зниження, і їх рівні підлягають тільки періодичному контролю.

Таблиця 2.2 – Класифікація рівнів канцерогенного ризику [2]

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

Другий діапазон $10^{-6} < ICR < 10^{-4}$, індивідуальний ризик протягом усього життя більше межі прийнятного ризику $1 \cdot 10^{-6}$, але менше $1 \cdot 10^{-4}$ і відповідає гранично допустимому ризику. Саме на цьому рівні встановлено більшість зарубіжних і рекомендованих міжнародними організаціями гігієнічних нормативів для населення в цілому (наприклад, для питної води ВООЗ в якості допустимого ризику використовує величину $1 \cdot 10^{-5}$, для атмосферного повітря - $1 \cdot 10^{-4}$). Дані рівні підлягають постійному контролю. У деяких випадках при таких рівнях ризику можуть проводитися додаткові заходи щодо їх зниження.

Третій діапазон $10^{-4} < ICR < 10^{-3}$, індивідуальний ризик протягом усього життя більше $1 \cdot 10^{-4}$, але менше $1 \cdot 10^{-3}$, прийнятний для професійних груп і неприйнятний для населення в цілому. Поява такого ризику потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів. Планування заходів щодо зниження ризиків у цьому випадку має ґрунтуватися на результатах більш поглибленої оцінки різних аспектів існуючих проблем і встановленні ступеня їх пріоритетності по відношенню до інших гігієнічних, екологічних, соціальних і економічних проблемам 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 необхідно давати рекомендації для проведення екстрених оздоровчих заходів щодо зниження ризику.

При плануванні довгострокових програм, встановлення регіональних гігієнічних нормативів доцільно орієнтуватися на величину цільового ризику - такого рівня ризику, 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 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.

Різними авторами неоднозначно інтерпретуються рівні прийнятності неканцерогенних ризиків. З одного боку ситуація при $HQ > 1$ не обов'язково пов'язана з розвитком шкідливого ефекту: чим вище впливаюча доза і чим більше вона перевершує референтну, тим вище ймовірність появи шкідливих реакцій [4]. З іншого боку, ризик на рівні $HQ = 1$, не може прийматися як досить прийнятний [6].

У роботі [7] наводиться така градація кордонів розвитку неканцерогенних ефектів: надзвичайно високий (> 10); високий (5-10); середній (1-5); низький (0,1-1,0); мінімальний (менше 0,1).

На підставі перерахованих відомостей була сформульована характеристика рівнів ризику, яка представлена в табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Класифікація рівнів небезпеки неканцерогенних ризиків

Рівень небезпеки	Коефіцієнт/індекс небезпеки, (HQ/NI)	Характеристика рівня ризику
Мінімальний	$\leq 0,1$	ризик виникнення шкідливих ефектів відсутній
Низький	0,1 - 1	ризик виникнення шкідливих ефектів є зневажливо малим
Середній	1 - 5	існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (неприпустимий для населення, допустимий для виробничих умов)
Високий	5 - 10	існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частини населення
Надзвичайно високий	≥ 10	масові скарги, виникнення хронічних захворювань

2.5 Висновки до розділу 2

1. Розглянуто методологію оцінки ризику для здоров'я населення, розроблену Агентством охорони навколишнього середовища США (EPA U.S.), а саме алгоритм проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів: ідентифікацію небезпеки, оцінку експозиції, характеристику небезпеки (оцінку залежності «доза-відповідь»), характеристику ризику.

2. Розглянуті формули для розрахунків середньої добової дози, хронічної добової дози, індивідуального канцерогенного ризику, сумарного канцерогенного ризику, популяційного канцерогенного ризику, коефіцієнтів небезпеки, індексів небезпеки, числа додаткових випадків смерті.

З АНАЛІЗ ТА ОЦІНКА РИЗИКУ ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННОГО АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЗАВОДСЬКОГО РАЙОНУ М. ЗАПОРІЖЖЯ

3.1 Характеристика об'єкту дослідження

Місто Запоріжжя є одним з найбільших адміністративних, індустріальних і культурних центрів півдня України. Воно розташоване на головній водотранспортній магістралі - річці Дніпро, у місці її перетинання транспортно-комунікаційними коридорами, що з'єднують південь України з центром Росії, Донбас із Криворіжжям і Закарпаттям. Населення - 745,432 тис. осіб на 2018 рік. Площа міста Запоріжжя становить 33 099 га. Більше 4 тис. га зайняті водними просторами (12,8 %), порядку 8 тис. га займають промислові, комунально-складські об'єкти, спецтериторії, 17,6 % міських земель використовується в сільському господарстві.

В Запорізькій області більше двох третин населення проживає в екологічно напружених умовах. Несприятливий вплив розмаїття техногенних чинників спричинює збільшення рівня смертності, інвалідності, захворюваності, зростання донозологічних станів, погіршення фізичного розвитку [8]. Пріоритетний внесок в формування стану навколишнього середовища Запорізької області здійснює промисловий комплекс м. Запоріжжя. На території міста функціонує більше 230 підприємств.

Якість навколишнього середовища, особливо повітряного басейну, визначається складною взаємодією цілої низки факторів. До найгостріших проблем відноситься забруднення повітряного басейну. За рівнем хімічного забруднення повітряного басейну Запорізька область відноситься до найбільш забруднених регіонів в Україні.

В області 73,4 % населення перебуває під шкідливим впливом атмосферних забруднень. За цим показником Запорізька область у 3,1 рази

перевищує середньодержавний показник.

Основними причинами забруднення повітряного басейну є потужний промисловий комплекс та застарілі технології на підприємствах. Стан навколишнього середовища також визначається рівнем урбанізації. В Україні одним із великих промислових центрів є Запоріжжя. Його промисловий профіль сформовано підприємствами чорної та кольорової металургії. За обсягами викидів забруднюючих речовин та діоксиду вуглецю в атмосферне повітря Запорізька область займає четверте місце. Її вклад у загальнодержавне забруднення від різних джерел складає 4,4-6,7 %.

Заводський район - адміністративний район міста Запоріжжя, утворений 23 травня 1969 року Указом Президії Верховної Ради УРСР шляхом виділення з території Орджонікідзевського району (нині – Вознесенського).

Назва походить від слова «завод», що вказує на основне джерело роботи мешканців району. Житлова частина району в повсякденному мовленні називається Павло-Кічкас. До району увійшли: житловий масив Павло-Кічкас, сел. Запоріжжя-Ліве, вул. Скворцова, сел. Підпорожнє. Площа району складає 56 км², на яких розташовано 155 вулиць та більше ніж 6,8 тис. будинків. Кількість населення району в 2017 році склала 55,5 тис. осіб, із яких 26,2 тис. чоловіків і 29,3 тис. жінок.

Межує із Дніпровським, Орджонікідзевським та Шевченківським районами [9-11].

Заводський район – індустріальний центр міста Запоріжжя і зона екологічного лиха. Район, зосередивши в собі значні промислові потенціали, опинився перед багатьма екологічними проблемами. Населення змушене жити в умовах подальшої деградації навколишнього середовища та погіршення здоров'я. Показником цього є у 1,5 разів більш висока, в порівнянні з ситуацією в цілому по місту, смертність мешканців району, найбільш близько розміщеного до основного промислового майданчика міста.

Заводський район є частиною міста, промисловий майданчик якого складається з більш ніж 200 підприємств. Його галузева структура представлена підприємствами практично всіх галузей індустрії: чорної і кольорової металургії, авіаційної промисловості, машинобудування, легкої, харчової промисловості, виробництва будівельних матеріалів, поліграфії, а також великими хімічними виробництвами. Крім того, територією району проходить велика автотранспортна магістраль. Тому не дивно, що в атмосфері Заводського району виявлено більше 150 хімічних сполук. Багато з них є речовинами, що відносяться до 1-2 класів небезпеки. Заводський район являє потужний індустріальний комплекс, до складу якого входять 7 потужних підприємств металургії та оброблення металу, хімічної та легкої промисловості, машинобудування: ПАТ «ЗМК «Запоріжсталь», ПАТ «Запоріжжкокс», ПАТ «Електрометалургійний завод «Дніпроспецсталь», ПАТ «Запорізький завод феросплавів», ПАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Український графіт», ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат» [9-11]. Основними забруднювачами атмосферного повітря Заводського району є: зважені речовини, двоокис азоту, фенол, фтористий водень, сірководень, сірковуглець, сірчаний ангідрид, мідь та її сполуки, марганець та його сполуки, алюмінію оксид, хлор та його сполуки, акролеїн, ванадій, сірчана кислота, хром та бенз(а)пірен.

У Заводському районі, порівняно з іншими районами міста, вищий рівень захворюваності. На першому місці стоять гострі захворювання органів дихання різної етіології, з кожним роком за словами медиків збільшується кількість хронічних захворювань, хвороби крові і систем кровообігу, серцево-судинної системи, рухового апарату, імунної системи. Тому виникає потреба в проведенні досліджень у визначенні зон найбільшого техногенного навантаження підприємств підвищеної небезпеки на стан здоров'я населення [9-11].

Територія Заводського району в м. Запоріжжі та ступінь його забрудненості зображено на рис. 3.1.

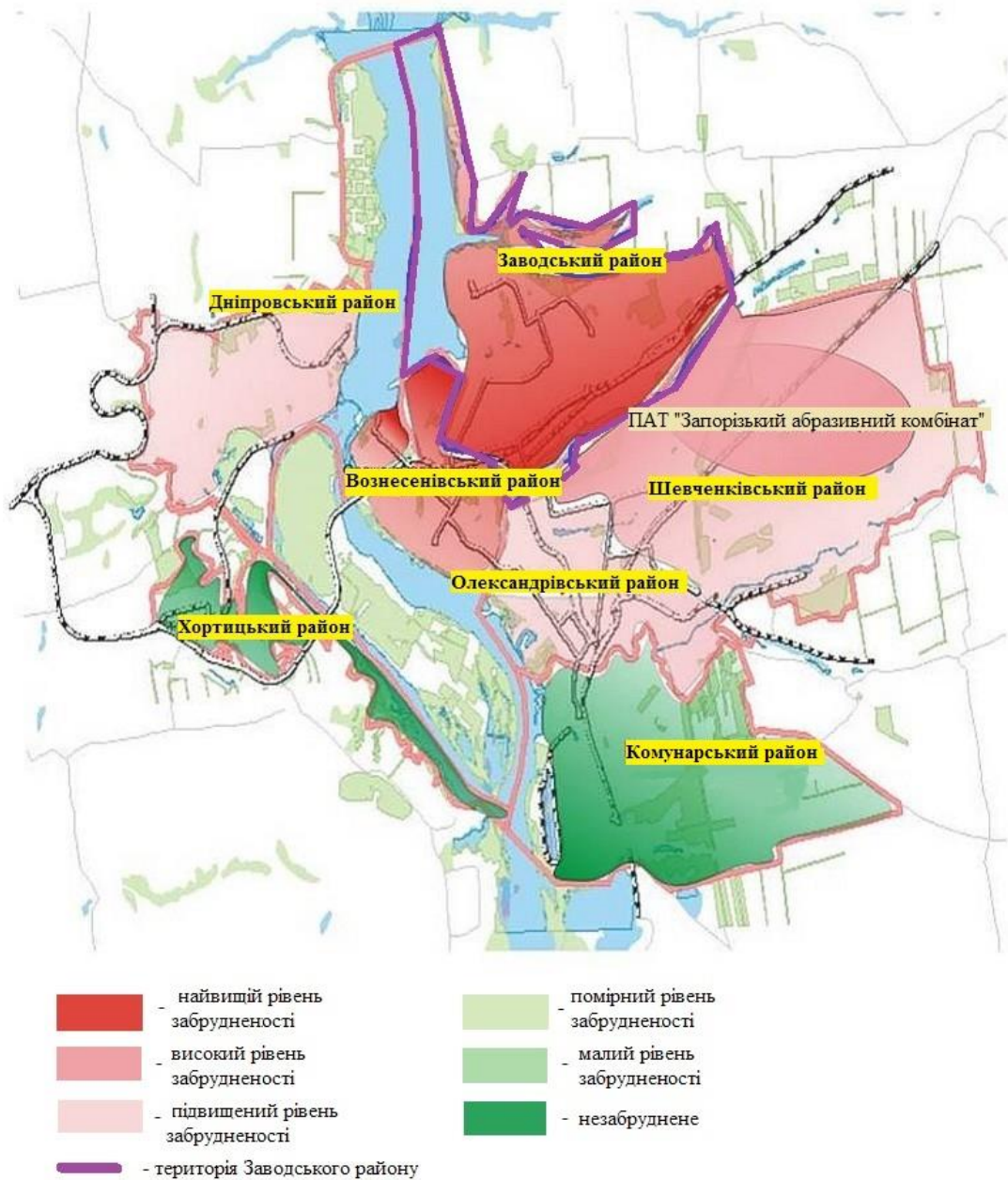


Рисунок 3.1 – Територія Заводського району в м. Запоріжжя та ступінь його забрудненості

3.2 Результати досліджень топографії, гідрогеології, рослинного і тваринного світу, клімату, метеопараметрів м. Запоріжжя

Згідно з вимогами, що пред'являються до процедури оцінки ризику на етапі ідентифікації небезпеки щодо характеристики просторового поширення забруднення та кількісної оцінки інгаляційного впливу викидів стаціонарних

джерел Заводського району, була проведена загальна еколого-гігієнічна характеристика території, що базувалася на використанні алгоритму розробленого лабораторією гігієни атмосферного повітря та оцінок ризику ДУ «ІГМЕ ім. М.О. Марзєєва АМНУ» та складався з наступних параметрів: даних високої роздільної здатності Землі (ДЗЗ); характеристики землекористування; топографії (цифрова модель рельєфу); метеопараметрів; характеристики стаціонарних джерел викидів; оцінки токсичності викидів; характеристики населення.

Завдяки збору та обробці цих даних був модифікований етап оцінки експозиції, який є невід'ємною складовою процедури оцінки ризику для здоров'я населення в будь-якому досліджуваному регіоні.

Складність проведення таких робіт в Україні за наявності великої кількості даних полягає в адаптуванні та препроцесінгу наявної метеорологічної, топографічної та демографічної інформації до формату баз даних, що сумісні з програмами розрахунку усереднених рівнів експозиції та створення самих баз даних для розрахунків.

Для оцінки характеристики землекористування дуже широко використовують дані високої роздільної здатності (космічні знімки), які дозволяють детально оцінити територію дослідження з урахуванням житлової та промислової забудови, гідрографії, рослинності та спроектувати якомога точнішу модель рельєфу.

Використання супутникових зображень, доповнених наземними контрольними даними, забезпечують прекрасну базу для абсолютного позиціонування та картографії. Карти, які створені з використанням зображень високої роздільної здатності, дозволяють визначати різні наземні географічні об'єкти та забезпечують високу деталізацію об'єктів дослідження. Але основна перевага таких космічних зображень полягає у сумісництві з геоінформаційними системами (ГІС) та картографічними форматами даних, що дозволяє не тільки визначити необхідні для наукових досліджень характеристики землекористування, а й деталізувати дані щодо розташування

промислових об'єктів, джерел забруднення, сельбищної та рекреаційної зон та ін.

На рис. 3.2 представлено результати проведеної класифікації землекористування території вивчення м. Запоріжжя. Як видно з рис. 3.2, промислова зона у м. Запоріжжя зосереджена у центрі та граничить з житловою забудовою, де проживає найбільша кількість населення, що прямим чином підпадає під експозицію промислових підприємств.



промислова забудова



житлова забудова



гідрографія



рослинність

Рисунок 3.2 – Результати опрацювання даних використання земельних ресурсів у м. Запоріжжі

Особливості метеорологічних умов є одним з визначальних чинників, який має вплив на просторове та часове розповсюдження забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря.

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, який характеризується класами стабільності атмосфери F та E. Періоди сильних вітрів, клас D, сприяють активній дисперсії та поширенню забруднюючих речовин на значні відстані, що значно збільшують турбулентність атмосфери, а це обумовлює зменшення концентрації забруднюючих речовин [12].

Запоріжжя розташоване в континентальній зоні зі спекотним літом і помірно холодною зимою.

Клімат - атлантично-континентальний, з вираженими в літній період посушливими суховійними явищами, що проявляються в окремі роки з особливою інтенсивністю. Літо тепле, звичайно починається в перших числах травня і продовжується до початку жовтня, охоплюючи період біля п'яти місяців. Зима помірно м'яка, часто спостерігається відсутність стійкого сніжного покриву. У середньому, висота сніжного покриву становить 14 см, найбільша - 35 см. Середня річна температура + 9,0 °С, середня температура в липні + 22,8 °С, а в січні - 4,9 °С. Середня глибина промерзання ґрунту - 0,8 метрів, максимальна - близько 1,0 метра [8].

За умовами забезпеченості вологою територія міста відноситься до посушливої зони. Середньорічна кількість опадів становить 443 мм, а випаровування з поверхні суходолу - 480 мм, з водної поверхні - 850 мм. При цьому влітку часто спостерігаються зливи, що сильно розмивають поверхню

грунту. Відносна вологість повітря о 13 годині становить 60 %, найменша - 40 % - спостерігається в липні-серпні.

Переважними напрямками вітру в теплий період є північний і північно-східний, у холодний період - північно-східний і східний. Середня швидкість вітру становить 3,8 м/сек, посилюючись до 4,2 м/сек на околиці міста. Максимальна швидкість вітру, до 28 м/сек, спостерігається один раз на 15-20 років. Щорічно, у середньому, місто вкрито туманом 45 днів на рік. Найбільше число туманів - 60 на рік.

Метеорологічні стани атмосфери прийнято класифікувати відповідно до їх можливості сприяти розсіюванню та перенесенню забруднюючих речовин. Визначальними характеристиками цих класів є такі параметри як, швидкість вітру, рівень сонячної інсоляції, хмарність та ін. В моделях, рекомендованих U.S. EPA стабільність атмосфери характеризується класами стабільності атмосфери Паскуїлла-Гіффорда-Тернера. Дана класифікація представлена 6-ма категоріями стабільності атмосфери від А до F (табл. 3.1).

У м. Запоріжжя протягом 2016-2018 років домінуючим класом стабільності атмосфери був нейтральний клас (D – 29,8 %) (рис. 3.3). Однак, досить значним є показник перебування атмосфери в помірному класі (E – 26,5 %). Найменше часу атмосфера перебувала в максимально нестабільному (A – 2 %) та середньонестабільному (B – 9,0 %) станах.

Можливість найгіршого варіанту розвитку ситуації складається тоді, коли високі концентрації викидів припадають на маловітряний період, який характеризується класами стабільності атмосфери E та F (26,5 % та 15,2 % відповідно). Періоди сильних вітрів, клас D (29,8 %) протягом року сприяють активній дисперсії та поширенню забруднюючих речовин на значні відстані. Оскільки, на території м. Запоріжжя у 2019 році переважаючими були вітри південного, південно-східного та західного напрямків, то у поєднанні з нейтральним класом стабільності атмосфери D, забруднюючі речовини від стаціонарних джерел викидів активно поширювалися у відповідних напрямках.

Таблиця 3.1 – Класи/категорії стабільності атмосфери

Категорія стабільності	Клас	Природні стани	Найбільш схожий період дня	Найбільш схожа пора року
A	максимально нестабільний	сильна температурна нестабільність, яскраве сонце	від пізнього ранку до півдня	весна-літо
B	середньо нестабільний	перехідні періоди, спокійне перемішування	денні переходи	протягом року
C	помірно нестабільний	перехідні періоди, незначне перемішування	денні переходи	протягом року
D	Нейтральний	сильний вітер, суцільна хмарність, переходи день-ніч	денна та нічна хмарність, сильний вітер, світанок та захід	протягом року
E	помірно стабільний	перехідні періоди, нічні помірні вітри	нічні переходи	протягом року
F	середньо стабільний	чисте небо опівночі, дуже обмежене вертикальне перемішування	ніч з чистим небом, слабкий вітер	протягом року

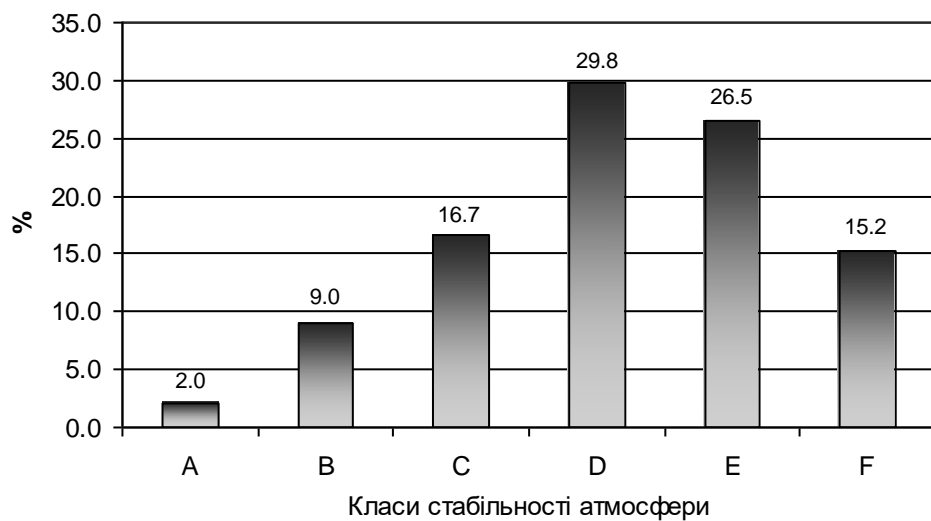


Рисунок 3.3 – Класи стабільності атмосфери для м. Запоріжжя

Рельєф території міста Запоріжжя – рівнина, розмежована річками і балками. Схили поверхні спрямовані у бік рік і водойм. У геологічній будові ділянки до глибини 15-20 м беруть участь четвертинні та неогенові відкладення (суглинки, супіски, піски, глини), що залягають на нерівній поверхні докембрійських гранітів. Абсолютні висотні відмітки рельєфу для досліджуваної території коливаються в межах від 48 м до 105 м над рівнем моря у розрізі захід-схід та у діапазоні від 48 м до 87 м у розрізі північ-південь.

Забудова міста представлена компактною відкритою структурою і розташована на обох берегах р. Дніпро. Лівобережна частина - лінійна і дуже неоднорідна по функціональному зонуванню. Селітебні території, що розчленовуються транспортними і комунікаційними коридорами, витягнуті уздовж берегів і безпосередньо примикають до промислових територій. У результаті значна частина житлової забудови (до 70 %) знаходиться в зонах впливу промислових підприємств. Правобережна частина міста більш компактна й однорідна по функціональному зонуванню. Особливістю міста Запоріжжя є те, що в ньому зосереджено близько 65% продуктивних потужностей області і близько 43 % населення області.

Метеорологічні параметри на досліджуваних вулицях Заводського району у 2019 році представлені в додатку А (табл. А.1).

Отримані результати досліджень є необхідними для розрахунку та оцінки специфіки поширення пріоритетних забруднюючих речовин на досліджуваній території.

3.3 Результати етапу ідентифікації небезпеки щодо оцінки токсичності викидів від стаціонарних джерел Заводського району

Характеристика сценарію і маршруту впливу забруднюючих речовин, обраних для умов Заводського району, представлена в табл. 3.2. Пріоритетний шлях надходження забруднюючих речовин в організм людини

є інгаляційний шлях, аналізованим середовищем визначено – атмосферне повітря.

Таблиця 3.2 – Сценарій і маршрут впливу забруднюючих речовин

Складова частина експозиції	Характеристика експозиції			
Фактор негативного впливу	викиди підприємств Заводського району в атмосферне повітря від стаціонарних організованих джерел			
Шлях впливу	інгаляційний			
Сценарій впливу	селітебна зона			
Тип впливу за часом контакту	гострий	хронічний (70 років)		
Вік експонованої групи	середня людина (30 років)	≤ 6	6-18	18≥

Як джерела забруднення обрано такі об'єкти: ПАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Дніпроспецсталь», ПАТ «Запорізький завод феросплавів», ПАТ «Український графіт», ПАТ «Запоріжвогнетрив», ПрАТ «Запоріжжкокс», ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат».

З метою визначення переліку пріоритетних для подальших досліджень потенційно шкідливих хімічних сполук на даних підприємствах, спочатку складався максимально повний список всіх хімічних речовин, здатних впливати на людину на досліджуваній території (табл. 3.3).

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

Таблиця 3.3 – Повний перелік хімічних речовин, що викидають досліджувані підприємства

№ за п/п	Назва речовини	ГДК _{м.р.} , мг/м ³ (ОБРД*, мг/м ³)	№ за п/п	Назва речовини	ГДК _{м.р.} , мг/м ³ (ОБРД*, мг/м ³)
1	Арсен та його сполуки	-	8	Аміак	0,2
2	Ванадій та його сполуки	0,02	9	Сажа	0,15
3	Залізо та його сполуки	0,4	10	Азоту діоксид	0,085
4	Кадмій та його сполуки	0.0003	11	Азоту оксид	0,4
5	Мідь та її сполуки (у перерахунку на мідь)	0,02	12	Речовини у вигляді суспендованих твердих частинок	0,1*
6	Нікель та його сполуки	0,002	13	Марганець та його сполуки	0,01
7	Азотна кислота	0,4	14	Сірководень	0,008
15	Ртуть та її сполуки	-	31	Олово та його сполуки (у перерахунку на олово)	0,2
16	Свинець та його сполуки	0,001	32	Хром та його сполуки	0,0015
17	Цинку оксид (в перерахунку на цинк)	0,5	33	Алюмінія оксид (в перерахунку на алюміній)	0,1
18	Сірки діоксид	0,5	34	Сірковуглець	0,03

Продовження таблиці 3.3

№ за п/п	Назва речовини	ГДК _{м.р.} , мг/м ³ (ОБРД*, мг/м ³)	№ за п/п	Назва речовини	ГДК _{м.р.} , мг/м ³ (ОБРД*, мг/м ³)
19	Сульфатна кислота (сірчана кислота)	0,3	35	Фосфористий водень (фосфін)	0,01
20	Сірчана кислота	0,3	36	Ацетальдегід	0,01
21	Оксид вуглецю	5	37	Ацетон	0,35
22	Вуглецю діоксид	-	38	Бензол	1,5
23	Бутилацетат	0,1	39	Ксилол	0,2
24	Етилацетат	0,1	40	Толуол	0,6
25	Оцтова кислота	0,2	41	Нафталін	0,003
26	Метан	50*	42	Бенз(а)пірен	0,00001
27	Фенол	0,01	43	Водню хлорид	0,2
28	Стійкі органічні забруднювачі	-	44	Поліароматичні вуглеводні	-
29	Хлор та сполуки хлору	0,1	45	Фтор та його сполуки	0,02
30	Фтористий водень	0,02	46	Формальдегід	0,035

Примітка. * - ОБРД, мг/м³.

На даному етапі ідентифікації небезпеки встановлюються ступені доказу канцерогенності досліджуваної речовини для людини; визначаються умови реального прояву канцерогенного ефекту. В якості потенційних хімічних канцерогенів розглядаються речовини, які відносяться до груп 1, 2А, 2В згідно класифікації Міжнародного агентства з вивчення раку (МАВР).

На даному етапі було проведено аналіз наявності даних відносно референтних рівнів при гострих та хронічних впливах хімічних речовин та вказані ті критичні органи/системи та ефекти, які відповідають встановленим

референтним дозам/концентраціям. В результаті аналізу використовувалися наступні банки даних IRIS (Інтегрована інформаційна система по ризикам), RTECS (Реєстр токсичних ефектів хімічних сполук Національного Інституту професійної безпеки та здоров'я США), NAAQS (американські національні стандарти якості атмосферного повітря), CalEPA (Каліфорнійське Агентство з охорони довкілля), EPA (публікації Агентства США з охорони довкілля), WHO (Всесвітня організація охорони здоров'я), NCEA (Національний центр оцінки довкілля) та OSHA (Агентство професійної безпеки та здоров'я США).

Враховувалися наступні критерії вибору пріоритетних забруднюючих речовин [13, 14]: оцінка токсичності забруднюючих речовин хімічних речовин, здатних впливати на здоров'я населення; аналіз даних відносно параметрів небезпеки та залежностей «доза-відповідь» (референтні концентрації; фактори канцерогенного потенціалу; чинні вітчизняні нормативи: гранично допустимі концентрації максимальноразові та середньодобові (ГДК_{м.р.}, ГДК_{с.д.}), орієнтовно безпечі рівні впливу (ОБРВ)); оцінка направленості впливу на органи та системи людського організму; чисельність населення, яке зазнає впливу від викидів підприємств.

Враховуючи критерії вибору пріоритетних забруднюючих речовин, що викидають в атмосферне повітря стаціонарні джерела Заводського району, було сформовано перелік пріоритетних забруднюючих речовин за три роки (2016-2018 рр.), необхідних для проведення подальших досліджень з оцінки ризику для здоров'я населення.

До переліку увійшло 9 хімічних сполук (табл. 3.4), з яких до 2 класу небезпеки (високонебезпечні речовини) відносяться – сірководень, фенол, формальдегід, сірковуглець, сірчана кислота; до 3 класу небезпеки – азоту діоксид, ангідрид сірчистий, 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 3.4 – Параметри токсичності викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел Заводського 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*	ARfC, мг/м ³ , вплив на органи і системи*
Зважені речовини	-	0,5	0,15	3	0,075, ОД, ССС, ВДР, смерть	0,3, ОД
Зважені речовини, розміром не менш 10 мкм	-	-	-	-	0,05, ОД, ССС, ВДР, смерть	0,15, ОД
Азоту діоксид	10102-44-0	0,2	0,04	3	0,04, ОД, кров	0,47, ОД
Ангідрид сірчистий	7446-09-5	0,5	0,05	3	0,05, ОД, смерть	0,66, ОД
Вуглецю оксид	630-08-0	5,0	3,0	4	3, ССС, ВДР, ЦНС, кров	23, ССС, ВДР
Фенол	108-95-2-6	0,01	0,003	2	0,006, ОЗ, ОД, ССС, ПО, ЦНС	6, ОД, ОЗ
Формальдегід	50-00-0	0,035	0,003	2	0,003, ОД, ОЗ, ІС	0,048, ОД ОЗ
Сірчана кислота	7664-93-9	0,3	0,1	2	0,001, ОД	0,1, ОД
Сірководень	7783-06-4	0,008	-	2	0,002, ОД	0,1, ОД
Сірковуглець	75-15-0	0,03	0,005	2	0,7, ВДР, ЦНС	20, ВДР кров

Примітка.* ОД – вплив на органи дихання; кров – вплив на кровоносну систему; ССС – вплив на серцево-судинну систему; ВДР – вплив на процеси розвитку організму, включаючи ембріотоксичну і тератогенну дію, порушення інтелектуального розвитку і здібності до навчання; ЦНС – вплив на центральну нервову систему; ПО – вплив на паренхіматозні органи (печінка, нирки); ОЗ – вплив на органи зору; 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 [15].

3.4 Результати етапу оцінки експозиції пріоритетних забруднюючих речовин, що викидають стаціонарні джерела Заводського району

При визначенні експозиції з метою оцінки ризику для здоров'я населення, обумовленого техногенним забрудненням атмосферного повітря, найактуальнішим питанням було визначення експонованої популяції. Необхідно було встановити чисельність населення, на яке впливають шкідливі чинники такого забруднення. При цьому потрібно враховувати, як щільність населення в рецепторних точках, так і географію розташування джерел забруднення, аби популяція в рецепторній точці підпадала під порівняно однакову (в якісному і кількісному відношенні) дію шкідливих чинників забруднення атмосферного повітря в зонах проживання населення.

По план-схемах основних промислових майданчиків 7 підприємств м. Запоріжжя (рис. 3.4) було уточнено положення стаціонарних джерел викидів для 10 пріоритетних забруднюючих речовин. План-схеми було отримано з матеріалів проведених інвентаризацій в останні роки.



Рисунок 3.4 – Геокодування джерел викидів

Статистика населення в місті Запоріжжі та в Заводському районі за період 2019 р. представлена в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Статистика населення в місті Запоріжжі та в Заводському районі

Роки	Чисельність м. Запоріжжя, тис. осіб	Чисельність Заводського району, тис. осіб
2019	745432	55500

Було оцінено: статевий (чоловіки, жінки) та віковий склад (дорослі, діти) населення; кількість проживаючих людей в конкретному будинку; щільність проживання населення, та визначено рецепторні точки найбільшої щільності проживаючого населення, яке підпадає під експозицію (рис. 3.5).

Для дослідження були вибрані наступні вулиці, які мали свій номер: 1 - вул. Електрична, 2 – Билкіна, 3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, 7 – Вогнетривна.

Усереднені рівні добових і річних концентрацій забруднюючих речовин за 2019 р., які формують експозиційні навантаження на здоров'я населення Заводського району м. Запоріжжя, представлені в додатку Б (табл. Б.1).

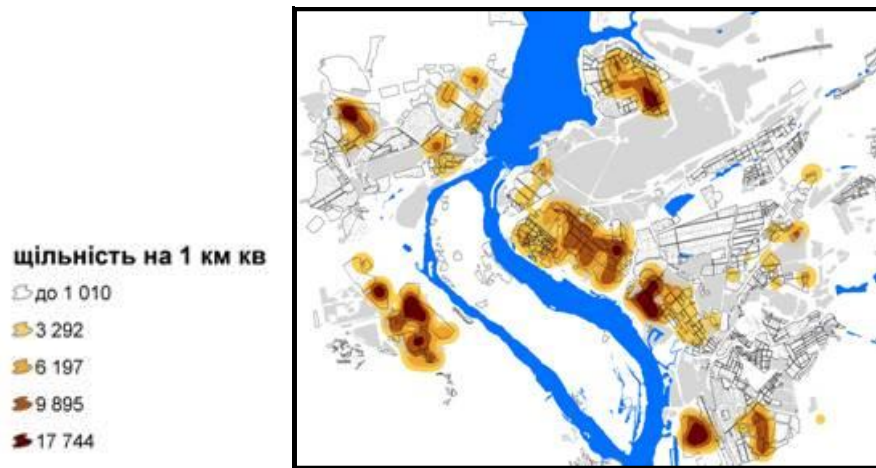


Рисунок 3.5 – Визначення рецепторних точок

Методики вимірювань та визначення вмісту досліджувальних речовини представлені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Методики вимірювань та визначення вмісту досліджувальних речовини

Назва досліджуваної речовини	Методика вимірювань та визначення вмісту речовини
Сірководень	РД 52.04.186-89
Азоту діоксид	РД 52.04.186-89
Зважені речовини	РД 52.04.186-89
Ангідрид сірчистий	РД-79
Аміак	РД-74
Вуглецю оксид	Палладій

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

ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» у Запорізькій області щотижнево надає дані моніторингу якості атмосферного повітря у місцях проживання, на автомагістралях та в зоні впливу промислових підприємств.

Перевищення ГДК забруднюючих речовин по Заводському району за 2019 рік представлено в додатку В (табл. В.1).

Згідно міжнародних критеріїв оцінки якості атмосферного повітря, то серед пріоритетних забруднюючих речовин спостерігається перевищення ГДК: в 2019 році по пилю, фенолу, сірководню, азоту діоксиду, сірковуглецю.

Вплив викидів пріоритетних забруднюючих речовин на здоров'я населення представлено в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Вплив викидів пріоритетних забруднюючих речовин на здоров'я населення

Забруднююча речовина	Негативні наслідки для здоров'я населення
Зважені речовини	Смертність від серцево-судинних захворювань, від захворювань органів дихання. Частота симптомів з боку верхніх відділів дихальних шляхів, з боку нижніх відділів дихальних шляхів. Частота кашлю та загострення бронхіальної астми
Азоту діоксид	Збільшення частоти випадків появи симптомів з боку верхніх дихальних шляхів у дітей, тривалості періодів загострення захворювань верхніх та нижніх дихальних шляхів у дітей.
Вуглецю оксид	Відсоткова зміна вмісту карбоксигемоглобіну в крові. Частота госпіталізації та/або звернення з приводу захворювань серця (у віці 65 років і більше).
Ангідрид сірчистий	Додаткова смертність. Смертність від серцево-судинних захворювань, від захворювань органів дихання. Збільшення госпіталізації з приводу респіраторних захворювань осіб у віці 65 років і більше. Збільшення числа нападів астми у астматиків.

Забруднююча речовина	Негативні наслідки для здоров'я населення
Сірководень	Токсичний, вдихання повітря з невеликим вмістом сірководню викликає запаморочення, головний біль, нудоту, а зі значною концентрацією призводить до коми, судом, набряку легень, до летального результату.
Сірковуглець	У випадках важкого отруєння розвивається коматозний стан, який може закінчитися смертю від паралічу серця. Середній ступінь отруєння сірковуглецем супроводжується головним болем, блювотою, ейфорією, атаксією, порушенням, яке потім може змінитися сонливістю, пригніченістю, ослабленням пам'яті, загальної загальмованістю.
Фенол	Розчин фенолу, його пил і пари викликають роздратування і хімічний опік шкіри, очей, слизових дихальних шляхів. Отруєння парами фенолу може порушувати функції нервової системи аж до паралічу дихального центру.
Формальдегід	Хронічне отруєння викликає такі симптоми: алергію, постійний кашель, подразнення очей, носа, горла і шкіри, напади астми, порушення сну, психічне збудження, тремтіння, схуднення, головні болі, розлад зору і координації, хронічну втому, сонливість, млявість, загальмованість.

3.6 Результати етапу характеристики ризику для здоров'я населення

На основі розрахованих рівнів експозиції були встановлені характеристики ризику для Заводського району від забруднення

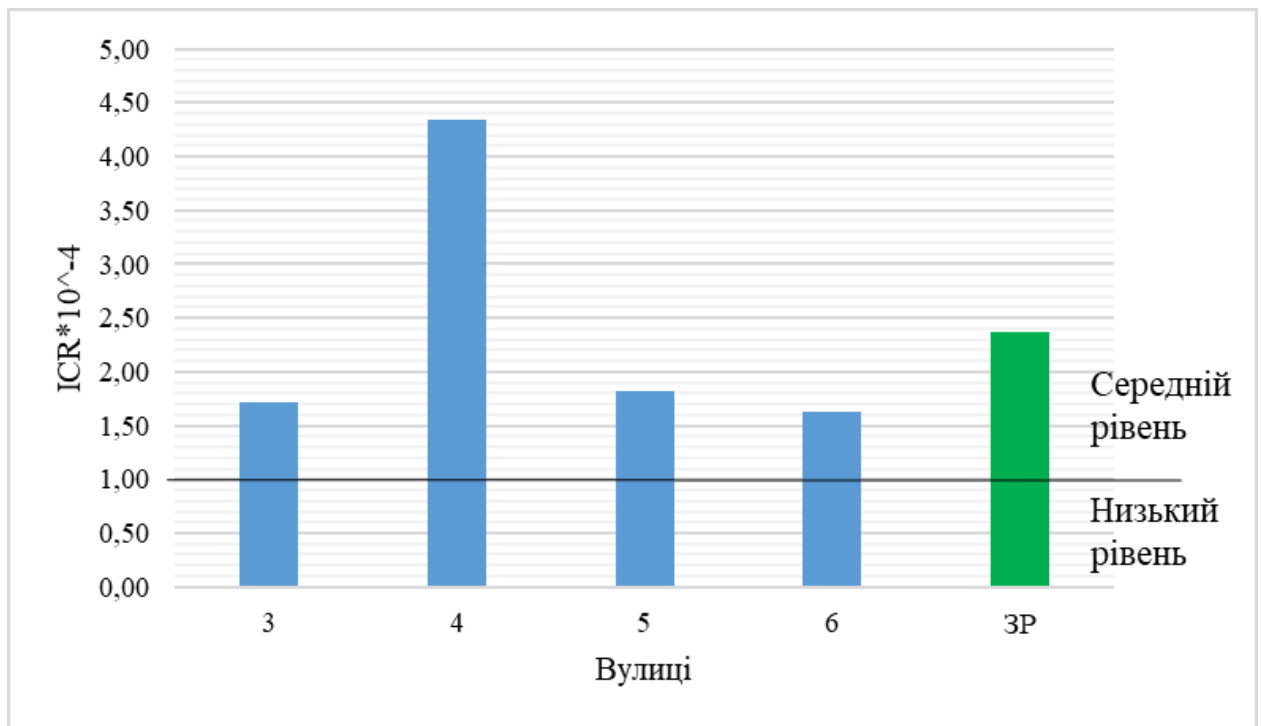
атмосферного повітря, обумовлені викидами підприємств району, які включали [16-22]: канцерогенні ризики (індивідуальний ризик (ICR) на протязі життя та популяційний ризик (PCR)); неканцерогенні ризики (коефіцієнти небезпеки для окремих речовин (HQ), індекси небезпеки для сукупності речовин та сумарні індекси небезпеки (HI); число додаткових випадків смерті (AM) при хронічній інгаляційній дії зважених частинок діаметром < 10 мкм (PM₁₀).

Серед пріоритетних забруднюючих речовин, присутніх у житловій зоні, канцерогенною дією володіє формальдегід.

Результати розрахунків індивідуального та популяційного канцерогенного ризику для здоров'я населення на досліджуваних вулицях та Заводському районі **при гострому впливі** представлені в табл. 3.8 та свідчать про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$, прийнятний для професійних груп і неприйнятний для населення в цілому, характерний для більшості великих промислових міст) (рис. 3.6). Поява такого ризику потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів.

Таблиця 3.8 – Результати розрахунків індивідуального та популяційного канцерогенного ризику для здоров'я населення при гострому впливі

Показники	3	4	5	6	Заводський район
Концентрація CH ₂ O	0,01	0,03	0,01	0,01	0,02
LAAD	0,0037	0,0095	0,0039	0,0035	0,0052
IRC	0,00017	0,00043	0,00018	0,00016	0,00024
PCR на все населення	0,22	0,39	0,10	0,03	13,18
PCR на 10 000 чол.	0,04	0,07	0,02	0,005	2,37



3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, ЗР – Заводський район.

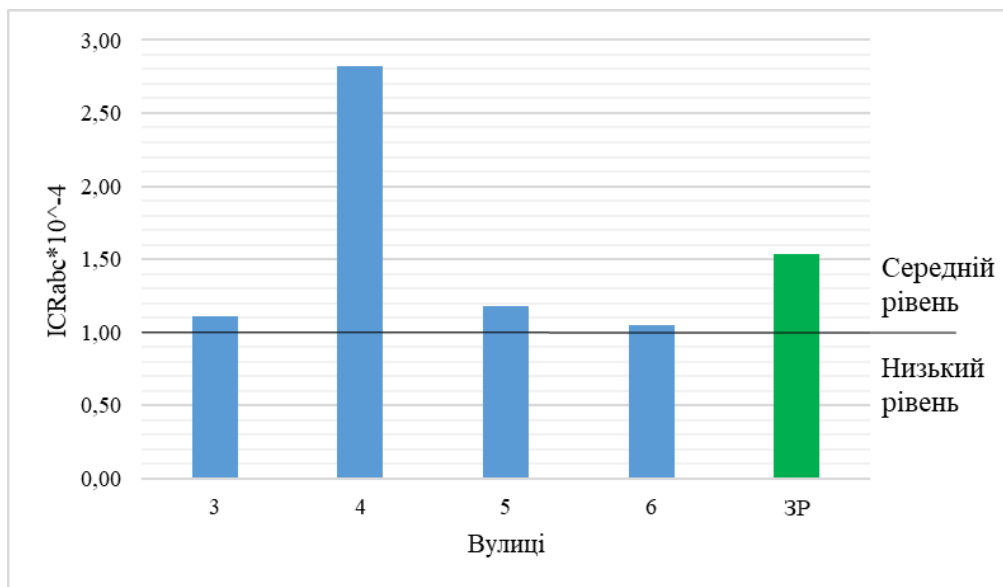
Рисунок 3.6 – Індивідуальний канцерогенний ризик при гострій дії на досліджуваних вулицях та в Заводському районі

Результати розрахунків індивідуального та популяційного канцерогенного ризику для здоров'я населення на досліджуваних вулицях та Заводському районі **при хронічному впливі** представлені в табл. 3.9 та свідчать про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$, прийнятний для професійних груп і неприйнятний для населення в цілому, характерний для більшості великих промислових міст) (рис. 3.7). Поява такого ризику потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів.

Популяційний канцерогенний ризик PCR при **гострому впливі** складає приблизно в 2019 р. – 13,18 додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на все населення Заводського району та 2,37 – на 10 000 населення (рис. 3.8).

Таблиця 3.9 – Результати розрахунків індивідуального та популяційного канцерогенного ризику для здоров'я населення при хронічному впливі

Показники	3	4	5	6	Заводський район
ADDchb	0,0035	0,0088	0,0037	0,0033	0,0048
ADDchc	0,0062	0,0158	0,0066	0,0059	0,0086
ADDcha	0,0041	0,0104	0,0043	0,0039	0,0057
LADDabc	0,0024	0,0061	0,0026	0,0023	0,0033
IRCabc	0,00011	0,00028	0,00012	0,00011	0,00015
PRCabc на все населення	0,14	0,35	0,15	0,13	8,55
PRCabc на 10 000 чол.	0,03	0,06	0,03	0,02	1,54



3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, ЗР – Заводський район.

Рисунок 3.7 – Індивідуальний канцерогенний ризик при хронічній дії на досліджуваних вулицях та в Заводському районі

Популяційний канцерогенний ризик PCR при **хронічному впливі** складає приблизно в 2019 р. – 8,55 додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на все населення Заводського району та 1,54 – на 10 000 населення (рис. 3.8).

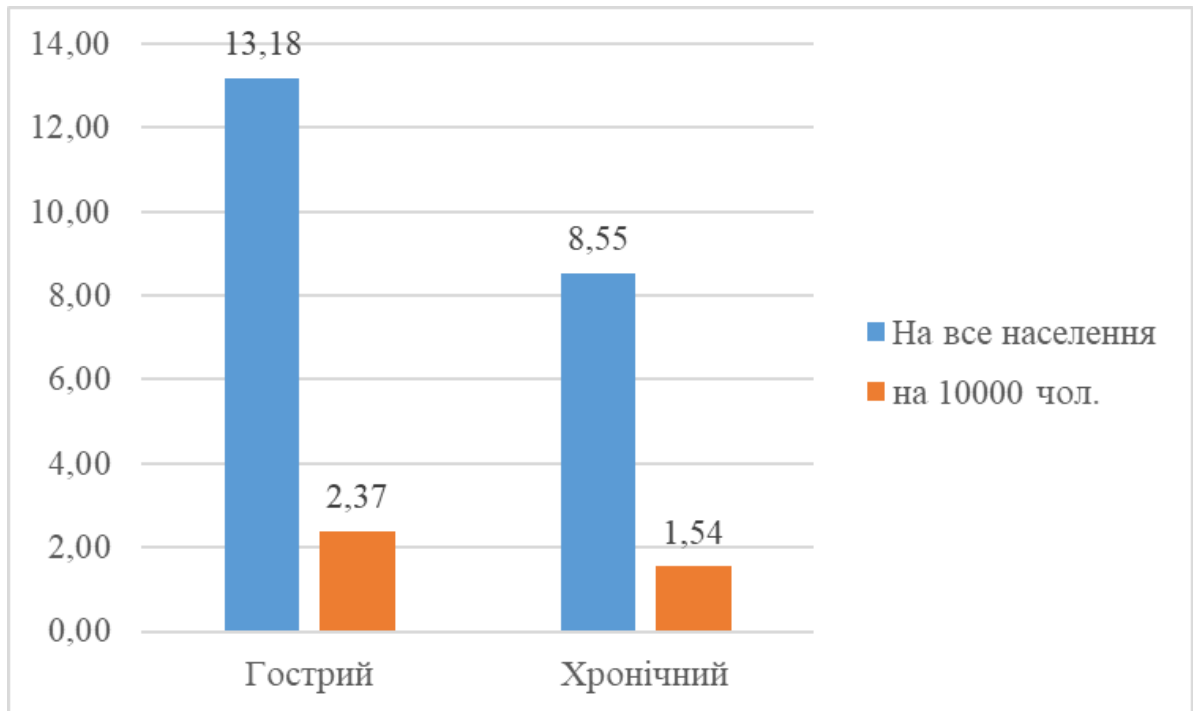


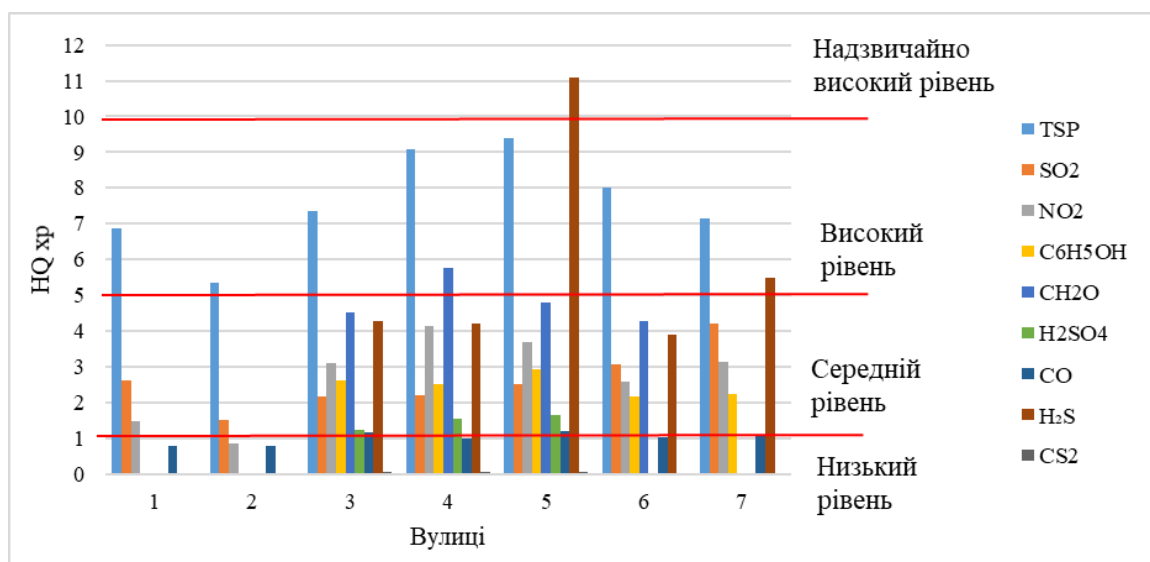
Рисунок 3.8 – Популяційний канцерогенний ризик від формальдегіду в Заводському районі

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств при **хронічному впливі** на досліджуваних вулицях за 2019 р. свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HQ > 1$) у деяких місцях заміру рецепторних точок та представлені в табл. 3.10.

Коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях при хронічному впливі представлено на рис. 3.9.

Таблиця 3.10 – Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці **хронічних** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств на досліджуваних вулицях Заводського району

Забруднюючі речовини	Вулиці							Заводський район
	1	2	3	4	5	6	7	
TSP	6,87	5,33	7,36	9,07	9,40	8,02	7,13	7,60
SO ₂	2,60	1,50	2,17	2,20	2,51	3,05	4,20	2,60
NO ₂	1,48	0,86	3,09	4,13	3,70	2,58	3,13	2,71
C ₆ H ₅ OH	-	-	2,61	2,51	2,95	2,16	2,25	2,50
CH ₂ O	-	-	4,53	5,75	4,80	4,29	-	4,84
H ₂ SO ₄	-	-	1,23	1,53	1,63	-	-	1,47
CO	0,80	0,78	1,17	1,00	1,21	1,04	1,10	1,01
H ₂ S	-	-	4,29	4,22	11,10	3,89	5,48	5,79
CS ₂	-	-	0,06	0,06	0,07	-	-	0,06
Сумарний HI	11,74	8,48	26,51	30,47	37,35	25,04	23,28	28,58



1 – вул. Електрична, 2 – Билкіна, 3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, 7 – Вогнетривна.

Рисунок 3.9– Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці **хронічних** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств на досліджуваних вулицях Заводського району

В Заводському районі середні значення коефіцієнтів небезпеки при хронічному інгаляційному впливі в 2019 р. перевищують допустимий рівень ($HQ > 1$) для всіх речовин крім сірковуглецю і знаходяться на рівні:

- для пилю – на високому рівні на всіх вулицях;
- для ангідриду сірчистого – на середньому рівні на всіх вулицях;
- азоту діоксиду – на середньому рівні на всіх вулицях окрім Билкіна, де знаходяться на низькому рівні;
- для фенолу – на середньому рівні на всіх вулицях;
- для формальдегіду – на середньому рівні на всіх вулицях, окрім Морфлотська, де знаходяться на високому рівні;
- для оксиду вуглецю на вул. Електрична та Билкіна на низькому рівні, на інших вулицях – на середньому рівні;
- для сірководню – на середньому рівні на всіх вулицях, окрім Фінальна та Вогнетривна, де знаходяться на високому рівні;
- для сірковуглецю – на низькому рівні на всіх вулицях.

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці **хронічних** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по сірковуглецю, середній рівень ($HQ = 1-5$) по всім речовинам, крім зважених речовин та сірковуглецю, які знаходяться на високому рівні ($HQ = 5-10$) (табл. 3.10). Загальний вид коефіцієнтів небезпеки в Заводському районі за 2019 р. представлено на рис. 3.10.

Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки при оцінці **хронічних** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HI > 1$) та знаходяться на надзвичайно високому рівні (масові скарги, виникнення хронічних захворювань), крім вулиці Билкіна, де знаходяться на високому рівні (існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частині населення), і представлені на рис. 3.11.

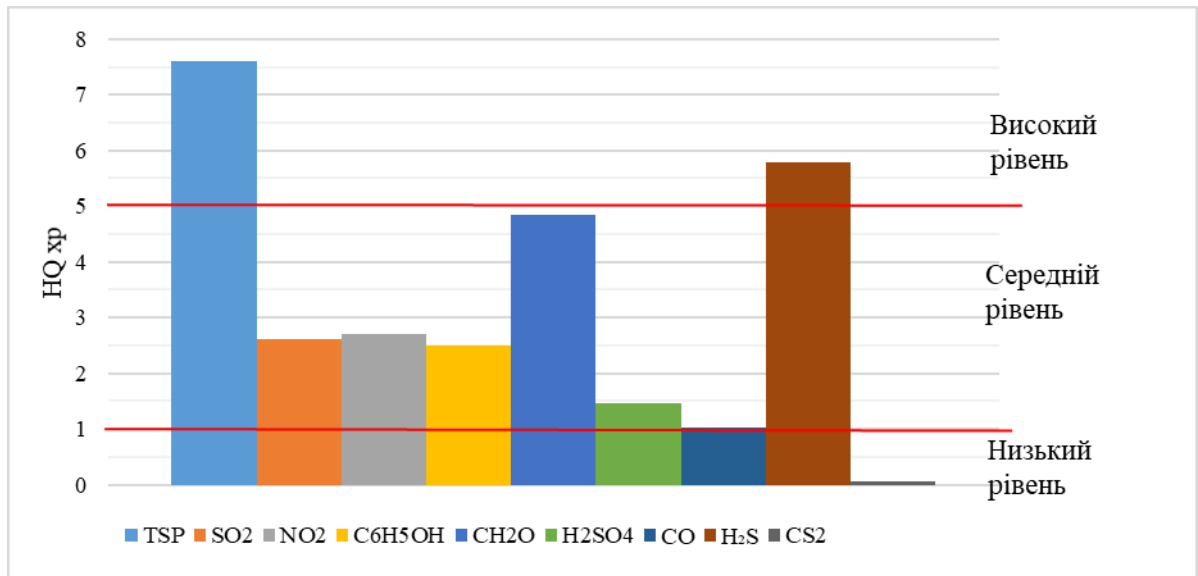
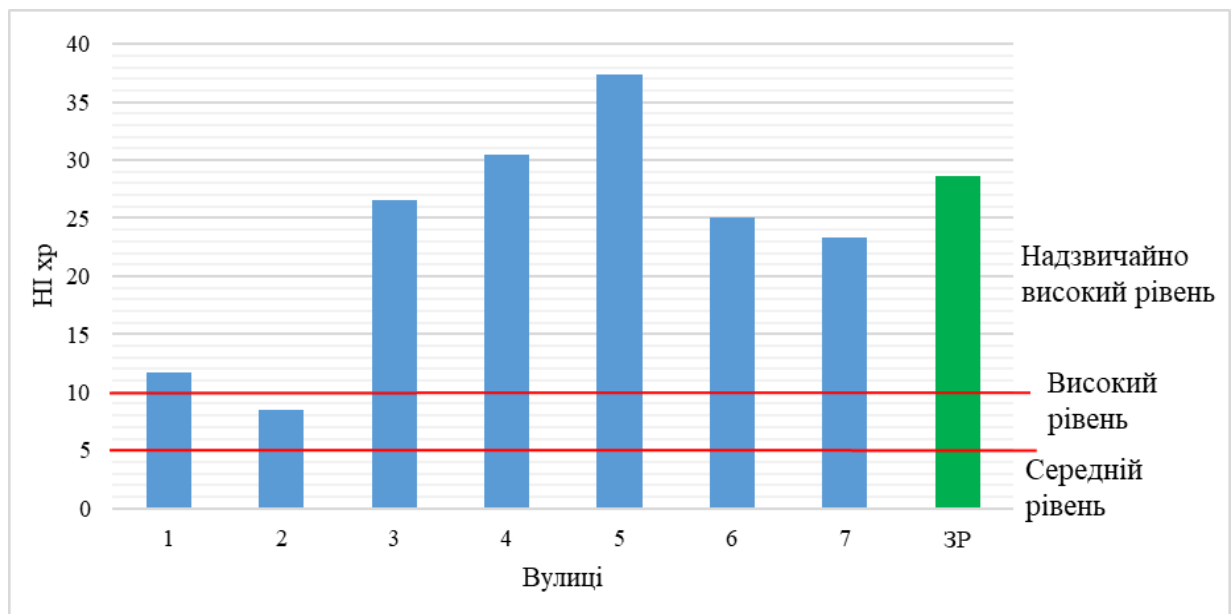


Рисунок 3.10 – Коєфіцієнти небезпек при оцінці **хронічних** інгаліційних впливів викидів забруднюючих речовин в Заводському районі за 2019 р.



1 – вул. Електрична, 2 – Билкіна, 3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, 7 – Вогнетривна, ЗР – Заводський район.

Рисунок 3.11 – Сумарний індекс небезпек на досліджуваних вулицях та в Заводському районі при **хронічному** впливі в 2019 році

Результати розрахунків коєфіцієнтів небезпек при оцінці інгаліційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств при

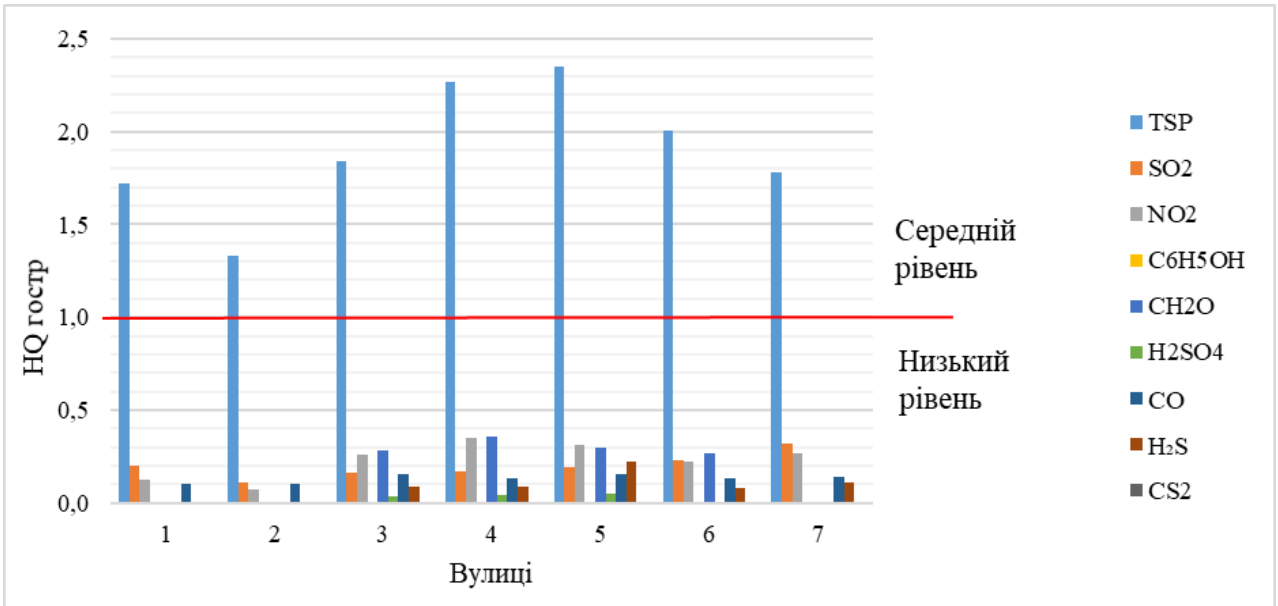
гострому впливі на досліджуваних вулицях за 2019 р. свідчать про безпечні рівні ($HQ < 1$) у всіх місцях заміру рецепторних точок, окрім зважених речовин, які знаходяться на середньому рівні, та представлені в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці **гострих** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств на досліджуваних вулицях Заводського району

Забруднюючі речовини	Вулиці							Заводський район
	1	2	3	4	5	6	7	
TSP	1,72	1,33	1,84	2,27	2,35	2,01	1,78	1,90
SO ₂	0,20	0,11	0,16	0,17	0,19	0,23	0,32	0,20
NO ₂	0,13	0,07	0,26	0,35	0,31	0,22	0,27	0,23
C ₆ H ₅ OH			0,0026	0,0025	0,0029	0,0022	0,0023	0,0025
CH ₂ O			0,28	0,36	0,30	0,27		0,30
H ₂ SO ₄			0,04	0,05	0,05			0,04
CO	0,10	0,10	0,15	0,13	0,16	0,14	0,14	0,13
H ₂ S			0,09	0,08	0,22	0,08	0,11	0,12
CS ₂			0,0021	0,0022	0,0023			0,0022
Сумарний HI	2,14	1,62	2,83	3,41	3,59	2,94	2,62	2,93

Коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях при **гострому** впливі представлено на рис. 3.12.

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці **гострих** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по фенолу, сірчаній кислоті та сірковуглецю, низький рівень ($HQ = 0,1-1$) по діоксиду азоту, ангідриду сірчистому (діоксиду сірки), оксиду вуглецю, формальдегіду та сірководню, середній рівень ($HQ = 1-5$) по зваженим речовинам, та представлені в табл. 3.11, рис. 3.13.



1 – вул. Електрична, 2 – Билкіна, 3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, 7 – Вогнетривна.

Рисунок 3.12 – Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці **гострих** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств на досліджуваних вулицях Заводського району

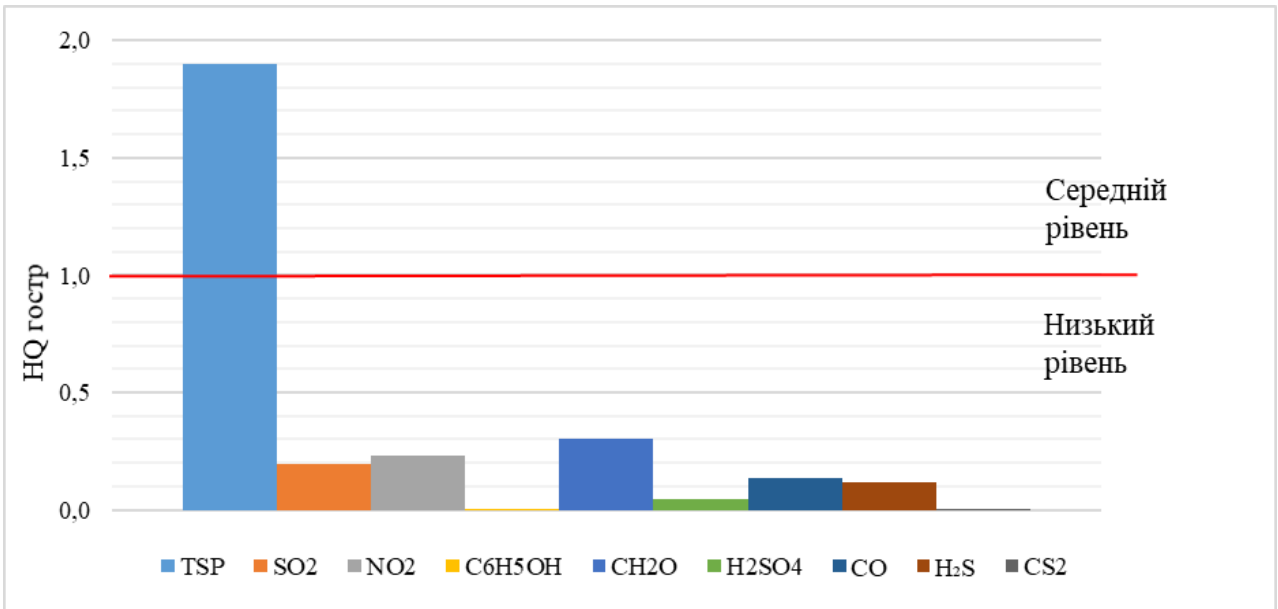


Рисунок 3.13 – Коефіцієнти небезпеки при оцінці **гострих** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин в Заводському районі за 2019 р.

Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки при оцінці **гострих** інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HI > 1$) та знаходяться на середньому рівні і представлені на рис. 3.14.

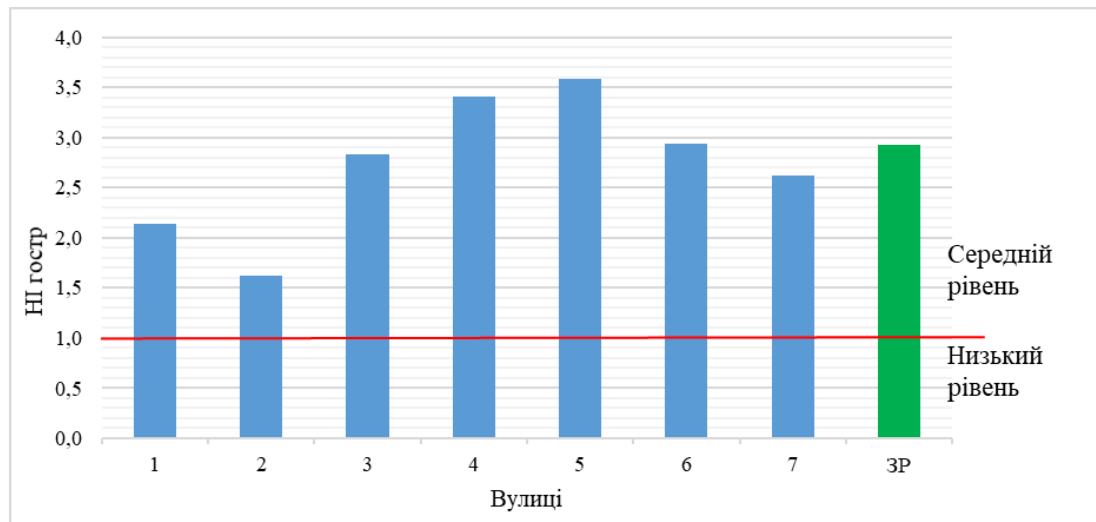


Рисунок 3.14 – Сумарний індекс небезпеки на досліджуваних вулицях та в Заводському районі при **гострому** впливі в 2019 році

Результати розрахунків індексів небезпеки (табл. 3.12) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при **хронічному** інгаляційному впливі на органи дихання, кровоносну систему, органи зору, серцево-судинну систему, центральну нервову систему, вроджені дефекти розвитку, паренхіматозні органи (печінка, нирки), імунну систему, додаткову смертність (рис. 3.15).

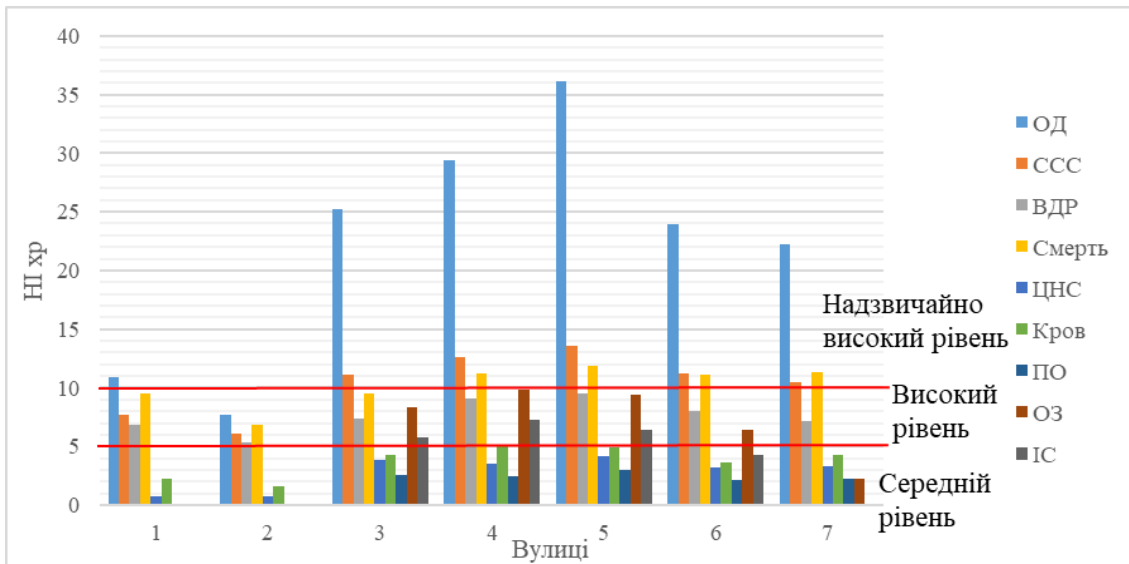
Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про надзвичайно високий рівень при **хронічному** інгаляційному впливі на органи дихання ($HI = 7,7 \div 29,41$), серцево-судинну систему ($HI = 6,12 \div 13,55$), додаткову смертність ($HI = 6,83 \div 11,91$) (масові скарги, виникнення хронічних захворювань), про високий рівень на вроджені дефекти розвитку

($HI=5,33\div 9,47$), органи зору ($HI= 2,25\div 9,79$), імунну систему ($HI= 4,29\div 7,28$) (існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частині населення), про середній рівень на центральну нервову систему ($HI= 0,78\div 4,22$), кров ($HI= 1,65\div 5,13$), паренхіматозні органи ($HI= 2,16\div 2,95$) (печінка, нирки) (існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення).

Результати розрахунків індексів небезпеки (табл. 3.12) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при **хронічному** інгаляційному впливі в Заводському районі та знаходяться на надзвичайно високому рівні на органи дихання, серцево-судинну систему, додаткову смертність, на високому рівні на вроджені дефекти розвитку, органи зору, імунну систему, на середньому рівні на центральну нервову систему, кровоносну систему, паренхіматозні органи (печінка, нирки) (рис. 3.16).

Таблиця 3.12 – Індекси небезпеки для систем та органів при **хронічному** впливі на досліджуваних вулицях Заводського району в 2019 році

Органи / системи	Вулиці							Заводський район
	1	2	3	4	5	6	7	
ОД	10,94	7,70	25,28	29,41	36,08	24,00	22,18	27,51
ССС	7,67	6,12	11,14	12,58	13,55	11,22	10,48	11,11
ВДР	6,87	5,33	7,42	9,13	9,47	8,02	7,13	7,66
Смерть	9,47	6,83	9,53	11,27	11,91	11,07	11,33	10,20
ЦНС	0,80	0,78	3,84	3,57	4,22	3,20	3,35	3,57
Кров	2,28	1,65	4,26	5,13	4,90	3,62	4,23	3,72
ПО	-	-	2,61	2,51	2,95	2,16	2,25	2,50
ОЗ	-	-	8,37	9,79	9,38	6,45	2,25	8,80
ІС	-	-	5,76	7,28	6,43	4,29	-	6,31



1 – вул. Електрична, 2 – Билкіна, 3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, 7 – Вогнетривна.

Рисунок 3.15 – Загальний вид: індекси небезпеки на системи та органи на досліджуваних вулицях при **хронічному** впливі в 2019 році

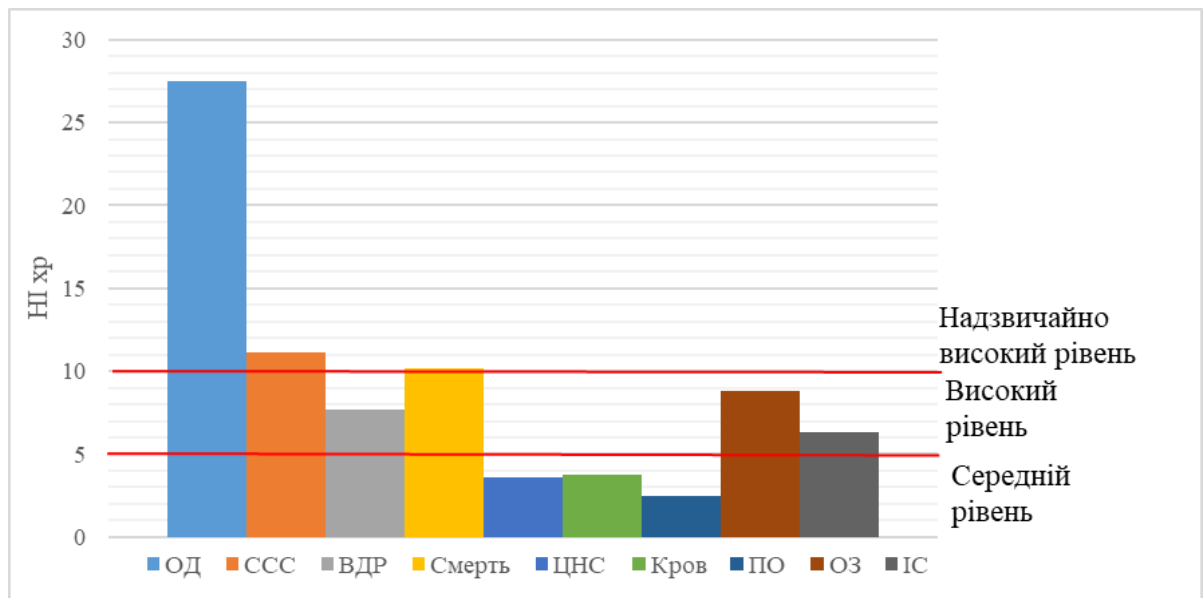


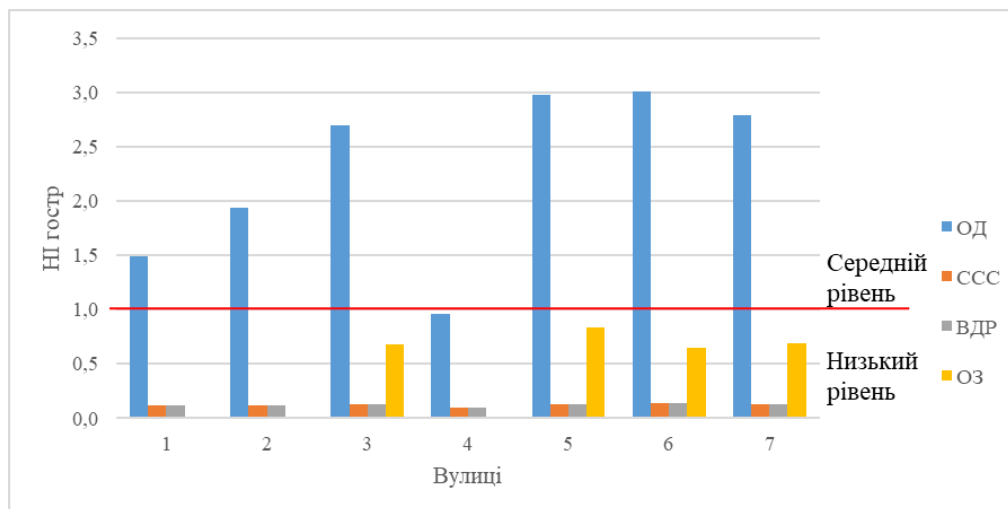
Рисунок 3.16 – Загальний вид: індекси небезпеки на системи та органи в Заводському районі при **хронічному** впливі в 2019 році

Результати розрахунків індексів небезпеки (табл. 3.13) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності

пріоритетних забруднюючих речовин при **гострому** інгаляційному впливі на досліджуваних вулицях та в Заводському районі на органи дихання і знаходиться на середньому рівні, що свідчить про ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (рис. 3.17, 3.18).

Таблиця 3.13 – Індекси небезпеки для систем та органів при гострому впливі на досліджуваних вулицях Заводського району в 2019 році

Органи / системи	Вулиці							Заводський район
	1	2	3	4	5	6	7	
ОД	2,04	1,52	2,67	3,28	3,43	2,80	2,48	2,79
ССС	0,10	0,10	0,15	0,13	0,16	0,14	0,14	0,13
ВДР	0,10	0,10	0,16	0,13	0,16	0,14	0,14	0,13
ОЗ	-	-	0,2855	0,3619	0,3029	0,2704	0,0023	0,3051
Кров	-	-	0,0021	0,0022	0,0023	-	-	0,0022



1 – вул. Електрична, 2 – Билкіна, 3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, 7 – Вогнетривна.

Рисунок 3.17 – Загальний вид: індекси небезпеки на системи та органи на досліджуваних вулицях при **гострому** впливі в 2019 році

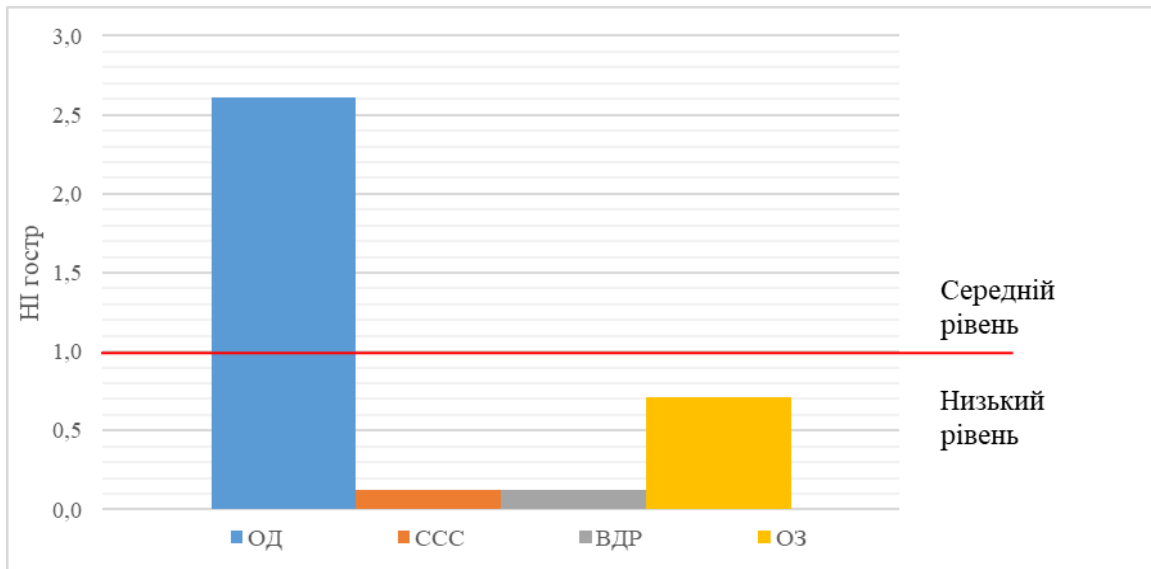


Рисунок 3.18 – Загальний вид: індекси небезпеки на системи та органи в Заводському районі при гострому впливі в 2019 році

Формування індексу небезпеки в Заводському районі при **хронічному** впливі викидів промислових підприємств на **органи дихання** здійснюється за рахунок сірководню, діоксиду сірки, діоксиду азоту, фенолу, формальдегіду, зважених речовин та сірчаної кислоти (рис. 3.19).

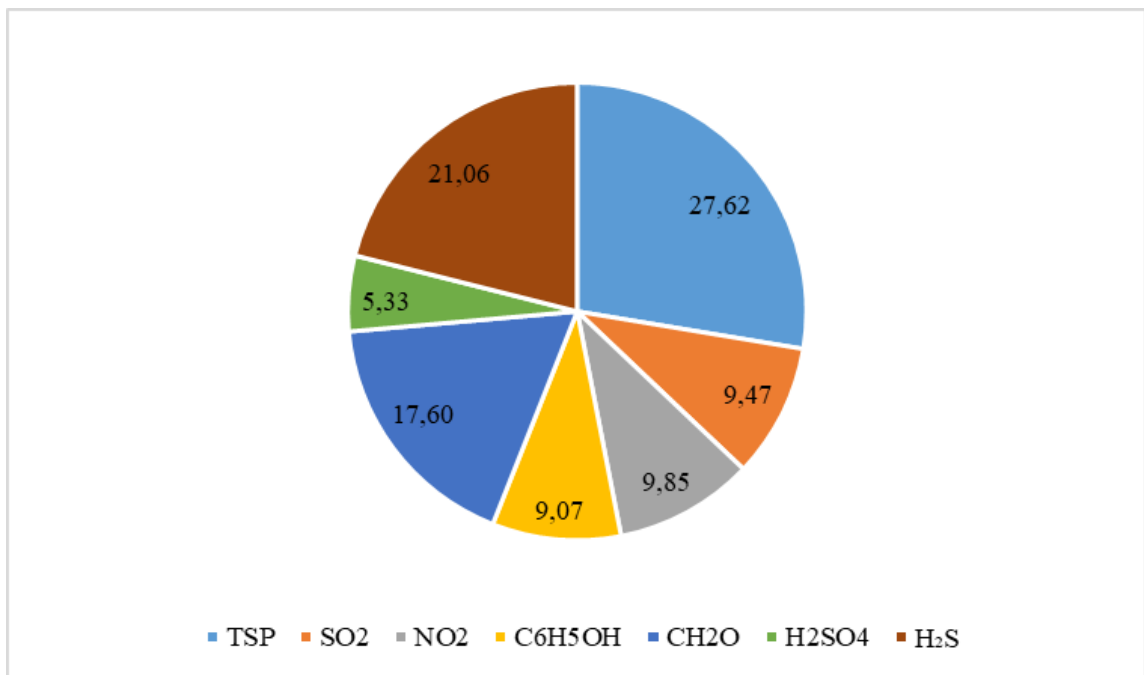


Рисунок 3.19 – Частка шкідливих речовин, які впливають на органи дихання у Заводському районі при хронічній дії

Формування індексу небезпеки в Заводському районі при **хронічному** впливі викидів промислових підприємств на **серцево-судинну систему** здійснюється за рахунок фенолу, зважених речовин та оксиду вуглецю (рис. 3.20).

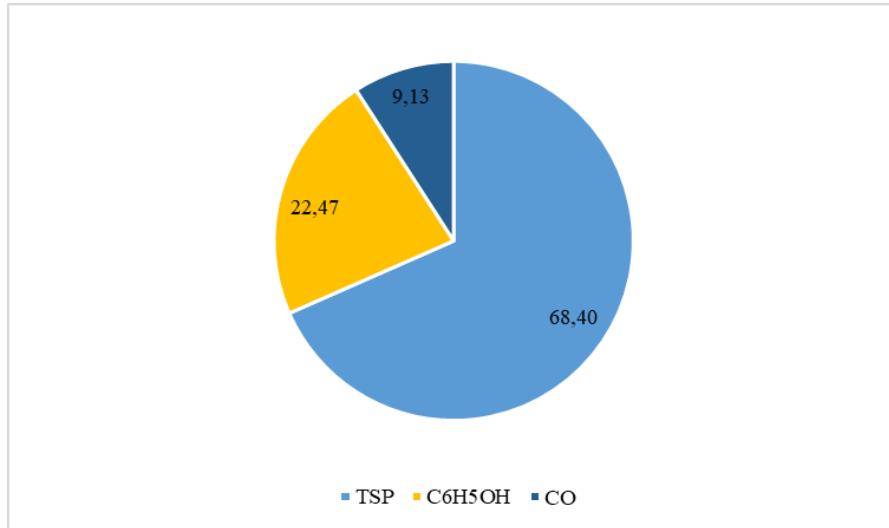


Рисунок 3.20 – Частка шкідливих речовин, які впливають на серцево-судинні системи у Заводському районі при хронічній дії

Формування індексу небезпеки в Заводському районі при **хронічному** впливі викидів промислових підприємств на **органи зору** здійснюється за рахунок фенолу, формальдегіду та сірчаної кислоти (рис. 3.21).

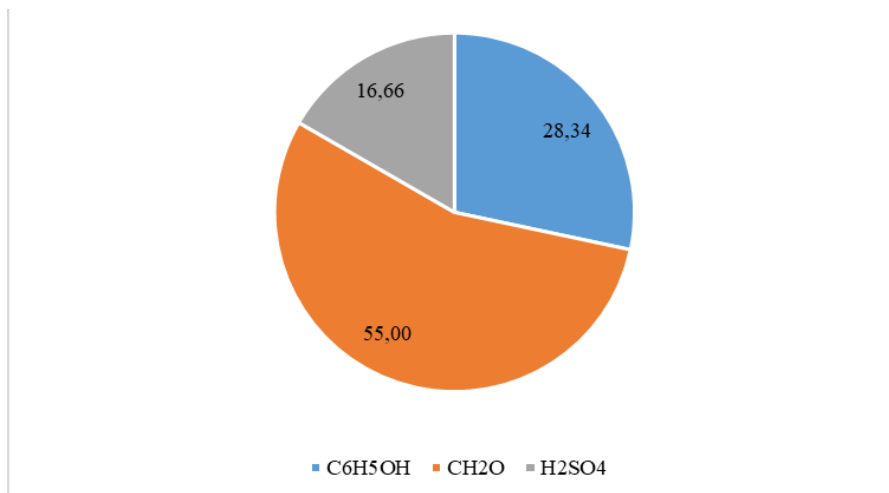


Рисунок 3.21 – Частка шкідливих речовин, які впливають на органи зору у Заводському районі при хронічній дії

Формування індексу небезпеки в Заводському районі при **хронічному** впливі викидів промислових підприємств на **центрально-нервову систему** здійснюється за рахунок фенолу, оксиду вуглецю, сірковуглецю (рис. 3.22).

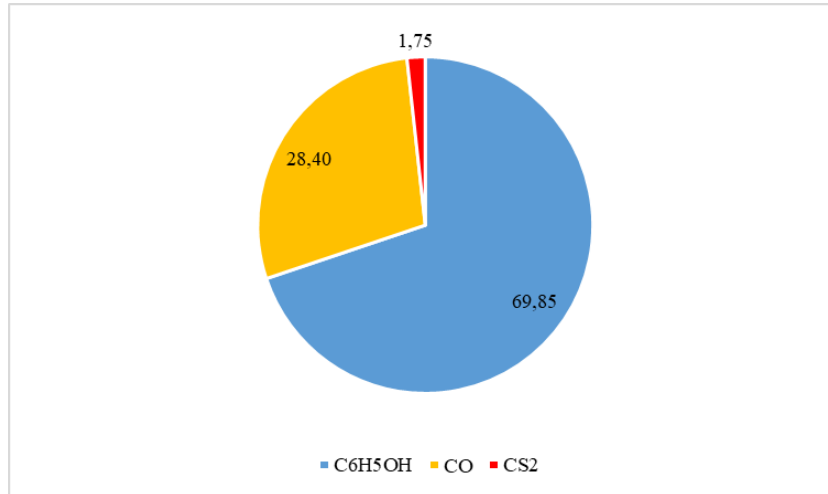


Рисунок 3.22 – Частка шкідливих речовин, які впливають на центрально-нервову систему у Заводському районі при хронічній дії

Формування індексу небезпеки в Заводському районі при **гострому** впливі викидів промислових підприємств на **органи дихання** здійснюється за рахунок сірководню, діоксиду сірки, діоксиду азоту, фенолу, формальдегіду, зважених речовин та сірчаної кислоти (рис. 3.23).

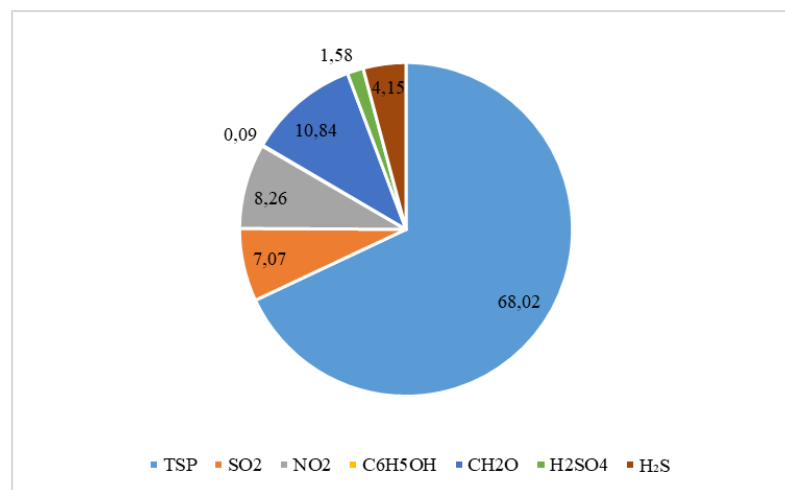


Рисунок 3.23 – Частка шкідливих речовин, які впливають на органи дихання у Заводському районі при гострій дії

Розрахунки додаткових випадків смерті від дії зважених часток представлені в табл. 3.14 та на рис. 3.24 і складають 86,96 в 2019 році на все населення Заводського району, або 15,67 на 10 000 населення.

Таблиця 3.14 – Число додаткових випадків смерті від дії зважених речовин (PM_{10}) на досліджуваних вулицях Заводського району

Назва вулиці	Концентрація PM_{10}	Індивідуальний коефіцієнт ризику (SF)	Число додаткових випадків смерті (AM)
Електрична	0,28325	0,005	3,19
Билкіна	0,22		0,72
Зразкова	0,303435		1,91
Морфлотська	0,374		1,68
Фінальна	0,38775		1,11
Фундаментальна	0,330935		0,26
Вогнетривка	0,29425		0,65
Заводський район на все населення	0,31337		86,96
Заводський район на 10 000 населення	-		15,67

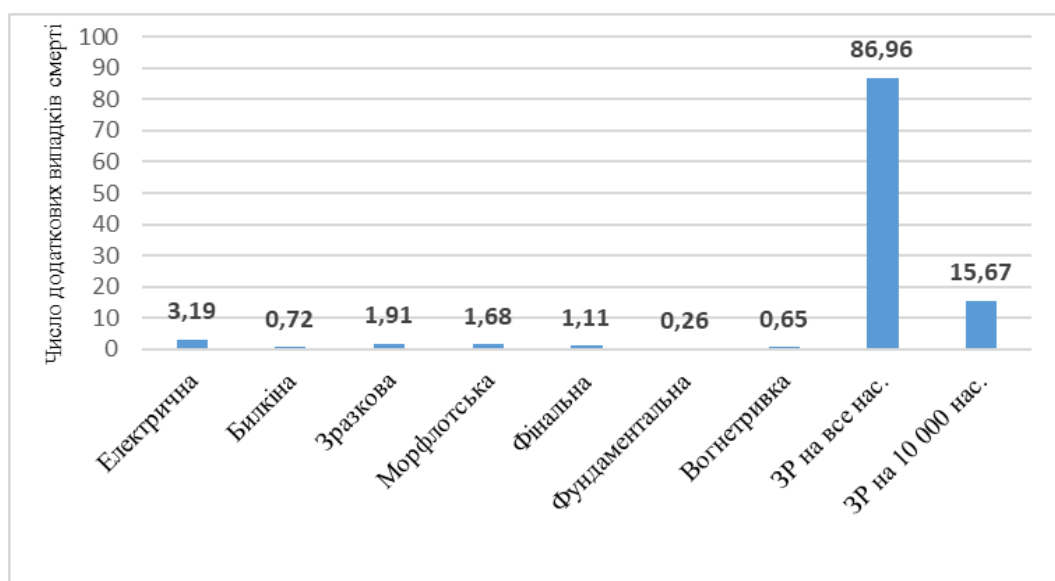


Рисунок 3.24 – Число додаткових випадків смерті від дії зважених речовин (PM_{10}) на досліджуваних вулицях Заводського району в 2019 р.

3.7 Розробка заходів щодо зниження ризику для здоров'я населення на етапі управління ризиком.

Як відомо, первинна профілактика спрямована на причину того чи іншого захворювання. Стосовно екологічно зумовлених хвороб, до яких відносяться, згідно з результатами проведених досліджень, низка репродуктивних розладів і захворювань у населення, вона передбачає або повне усунення дії фактора або зменшення його впливу до безпечних рівнів. Особливої актуальності набуває питання розробки системи зменшення техногенного навантаження на об'єкти довкілля та населення промислових міст, методологічний підхід до якого має базуватись на підвищенні ефективності природоохоронної діяльності та системному підході щодо ефективного управління соціальною складовою екологічної безпеки за чотирма основними напрямками: законодавчому, технічному та технологічному, санітарно-гігієнічному та медико-біологічному (рис. 3.25).

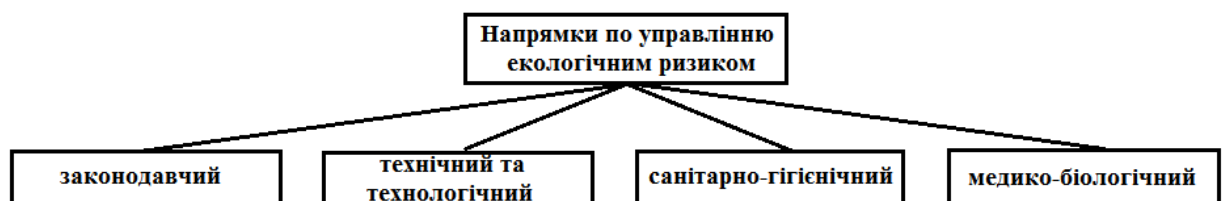


Рисунок 3.25 – Напрямки по управлінню екологічним ризиком

Законодавчий напрямок. Досягти значних успіхів у вирішенні проблеми забруднення довкілля можливо лише за умови надійної законодавчо-правової бази в країні. Згідно з Конституцією України (ст. 49, 50) обов'язком держави є забезпечення екологічної безпеки й підтримання екологічної рівноваги на території України, подолання наслідків Чорнобильської катастрофи, збереження генофонду українського народу. Законодавство про охорону навколишнього середовища складається із

Законів України: «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.91 р., «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» від 24.02.94 р., «Про охорону атмосферного повітря» від 16.10.92 р., Земельний, Водний, Лісовий, Повітряний кодекси України тощо. Охорона навколишнього середовища – складова раціонального природокористування та забезпечення якості життя і стабільності здоров'я громадян [23, 24].

Для ефективного здійснення природоохоронних заходів та їх гармонізації зі світовими стандартами Україна тісно співпрацює з різними міжнародними організаціями з охорони навколишнього середовища – Міжнародною гідрографічною організацією, Міжнародним агентством з атомної енергії, Європейською і середземноморською організацією захисту рослин, Всесвітньою метеорологічною організацією тощо, бере участь у роботі 26 міжнародних природоохоронних конвенцій [24].

Технічний та технологічний напрямок. Під технічними та технологічними методами захисту навколишнього середовища розуміють комплекс заходів, спрямованих на зниження або повне виключення антропогенного забруднення біосфери. Універсальних технологічних методів звичайно не існує, а тому лише поєднання декількох раціонально підібраних і науково обґрунтованих заходів у кожному конкретному випадку може привести до бажаних ефектів.

Для цього використовують такі групи методів (рис. 3.26):

1) технологічні методи, спрямовані безпосередньо на технологічні процеси, які виступають джерелом забруднення, внаслідок чого з'являються нові технології (утилізаційні, зберігаючі, чисті і т.д.);

2) організаційно-технічні методи, спрямовані на зменшення концентрації та рівня забруднення на шляхах розповсюдження шкідливих речовин від виробництва до біосфери, тобто використання технічних засобів захисту та проведення організаційно-планувальних заходів.



Рисунок 3.26 – Технічний і технологічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення

Технологічні методи [25, 26] дозволяють знизити масу, об'єм, концентрацію і рівень забруднення безпосередньо в джерелі їх утворення у технологічному процесі чи мінімізувати його. Ця група методів є найбільш ефективною, але найбільш трудомісткою і економічно затратною: відбувається закриття старих підприємств або їх реконструкція, будівництво нових підприємств з використанням альтернативних технологій, вирішується цілий ряд завдань соціально-економічного плану, таких як перекваліфікація працюючих, автоматизація, комп'ютеризація виробництва.

Організаційно-технічні методи, використання яких не пов'язано з безпосереднім впливом на джерело забруднення, застосовуються для захисту

навколишнього середовища шляхом:

- розосередження джерел забруднення; воно не захищає безпосередньо довкілля від забруднень, але дозволяє знизити локальне навантаження шкідливих речовин на біосферу до допустимих концентрацій і рівнів;

- локалізація джерел забруднення за рахунок ізоляції, герметизації, екранування, а також захоронення відходів, що дозволяє обмежити розповсюдження забруднювачів у біосфері;

- очистка викидів, які надходять у біосферу за допомогою спеціальних технічних устаткувань і апаратів, що використовують фізичні, хімічні, фізико-хімічні й біохімічні способи очистки та знезараження забруднювачів.

Таким чином, технічні заходи щодо попередження забруднення довкілля є головними та вирішальними в профілактиці шкідливого впливу різноманітних забруднюючих речовин. Тому дуже важливим і перспективним у плані профілактики техногенної деформації середовища існування людини є заходи, спрямовані на екологізацію виробництва [27].

1. Розробка ефективних засобів очищення промислових викидів в атмосферу. Вони частково запобігають забрудненню довкілля, але повністю не ліквідують його. Хоча ефективність окремих очисних технологій сягає 99,0 – 99,9 %, їм не може належати провідна роль, коли мова йде про гармонізацію взаємодії суспільства і природи. Поряд з цим слід зазначити дуже високу вартість сучасних очисних технологій.

2. Значно перспективнішими є заходи, спрямовані на зменшення або повну ліквідацію шкідливих відходів, що забруднюють довкілля. Головний напрямок – це перехід до використання замкнених технологій, яким характерна відсутність обміну речовин із зовнішнім середовищем. Важливе значення тут відводиться розробці нових альтернативних технологій, нетрадиційних матеріалів, розробка технологій на основі природних (екологічних) процесів. Це найперспективніший шлях екологізації.

3. Важливим сучасним напрямком екологізації є утилізація, тобто повторне використання відходів. Найбільш важливий захід – це регенерація первинних відходів, тобто залишення їх у циклі виробництва з метою додаткової переробки й вилучення невикористаних елементів або сполук, що дозволяє вирішити проблему мінімізації відходів, а в окремих випадках досягти їх повної ліквідації. Але й тут існує ряд проблем, у першу чергу фінансових, а також часто кількість відходів просто перевищує реальні можливості їх споживання. Тому найбільш перспективним напрямком екологізації виробництва слід вважати розробку принципово нових екологічних (маловідходних) технологій і перехід виробництва до основ екологічно «чистого» виробництва.

Санітарно-гігієнічний напрямок. Провідна роль у забезпеченні санітарного та екологічного благополуччя, контролі за дотриманням екологічного законодавства покладена на Державне управління санітарно-епідеміологічної служби та науково-дослідні установи гігієнічного профілю, основними напрямками діяльності яких у попередженні техногенного забруднення довкілля та внутрішнього середовища організму, а відтак – у збереженні здоров'я населення є (рис. 3.27) [28]:

- реалізація головних законодавчих документів України зі створенням оптимальних умов життя та праці населення;
- впровадження в систему попереджувального та поточного санітарного нагляду більш чутливих методів визначення забруднюючих речовин: атомно-абсорбційної спектрофотометрії, інверсійної вольтамперометрії тощо, розширення спектру досліджуваних забруднюючих речовин у різних об'єктах, зокрема і в біологічних;
- паспортизація усіх об'єктів – джерел хімічного забруднення довкілля;
- контроль вмісту шкідливих речовин у об'єктах довкілля і організація системи комплексного еколого-гігієнічного моніторингу промислових територій;
- оцінка комплексної та комбінованої дії шкідливих речовин на

здоров'я населення;

- підвищення екологічної освіти населення, виховання екологічної культури.



Рисунок 3.27 – Санітарно-гігієнічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення

Медико-біологічний напрямок. Надаючи безсумнівну пріоритетність загальній профілактиці на державному централізованому рівні, останнім часом фахівці все більше уваги приділяють використанню медико-біологічних заходів, тобто індивідуальній профілактиці [26], спрямованій на підвищення резистентності організму до впливу екологічних факторів [29] (рис. 3.28).

Вона ставить за мету раннє виявлення донозологічних станів, ретельне медичне обстеження зовні здорових людей, що підлягали впливу несприятливих факторів навколишнього середовища або тих, що мають

підвищений ризик розвитку захворювань, медикаментозну профілактику та інші заходи, спрямовані на попередження маніфестації захворювання.

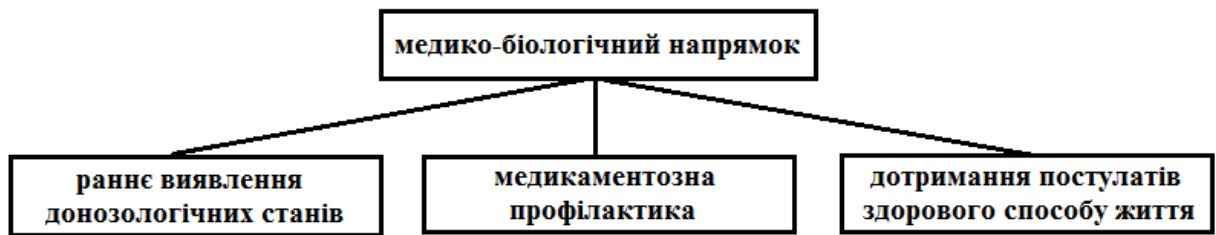


Рисунок 3.28 – Медико-біологічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення

Комплексний профілактичний підхід щодо реалізації біологічної профілактики передбачає поетапну систему заходів, яка спрямована на виявлення донозологічних змін у генеративній системі людини та порушення балансу мікроелементів, з наступною корекцією мікроелементного статусу залежно від виду та ступеня виявлених порушень.

Впровадження такої системи заходів необхідне, оскільки вони не використовуються у практичній діяльності лікарів гінекологічного та урологічного профілів. Отже, концепція стабілізації здоров'я населення не може розглядатись без досконало розроблених програм щодо корекції його мікроелементного статусу.

У систему біологічної профілактики розвитку мікроелементного дисбалансу слід включити традиційні та широковідомі методи підвищення стійкості організму людини за допомогою фізичної культури, дотримання режиму праці та відпочинку, загартовування організму, раціонального харчування, тобто дотримання постулатів здорового способу життя.

Найбільш значущим та безпечним, згідно з даними різних авторів [28], для здоров'я населення є корекція харчування шляхом підбору відповідних харчових продуктів. Таким методом цілком можливо усунути

незначний дефіцит мікроелементів в організмі, в першу чергу – цинку та міді.

Вищезазначені мікроелементи містяться практично в усіх харчових продуктах. Проте аналіз даних літератури [30], а також узагальнення власних результатів, з урахуванням фактора споживчої доступності для населення промислового регіону, дозволили виділити продукти харчування з підвищеним вмістом досліджуваних мікроелементів (табл. 3.15). Слід зазначити, що значна частина вказаних продуктів харчування в результаті кулінарної та термічної обробки втрачає в середньому до 50 % [26] біотичних мікроелементів. Таким чином, для підвищення рівня надходження цинку і міді до організму необхідно, по можливості, споживати термічно необроблені продукти харчування.

Таблиця 3.15 – Продукти харчування з високим вмістом цинку та міді

Продукти харчування та сировина	Мікроелементи		Продукти харчування та сировина	Мікроелементи	
	цинк	мідь		цинк	мідь
хліб пшеничний	+	+	риба	+	
хліб житній	+	+	морепродукти	+	+
горох	+		молоко цільне	+	
рис		+	сир жирний	+	
гречка	+	+	яйця (жовток)	+	
гриби		+	насіння соняшнику	+	
горіхи	+	+	фісташки	+	+
свинина	+		кунжут	+	
яловичина	+		пшеничні зародки	+	+
печінка	+	+	ягоди		+

Важливу увагу спеціалістів стосовно захисту населення від впливу шкідливих речовин, а отже, у контексті нашої проблеми – попередження

розвитку репродуктивних розладів у населення, все більше привертають засоби індивідуальної профілактики. До таких засобів спеціалісти зараховують різноманітні сорбенти, які попереджують накопичення та пришвидшують виведення з організму радіонуклідів, пестицидів з одночасною нормалізацією метаболізму й мікроелементного балансу [29], а також мікроелементи з антиоксидантними властивостями.

Для попередження виникнення професійної та екологообумовленої патології у населення серед усіх ентеросорбентів саме препарати на основі пектину рекомендуються найбільшою мірою, оскільки вони мають широкий спектр терапевтичної і профілактичної дії, природне походження, здатні зв'язувати в організмі різноманітні шкідливі речовини й підсилювати їх елімінацію з організму, повністю розщеплюються мікрофлорою кишківника, добре переносяться і не мають протипоказань [26].

Незважаючи на переваги пектинових препаратів, дані щодо їх практичного застосування та оцінки ефективності у населення досить обмежені [29]. Досвід реального використання пектинових препаратів як засобу індивідуальної медико-біологічної профілактики у населення техногенно забруднених територій, особливо найбільш чутливої його частини – вагітних практично відсутній.

Таким чином, нами запропонована система заходів по управлінню ризиком, яка включає комплекс поетапних операцій з оцінки, аналізу та управління ризиком із застосуванням системи профілактичних заходів законодавчого, технічного та технологічного, санітарно-гігієнічного, медико-біологічного напрямків.

3.8 Технологічні заходи щодо зниження шкідливих викидів в атмосферу

У м. Запоріжжі такий високий рівень ризику може бути зумовленим особливостями функціонального зонування міста, а саме: локальною

зосередженістю металургійних підприємств та приляганням житлової забудови до промислової зони. Щоб запобігти даній ситуації слід впроваджувати комплекси заходів спрямованих на зменшення кількості забруднюючих речовин у атмосферному повітрі міста. На незадовільну якість повітря регіону впливає відсутність в металургійній галузі методів ефективною очистки великих обсягів забруднених газів та моніторингу з використанням автоматичних датчиків викидів забруднюючих речовин. Впровадження автоматизованих методів постійного контролю та моніторингу надасть змогу швидкого реагування органів держконтролю на випадки понаднормативного надходження забруднюючих речовин в атмосферне повітря цілодобово в різні пори року.

Найважливішим напрямком зниження промислових викидів в повітряний басейн є **вдосконалення технології виробництва процесів і основного технологічного обладнання**. При виборі технологічних агрегатів перевагу слід віддавати потужнішим агрегатів. Наприклад, доменна піч об'ємом 5000 м³ замінює цілий доменний цех і тільки за рахунок скорочення джерел пило- та газовиділення значно скорочуються викиди пилу і оксиду вуглецю.

Заміна в металургійних агрегатах палива електроенергією істотно знижує викиди пилу і шкідливих газів. Виключення зайвих операцій і проміжних ланок, пов'язаних з пило-та газовиділенням, може призвести до значного зниження викидів в атмосферу.

Перехід від періодичних процесів до безперервних дозволяє сильно скоротити пило- та газовиділення. Наприклад, перехід в доменних цехах від скіпової подачі матеріалів до транспортерної скорочує пиловиділення в кілька разів. Оснащення технологічних агрегатів протипиловими пристроями значно зменшує виділення пилу в атмосферу. Прикладом подібного роду пристроїв можуть служити апарати для бездимного завантаження коксових печей та багатосоплові кисневі фурми.

Скорочення кількості викидів сприяє також робота на кондиційній сировині, відповідній технічним умовам.

Придушення пилогазовиділень. При проведенні технологічних процесів в закритих об'ємах, як це має місце в різних печах або парових котлах, основна маса пилогазовиділень видаляється організовано через газовідвідні тракти і димові труби. В умовах, коли той чи інший процес йде відкрито, важливе місце в боротьбі із забрудненням повітря займає запобігання пилогазовиділень шляхом їх придушення в місцях утворення. Залежно від конкретних умов протікання процесу придушення пилогазовиділень може здійснюватися різними способами.

Зволоження сипучих матеріалів, руди і пилу різко скорочує запилювання за всіма трактами руху і складування цих матеріалів. На складах для проведення операції зволоження використовують автоматичні стаціонарні розпилювачі і спеціальні автомобілі. Рівномірне зволоження, що запобігає розпилювання, забезпечується розташуванням і підбором форсунок, тиску води, висоти розпилення. Кожен матеріал має свою граничну вологість, при якій не відбувається пиловиділення, наприклад для пилу вона дорівнює 18-20%.

Застосування поверхнево активних речовин (ПАР) у вузлах розвантажувальних матеріалів, що виділяють пил, різко скорочує забруднення навколишнього повітря. Ці речовини застосовуються у вигляді вироблюваної в спеціальних піногенераторах повітряно-механічної піни, для утворення якої використовують в 2-3%-ві водні розчини ПАР. Для різних способів розвантаження матеріалів розроблені різні конструкції для пилоподавлення.

Наприклад, при розвантаженні в бункера піна, що подається в бункер, в міру подачі матеріалу підіймається, утворюючи як би кришку, через яку пил не вибивається в атмосферу.

Гідрозмив пилу є надійним засобом знепилювання при виході прокату з валків прокатних станів: компактні струмені води подаються безпосередньо

на сляб або листи на виході з валків. Коефіцієнт знепилювання становить 90-95% і вище, охолодження прокату практично не відбувається.

Організація противотиску за допомогою інертного газу дозволяє пригнічувати вибивання брудного доменного газу у засипний апарат при завантаженні у піч чергової порції шихти.

Уловлювання неорганізованих пилегазовиділень. У тих випадках, коли процес йде відкрито і запобігти або придушити пилегазовиділення в місці його утворення не вдається, виходом з положення є уловлювання пилегазовиділень за допомогою цехових ліхтарів, зонтів, місцевих укриттів (ковпаків), захисних кожухів.

Цехові ліхтарі на даху будівлі мають більшість цехів металургійного підприємства. В цьому випадку вентиляція цеху відбувається шляхом аерації: зовнішнє повітря, входячи через отвори у нижній частині цеху, нагріваючись в його атмосфері, піднімається вгору і виходить через рами ліхтаря в зовнішню атмосферу, виносячи з собою з цеху пилегазовиділення. Цехові ліхтарі застосовують в тих випадках, коли пилегазовиділення відбувається по всій площі цеху і немає можливості організувати локалізоване відведення й очищення газів від місця їх утворення. Очищення газів, що виходять з ліхтарів в атмосферу, застосовують рідко, так як обсяги цих газів величезні через присоси баластного повітря на шляху руху газів.

Зонти та ковпаки найбільш часто встановлюють безпосередньо біля джерел пилегазовиділень. Чим ближче вони до джерела, тим повніше уловлювання пилегазовиділень і менше присоси навколишнього повітря.

Для зручності обслуговування їх зазвичай розташовують не нижче 1,8-2,0 м над робочою площадкою. Вхідний перетин зонта або ковпака слід влаштовувати подібним поверхні джерела шкідливих виділень з кутом розкриття не більше 60°, швидкість всмоктуваного газу повинна становити не менше 1-1,5 м/с. Відсмоктуваний газ, розбавлений повітрям, пропускають через пиловловлювач і вентилятором викидають через димову трубу в атмосферу. Такі місцеві відсмоктувачі широко поширені на металургійних

підприємствах. Як приклади джерел пилегазовиділень, обладнаних такими аспіраційними системами, можна назвати: дробарки, грохоти, млини, транспортери у виробництві агломерату і окатишів; льотки, жолоби, ковші у доменному виробництві; міксери і ковші у міксерному відділенні; завалочні вікна і розливні машини в сталеплавильних цехах.

Захисні кожухи є найбільш досконалим типом укриття, так як в значній мірі виключають присоси навколишнього повітря у аспіраційну систему і дозволяють найбільш повно видаляти пилегазовиділення, що виділяються джерелом. В даний час захисні кожухи набувають все більшого поширення. Такого роду укриттями служать: камера вагоноперекидача, бункера і деякі вузли перевантажень на агломераційній фабриці; бункера сухого гасіння коксу на коксохімічному заводі; міжконусний простір доменної печі; камера придоменної грануляції шлаку у виробництві чавуну; захисні кожухи електросталеплавильних печей у сталеплавильному виробництві; закриті ванни безперервного травлення в прокатному виробництві та ін.

Класифікація методів та устаткування очистки промислових викидів. Для знешкодження газів, що відходять, від газоподібних та пароподібних токсичних речовин застосовують наступні методи: абсорбції (фізичної чи хемосорбції); адсорбції; каталітичні; термічні: конденсації чи компримірування [31].

Абсорбційні методи очищення газів, що відходять, підрозділяють по наступних ознаках: по абсорбуемому компоненту; по типу застосованого абсорбенту; по характеру процесу (с циркуляцією і без циркуляції газу); по способу використання абсорбенту (с регенерацією та поверненням його в цикл (циклічні) або без регенерації (не циклічні)); по використанню компонентів, що вловлюють домішки (с рекуперацією і без рекуперації); по типу рекуперуемого продукту; по способу організації процесу очистки (періодичні чи безперервні); в залежності від конструктивних типів абсорбційних апаратів.

Для фізичної абсорбції на практиці застосовують воду, органічні

розчинники, що не вступають у реакцію з газом і водянні розчини цих речовин.

При хемосорбції як абсорбент використовують водянні розчини солей і лугів, органічні речовини чи водні суспензії різних речовин.

Остаточний вибір методу очищення залежить від багатьох факторів: концентрації компонентів, які містяться у промислових газах; обсягу газу, який необхідно очистити; температури підходящих газів; змісту домішок; наявності хемосорбентів; можливості використання продуктів рекуперації; необхідного ступеня очищення.

Вибір роблять на підставі результатів техніко-економічних розрахунків.

Адсорбційні методи очищення газів використовують для видалення з них газоподібних і пароподібних домішок. Методи засновані на поглинанні домішок пористими адсорбентами. Процеси очищення проводять у періодичних або безперервних адсорберах. Перевагою метода є висока ступінь очищення, а недоліком - неможливість очищення запиленних газів.

Каталітичні методи очищення засновані на хімічних перетвореннях токсичних компонентів у нетоксичні на поверхні твердих каталізаторів. Очищенню піддаються гази, що не містять пилу й каталізаторних отрут. Методи використовуються для очищення газів від оксидів азоту, сірки, вуглецю і від органічних домішок, їх проводять у реакторах різної конструкції.

У рекупераційній техніці поряд з іншими методами для вловлювання парів летючих розчинників використовують методи конденсації і компримування.

В основі **методу конденсації** лежить явище зменшення тиску насиченої пари розчинника при зниженні температури. Суміш пару розчинника з повітрям попередньо охолоджують у теплообміннику, а потім конденсують.

Перевагами методу є простота апаратурного оформлення і експлуатації рекупераційної установки. Однак проведення процесу очищення

пароповітряних сумішей методом конденсації сильно ускладнено, оскільки вміст парів летучих розчинників у цих сумішах звичайно перевищує нижню межу їх вибуху. До недоліків методу також відносять високі витрати холодильного агента і електроенергії, а також низький відсоток конденсації пару (вихід) розчинників - він звичайно не перевищує 70-90%.

Метод компримірування базується на тім же явищі, що й метод конденсації але стосується тільки парів розчинників, які перебувають під надлишковим тиском. Однак метод компримірування більше складний в апаратурному оформленні, тому що в схемі уловлювання парів розчинників необхідний комприміруючий агрегат. Крім того, цей підхід зберігає всі недоліки, які властиві методу конденсації і не забезпечує можливість уловлювання парів летучих розчинників при їхніх низьких концентраціях у газоповітряних сумішах.

Термічні методи (методи прямого спалювання) застосовують для знешкодження газів від токсичних, а також домішок з неприємним запахом, які легко окислюються. Методи засновані на спалюванні горючих домішок у топках печей або смолоскипових пальників. Перевагою методу є простота апаратури та універсальність використання. Недоліками вважається додаткова витрата палива при спалюванні низькоконцентрованих газів, а також необхідність додаткового абсорбційного або адсорбційного очищення газів після спалювання.

Слід зазначити, що складний хімічний склад викидів і високі концентрації токсичних компонентів заздалегідь визначають багатоступінчасті схеми очищення, що представляють собою комбінацію різних методів.

Класифікація методів та устаткування очистки промислових викидів представлена на рис. 3.28.

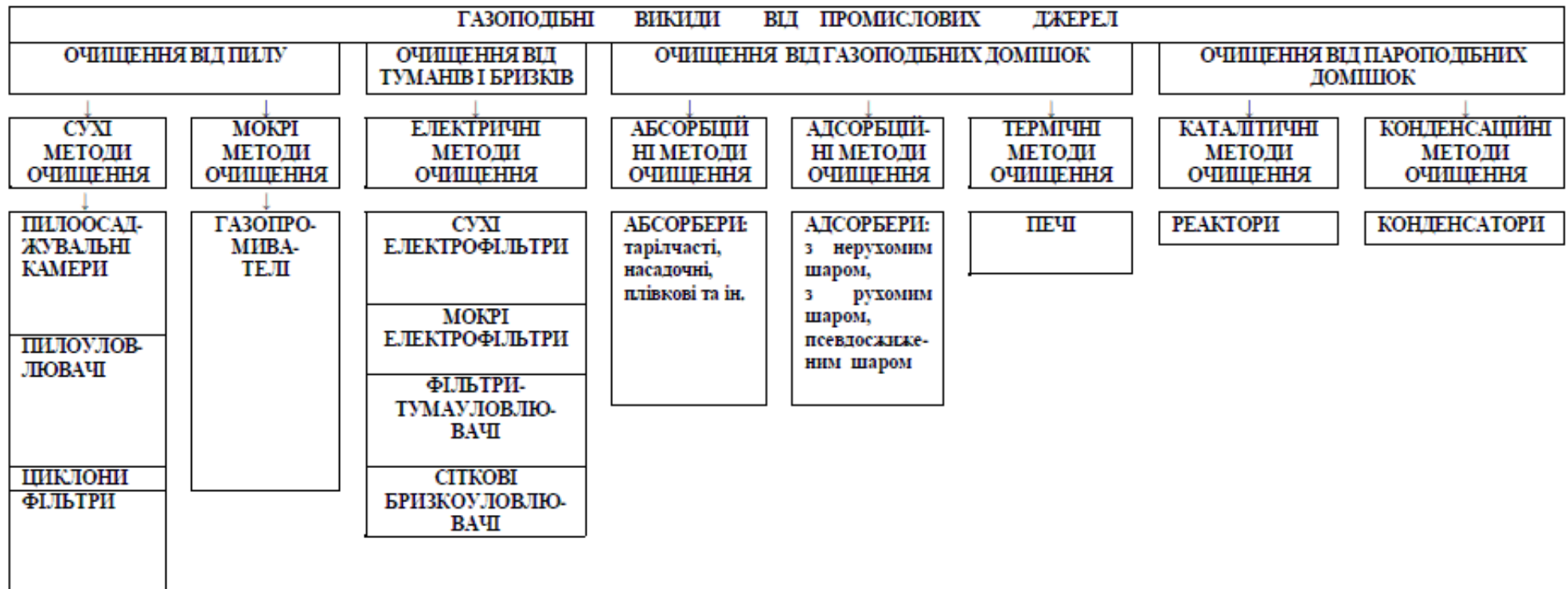


Рисунок 3.28 – Класифікація методів та устаткування очистки промислових викидів

3.9 Висновки до розділу 3

1. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на досліджуваних вулицях та в Заводському районі при гострому та хронічному впливах свідчать про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$).

2. Результати розрахунків популяційного ризику при гострому впливі складають 13,18 на все населення, 2,37 – на 10 000 населення, при хронічному впливі 8,55 на все населення, 1,54 – на 10 000 населення.

3. В Заводському районі середні значення коефіцієнтів небезпеки при хронічному інгаляційному впливі в 2019 р. перевищують допустимий рівень для всіх речовин крім сірковуглецю і знаходяться на рівні: для пилу – на високому рівні на всіх вулицях; для ангідриду сірчистого – на середньому рівні на всіх вулицях; азоту діоксиду – на середньому рівні на всіх вулицях окрім Билкіна, де знаходяться на низькому рівні; для фенолу – на середньому рівні на всіх вулицях; для формальдегіду – на середньому рівні на всіх вулицях, окрім Морфлотська, де знаходяться на високому рівні; для оксиду вуглецю на вул. Електрична та Билкіна на низькому рівні, на інших вулицях – на середньому рівні; для сірководню – на середньому рівні на всіх вулицях, окрім Фінальна та Вогнетривна, де знаходяться на високому рівні; для сірковуглецю – на низькому рівні на всіх вулицях.

4. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по сірковуглецю, середній рівень ($HQ = 1-5$) по всім речовинам, крім зважених речовин та сірковуглецю, які знаходяться на високому рівні ($HQ = 5-10$).

5. Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району знаходяться на надзвичайно

високому рівні на всіх вулицях $HI = 11,74 \div 37,35$, крім вулиці Билкіна, де знаходяться на високому рівні $HI = 8,48$.

6. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств при гострому впливі на досліджуваних вулицях за 2019 р. свідчать про безпечні рівні ($HQ < 1$) у всіх місцях заміру рецепторних точок, окрім зважених речовин, які знаходяться на середньому рівні $HQ = 1,33 \div 2,35$.

7. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці гострих інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по фенолу, сірчаній кислоті та сірковуглецю, низький рівень ($HQ = 0,1-1$) по діоксиду азоту, ангідриду сірчистому (діоксиду сірки), оксиду вуглецю, формальдегіду та сірководню, середній рівень ($HQ = 1-5$) по зваженим речовинам.

8. Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки при оцінці гострих інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HI > 1$) та знаходяться на середньому рівні $HI = 1,62 \div 3,59$.

9. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про надзвичайно високий рівень при хронічному інгаляційному впливі на органи дихання ($HI = 7,7 \div 29,41$), серцево-судинну систему ($HI = 6,12 \div 13,55$), додаткову смертність ($HI = 6,83 \div 11,91$), про високий рівень на вроджені дефекти розвитку ($HI = 5,33 \div 9,47$), органи зору ($HI = 2,25 \div 9,79$), імунну систему ($HI = 4,29 \div 7,28$), про середній рівень на центральну нервову систему ($HI = 0,78 \div 4,22$), кров ($HI = 1,65 \div 5,13$), паренхіматозні органи ($HI = 2,16 \div 2,95$) (печінка, нирки).

10. Результати розрахунків індексів небезпеки (табл. 3.12) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при хронічному інгаляційному впливі в Заводському районі та знаходяться на надзвичайно високому рівні на органи

дихання $HI = 27,51$, серцево-судинну систему $HI = 11,11$, додаткову смертність $HI = 10,20$, на високому рівні на вроджені дефекти розвитку $HI = 7,66$, органи зору $HI = 8,80$, імунну систему $HI = 6,31$, на середньому рівні на центральну нервову систему $HI = 3,57$, кровоносну систему $HI = 3,72$, паренхіматозні органи (печінка, нирки) $HI = 2,50$.

11. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при гострому інгаляційному впливі на досліджуваних вулицях та в Заводському районі на органи дихання і знаходиться на середньому рівні $HI = 1,52 \div 3,28$.

12. Розрахунки додаткових випадків смерті від дії зважених часток складають 86,96 в 2019 році на все населення Заводського району, або 15,67 на 10 000 населення.

13. Визначено, що для вирішення екологічних проблем першочерговим завданням є розробка системи зменшення техногенного навантаження на об'єкти довкілля та населення екологічно кризових регіонів, методологічний підхід до якої має базуватись на підвищенні ефективності природоохоронної діяльності за чотирма основними напрямками: законодавчому, технічному та технологічному, санітарно-гігієнічному та медико-біологічному.

14. Встановлено, що комплексний підхід щодо реалізації медико-біологічної профілактики повинен передбачати поетапну систему заходів, яка спрямована на виявлення донозологічних змін у генеративній системі людини та порушення балансу мікроелементів з наступною корекцією мікроелементного статусу залежно від виду та ступеню виявлених порушень. У разі глибокого дефіциту мікроелементів в організмі можливе використання курсів полі- та моноелементних препаратів, провідним аспектом ефективності застосування яких є диференційований підхід з урахуванням рівня техногенного забруднення території проживання, статево-вікових, фізіологічних та/або патологічних станів організму, виду і ступеня порушень мікроелементного статусу.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Оскільки робота інженера-еколога пов'язана з персональним комп'ютером (ПК), то на людину буде впливати ціла група шкідливих факторів, пов'язаних із застосуванням комп'ютерної техніки, що разом з погано організованим робочим місцем може призвести до зниження продуктивності праці. Для підвищення працездатності, одним із головних чинників є правильно організоване робоче місце інженера-еколога в офісному приміщенні. Комфортні і безпечні умови праці – один з основних факторів, які впливають на продуктивність працюючих з персональним комп'ютером.

Об'єктом дослідження є приміщення відділення організації епідеміологічних досліджень ДУ «Запорізького обласного лабораторного центру МОЗ України». В приміщенні на працівника можуть негативно діяти наступні фізичні фактори:

- підвищена або знижена температура повітря;
- надмірна запиленість повітря;
- підвищена або знижена вологість повітря;
- недостатня освітленість робочого місця;
- перевищуючі припустимі норми шуму;
- підвищений рівень іонізуючого випромінювання;
- підвищений рівень електромагнітних полів;
- підвищений рівень статичної електрики;
- небезпека ураження електричним струмом;
- бляклість екрана дисплея.

До психофізіологічних факторів, що впливають на працівника, можна віднести наступні:

- перенапруження зорового аналізатора;
- нервово-емоційне напруження;
- розумове напруження.

Біологічні та хімічні фактори в даному приміщенні відсутні.

Аналіз шкідливих і небезпечних факторів для робочого місця інженера-еколога представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Оцінка факторів виробничого та трудового процесу інженера-еколога

№ п/п	Фактори виробничого середовища та трудового процесу	Нормативне значення	Фактичне значення	Відповідність параметра стандарту	Час дії фактора, %
1	Температура, °С	21-25	22	відповідає	100
2	Вологість, %	40-60	55	відповідає	100
3	Швидкість руху повітря, м/с	0,1-0,2	0,1	відповідає	100
4	Запиленість, мг/м ³	4	0,07	відповідає	100
5	Освітлення, лк	300-500	300	відповідає	100
6	Шум, дБА	50-60	45	відповідає	75

Таким чином, аналіз шкідливих і небезпечних факторів дозволяє зробити висновок, що умови праці в приміщенні характеризуються наявністю нешкідливих виробничих чинників, які не призводять до зростання захворюваності з втратою працездатності та проявом початкових ознак професійної патології.

4.2 Заходи з поліпшення умов праці

Приміщення є приміщенням 1 категорії (виконуються легкі фізичні роботи), тому повинні дотримуватися такі вимоги [32]: оптимальна температура повітря – 22 °С (допустима – 21-25 °С), оптимальна відносна вологість – 40-60 % (допустима – не більше 75%), швидкість руху повітря не більш 0,1 м/с.

Для створення і автоматичної підтримки в приміщенні оптимальних значень температури та вологості повітря в холодну пору року використовується водяне опалення, в теплу пору року застосовується кондиціонування повітря. Кондиціонер є вентиляційною установкою, яка за допомогою приладів автоматичного регулювання підтримує в приміщенні задані параметри повітряного середовища [32].

При виконанні зорових робіт високої точності загальна освітленість повинна складати 300 лк, а комбінована – 750 лк; аналогічні вимоги при виконанні робіт середньої точності – 200 лк і 300 лк відповідно. При цьому все поле зору повинне бути освітлено достатньо рівномірно – це основна гігієнічна вимога [33].

У зв'язку з тим, що природне освітлення приміщення здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, на робочому місці має застосовуватися також штучне освітлення. Штучне освітлення створюють електричним джерелом світла, яке включають в міру необхідності, регулюють інтенсивність світлового потоку і його спрямованість.

Додаткове штучне освітлення застосовується не тільки в темний, але і в світлий час доби. У якості джерела штучного освітлення звичайно використовуються люмінесцентні лампи типа ЛБ, ДРЛ, ЛБХ, які попарно об'єднуються в світильники, які повинні розташовуватися рівномірно над робочими поверхнями [33].

Тривала дія шуму високої інтенсивності призводить до патології слухового органу та негативно впливає на нервову систему. Шум призводить

до швидкої стомлюваності людини, що веде до виробничих помилок.

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

Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 60 дБА. Для того, щоб домогтися цього рівня шуму рекомендується застосовувати звукопоглинаюче покриття стін та екранування робочого місця.

Основним джерелом електромагнітного випромінювання та електричного поля є дисплеї (монітори). Вони являють собою джерела найбільш шкідливих випромінювань, що несприятливо впливають на здоров'я працівника. Електромагнітне поле має електричну і магнітну складову. Вважається, що магнітна складова викликає велику реакцію, ніж електрична.

Персональний комп'ютер (ПК) є джерелами таких випромінювань як:

- м'якого рентгенівського;
- ультрафіолетового 200-400 нм;
- видимого 400-700 нм,
- ближнього інфрачервоного 700-1050 нм;
- радіочастотного 3 кгц-30Мгц;
- електростатичних полів.

Ультрафіолетове випромінювання корисне в невеликих кількостях, але у великих дозах приводить до дерматиту шкіри та головного болю. Інфрачервоне випромінювання приводить до перегріву тканин людини (особливо хрусталика ока), підвищенню температури тіла. Рівні напруженості електростатичних полів повинні складати не більш 20 кв/м. Поверхневий електростатичний потенціал не повинен перевищувати 500 В. При підвищеному рівні напруженості полів варто скоротити час роботи за комп'ютером, робити п'ятнадцятихвилинні перерви на протязі півтори годин роботи і, звичайно ж, застосовувати захисні екрани. Захисний екран,

виготовлений із дрібної сітки або скла, збирає на собі електростатичний заряд. Для зняття заряду екран монітора заземлюють.

Може виникнути небезпека по рівнях напруженості електромагнітного поля (ЕМП). На відстані 5-10 см від екрана і корпусу монітора рівні напруженості можуть досягати 140 В/м по електричній складовій, що значно перевищує припустимі значення СанПіН 2.2.2. 542-96. Гранично припустимі значення характеристик ЕМП вказані в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Гранично припустимі значення характеристик ЕМП

Найменування параметрів	Припустиме значення
Напруженість електромагнітного поля по електричній складовій на відстані 50 см від поверхні монітора	10 В/м
Напруженість електромагнітного поля по магнітній складовій на відстані 50 см від поверхні монітора	0,3 А/м
Напруженість електростатичного поля для дорослих користувачів ПК	20 кВ/м
Напруженість електромагнітного поля на відстані 50 см по електричній складовій повинна бути не більш: – у діапазоні частот 5 Гц - 2 кгц; – у діапазоні частот 2 - 400 кгц	25 В/м 2,5 В/м
Щільність магнітного потоку повинна бути не більш: – у діапазоні частот 5 Гц – 2 кгц; – у діапазоні частот 2 – 400 кгц	250 нТл 25 нТл
Поверхневий електростатичний потенціал	500 В

При підвищеному рівні напруженості полів слід скоротити час роботи за комп'ютером, робити п'ятнадцятихвилинні перерви протягом півтора годин роботи, обов'язково застосовувати захисні екрани, не розміщувати їх концентровано в робочій зоні і вимикати їх, якщо на них не працюють.

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

На протязі роботи на корпусі комп'ютера накопичується статична електрика. На відстані 5-10 см від екрана напруженість електростатичного поля складає 60-280 кв/м, тобто в 10 разів перевищує норму 20 кв/м. Для запобігання утворення та захисту від статичної електрики необхідно використовувати нейтралізатори та зволожувачі, а підлоги повинні мати антистатичне покриття.

Для підвищення працездатності, одним із головних чинників є правильно організоване робоче місце інженера-еколога в приміщенні.

Оскільки кожне робоче місце оснащено ПК, то в приміщенні має забезпечуватися підтримання оптимальної робочої пози з відповідними ергономічними характеристиками. Результати дослідження виконання заданих умов представлені у табл. 4.3.

Оскільки користування ПК є невід'ємною функцією основного виду діяльності, вони розміщуються на основному столі кожного працівника. Два ПК розміщуються в центрах робочих столів, два ПК розміщені з лівого боку основних робочих столів. Використання периферійних приладів (принтеру і сканеру) є періодичним, тому вони доцільно розміщені на приставному столі.

Кут між поздовжніми осями основного та приставного столів складає 120 градусів. Висота робочої поверхні столу для ПК знаходиться у необхідних межах і складає 800 мм. Ширина робочого столу забезпечує можливість виконання операцій у зоні досяжності моторного поля. Робочі столи для ПК в досліджуваному приміщенні не обладнані підставкою для ніг.

Робочі сидіння персоналу становлять крісла, які мають необхідні елементи: сидіння, спинку, стаціонарні або змінні підлокітники. У конструкцію сидіння не введені додаткові елементи. Робочі сидіння

працівників, як користувачів ПК, є підйомно-поворотними, регулюються за висотою, за відстанню спинки до переднього краю сидіння, висотою підлокітників. Регулювання кожного параметра є незалежним, ступінчастим, має надійну фіксацію.

Таблиця 4.3 – Виконання умов оптимальної робочої пози за ергономічними характеристиками

Параметри	Нормативна ергономічна характеристика	Виконання нормативу
Ступні ніг	На підлозі або на підставці для ніг	Ступні знаходяться на підлозі
Стегна	В горизонтальній площині	Норматив виконується
Передпліччя	Вертикально	Норматив виконується
Лікті	Під кутом 70-90 до вертикальної площини	Лікті працівників знаходяться під кутом приблизно 70-80
Зап'ястя	Зігнуті під кутом не більше 20 відносно горизонтальної площини	Норматив виконується
Нахил голови	15-20 відносно вертикальної площини	Нахил голови у різних працівників коливається від 15 до 45 градусів

Основні нормативні параметри для сидінь та їх дотримання у приміщенні представлені у табл. 4.4.

Поверхні сидіння, спинки та підлокітників є напівм'якими, з ненаелектризованим, повітронепроникним покриттям та забезпечує можливість чищення від бруду.

Таблиця 4.4 – Дотримання нормативів параметрів сидінь користувачів

ПК

Параметр	Необхідна характеристика	Виконання необхідних вимог
Регулювання елементів сидіння для лінійних розмірів	15-20 мм	Виконується: 20 мм
Регулювання елементів сидіння для кутових розмірів	2-5 мм	Виконується: 5 мм
Зусилля під час регулювання	20 Н	Виконується: 20 Н
Ширина та глибина сидіння	не менше 400 мм	Виконується
Висота поверхні сидіння	має регулюватися в межах 400-500 мм	Виконується: регулюється в межах 500 мм
Кут нахилу поверхні сидіння	від 15 вперед до 5 назад	Виконується
Поверхня сидіння	пласка, передній край - закруглений	Виконується
Висота спинки сидіння	300±20мм	Не виконується: висота більше 300 мм
Ширина спинки сидіння	не менше 380 мм	Виконується
Радіус кривизни в горизонтальній площині	400 мм	Виконується
Кут нахилу спинки відносно вертикального положення	0-30 градусів	Виконується
Відстань від спинки до попереднього краю сидіння	260 – 400 мм	Виконується: становить 350 мм

Монітор та клавіатура мають розташовуватися на оптимальній відстані від очей користувача, але не більше 600 мм, з урахуванням розміру

алфавітно-цифрових знаків та символів [34]. В приміщенні монітори та клавіатура ПК працівників знаходяться на відстані приблизно 500-600 мм від очей. Клавіатура розміщується на столах не відповідно нормі – 100-300 мм від краю, а розташовується майже на краю стола на всіх робочих місцях. Кут нахилу клавіатури становить приблизно 5 градусів, що відповідає нормі.

Повна видимість монітору не порушується іншими пристроями введення-виведення інформації, адже вони розташовані на окремому приставному столі.

4.3 Заходи з електробезпеки

Офісне приміщення згідно ПУЕ можна віднести до 1 класу – без підвищеної небезпеки ураження струмом (сухе, безпиллове, з нормальною температурою повітря, ізольованими підлогами і малим числом заземлених приладів) [35].

Основними споживачами електроенергії в приміщенні є система штучного освітлення, 4 персональних комп'ютера, 1 кондиціонер, допоміжні пристрої (принтер, сканер). Напруга, яка використовується для роботи електричних приладів складає 220 В.

Основними причинами поразки працівника приміщення електричним струмом на робочому місці можуть бути: поява напруги дотику на металевих конструктивних частинах комп'ютера у результаті пошкодження ізоляції; несправність розетки; пошкодження ізоляції дротів комп'ютера; порушення правил експлуатації техніки; заборонене використання електричних приладів, таких як електричні плити, чайники, обігрівачі.

Основними заходами запобігання ураження електричним струмом в приміщенні є захист від дотику до частин електрообладнання, що знаходяться під напругою, застосування малих напруг, захисного заземлення і відключення, а також організаційні заходи [36].

Основними організаційними заходами є інструктаж і навчання безпечним методам праці, а також перевірка знань правил безпеки й інструкцій відповідно до займаної посади стосовно до виконуваної роботи.

При проведенні незапланованого і планового ремонту обчислювальної техніки виконуються наступні дії: відключення комп'ютера від мережі та перевірка відсутності напруги. Після виконання цих дій проводиться ремонт несправного устаткування. Якщо ремонт проводиться на струмоведучих частинах, що знаходяться під напругою, то виконання роботи проводиться не менш чим двома особами з застосуванням електрозахисних засобів.

4.4 Заходи з пожежної та техногенної безпеки

Офісне приміщення, де розташовані ПК і периферійні пристрої, можна віднести до категорії «В», а ступінь вогнестійкості приміщення можна визначити як II [37].

Причинами виникнення пожежі в приміщенні можуть бути:

- несправності електропроводки, розеток і вимикачів, які можуть призвести до короткого замикання або пробією ізоляції;
- використання пошкоджених (несправних) електроприладів;
- використання в приміщенні електронагрівальних приладів з відкритими нагрівальними елементами;
- виникнення пожежі внаслідок попадання блискавки в будинок;
- загоряння будівлі внаслідок зовнішніх впливів;
- неакуратне поводження з вогнем та недотримання заходів пожежної безпеки.

Для гасіння пожеж в приміщенні використовується вуглекислотний вогнегасник ВВ-5. Для швидкого виявлення та повідомлення про місце виникнення пожежі в будівлі є пожежна сигналізація ЛІПНУВ-1, автоматична система пожежогасіння, димові датчики. Для зв'язку використовують телефон чи інші засоби першої зв'язку.

Необхідними заходами для запобігання пожежі є своєчасний ремонт електроприладів, якісне виправлення поломок, не використання несправних електроприладів, протипожежний інструктаж, на якому працівники ознайомлюються з правилами протипожежної безпеки та використання первинних засобів пожежогасіння.

У випадку виникнення пожежі необхідно:

- відключити електроживлення;
- викликати по телефону пожежну команду;
- евакуювати людей із приміщення відповідно до плану евакуації;
- приступити до ліквідації пожежі первинними засобами пожежогасіння.

4.5 Розрахунок штучного освітлення по методу світлового потоку

У зв'язку з тим, що природне освітлення приміщення здійснюється через віконні отвори і є дуже слабким, на робочому місці має застосовуватися також штучне освітлення.

Виконаємо розрахунок штучного освітлення по методу світлового потоку [32].

Довжина приміщення – 8 м, ширина – 6 м, висота – 3 м.

Розрахункова висота:

$$h = 3 - 0,8 = 2,2 \text{ м,}$$

де 0,8 м – висота розрахункової поверхні.

Площа приміщення:

$$S = 6 \cdot 8 = 48 \text{ м}^2.$$

Визначимо індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{(A + B) \cdot h},$$

де A и B – довжина та ширина приміщення, м;

h – висота підвісу світильників над розрахунковою поверхнею, м.

$$i = \frac{6 \cdot 8}{(6 + 8) \cdot 2,2} = 1,56.$$

Оскільки стіни і стеля приміщення бетонні, то приймаємо коефіцієнт віддзеркалення стелі і стін $\rho_n = 50\%$, $\rho_c = 30\%$ відповідно.

Знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 50\%$.

Необхідний світловий потік ламп світильників:

$$F = \frac{E \cdot k_z \cdot S \cdot z}{N \cdot \eta},$$

де E – найменша нормована освітленість, $E = 300$ лк, так як розряд зорових робіт дорівнює 3;

k_z – коефіцієнт запасу, $k_z = 1,4$;

S – площа приміщення, м²;

z – поправочний коефіцієнт для переходу від найменшої освітленості до середньої (зазвичай значення його набувають в межах 1,1 – 1,2), $z = 1,1$;

N – кількість світильників;

η – коефіцієнт використання, тобто відносна доля потоку лампи, падаюча на поверхню S .

Розрахуємо добуток $F \cdot N$.

$$F \cdot N = \frac{300 \cdot 1,4 \cdot 48 \cdot 1,1}{0,5} = 44352 \text{ лм.}$$

Знайдемо необхідне число ламп. Для освітлення виробничих приміщень вибір джерел світла проводять з врахуванням освітленості. При

освітленості від 150 до 300 лк доцільно застосовувати джерела світла типа ЛБ, ДРЛ, ЛБХ. Вибираємо люмінесцентні лампи типа ЛХБ80 (2×80 Вт); довжина лампи – 1,5 м, ширина – 0,4 м, світловий потік даної лампи – 3840 лм.

Отже, потрібне число ламп:

$$N = \frac{44352}{3840} \approx 12 \text{ шт.}$$

Оскільки світильники дволампові, то для забезпечення нормальної потужності освітлення приміщення необхідно 6 світильників. Приймаємо, що кількість світильників по довжині складатиме 2 шт., а по ширині – 3 шт.

Світильники з люмінесцентними лампами в основному розташовують рядами. Ряди слід орієнтувати паралельно стіні з вікнами. Потрібно встановити два світильники в ряд. Застосовуємо світильники ШОД (оскільки ШОД дає більш рівномірне освітлення) з люмінесцентними лампами ЛХБ потужністю 2×80 Вт і з потоком 3840 лм.

$$l_a = \frac{1}{2} \cdot L_a,$$

$$l_b = \frac{1}{3} \cdot L_b,$$

де L – відстань між сусідніми світильниками (рядами люмінесцентних світильників).

L_a – відстань між сусідніми світильниками по довжині приміщення,
 $L_a = 2,5$ м.

L_b – відстань між сусідніми світильниками по ширині приміщення,
 $L_b = 1,8$ м.

l – відстань від крайніх світильників або рядів світильників до стіни.

$$la = \frac{1}{2} \cdot 2,5 = 1,25 \text{ м,}$$

$$lb = \frac{1}{3} \cdot 1,8 = 0,6 \text{ м.}$$

Схема розташування світильників представлена на рис. 4.1.

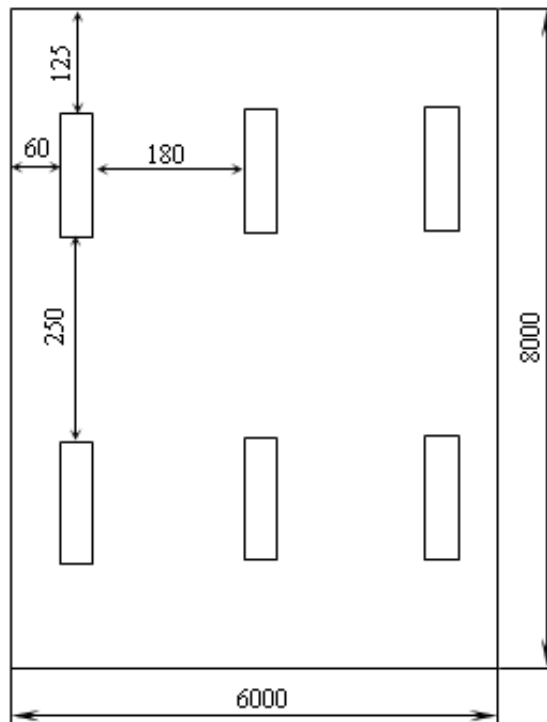


Рисунок 4.1 – Схема розташування світильників

4.6 Висновку до розділу 4

1. Було проведено аналіз умов праці на робочому місці інженера еколога в приміщенні відділу досліджень фізичних та хімічних факторів. Виявлені шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища і розроблені заходи, націлені на утворення безпечних умов праці. Розкриті питання електро-, пожежної та техногенної безпеки в приміщенні.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз динаміки загальних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря показав, що обсяги викидів в 2019 році порівняно з 2018 роком зменшилися на 3 %. Загальні викиди забруднюючих речовин від стаціонарних джерел в атмосферне повітря за 2019 рік становлять 174,7 тис. т, що на 6,2 тис. т менше, ніж у 2018 році.

2. Протягом 2019 року перевищення гігієнічних нормативів в атмосферному повітрі реєструвались в межах від 1,1 до 2,9 ГДК та обумовлювалось такими показниками: пил (32,7 % від загальної кількості відхилень), фенол (34,6 %), сірководень (22,3 %), сірковуглець (7,1 %), азоту діоксид (3,3 %).

3. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на досліджуваних вулицях та в Заводському районі при гострому та хронічному впливах свідчать про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$).

4. Результати розрахунків популяційного ризику при гострому впливі складають 13,18 на все населення, 2,37 – на 10 000 населення, при хронічному впливі 8,55 на все населення, 1,54 – на 10 000 населення.

5. В Заводському районі середні значення коефіцієнтів небезпеки при хронічному інгаляційному впливі в 2019 р. перевищують допустимий рівень для всіх речовин крім сірковуглецю і знаходяться на рівні: для пилу – на високому рівні на всіх вулицях; для ангідриду сірчистого – на середньому рівні на всіх вулицях; азоту діоксиду – на середньому рівні на всіх вулицях окрім Билкіна, де знаходяться на низькому рівні; для фенолу – на середньому рівні на всіх вулицях; для формальдегіду – на середньому рівні на всіх вулицях, окрім Морфлотська, де знаходяться на високому рівні; для оксиду вуглецю на вул. Електрична та Билкіна на низькому рівні, на інших вулицях – на середньому рівні; для сірководню – на середньому рівні на всіх вулицях,

окрім Фінальна та Вогнетривна, де знаходяться на високому рівні; для сірковуглецю – на низькому рівні на всіх вулицях.

6. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по сірковуглецю, середній рівень ($HQ = 1-5$) по всім речовинам, крім зважених речовин та сірковуглецю, які знаходяться на високому рівні ($HQ = 5-10$).

7. Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району знаходяться на надзвичайно високому рівні на всіх вулицях $HI = 11,74 \div 37,35$, крім вулиці Билкіна, де знаходяться на високому рівні $HI = 8,48$.

8. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств при гострому впливі на досліджуваних вулицях за 2019 р. свідчать про безпечні рівні ($HQ < 1$) у всіх місцях заміру рецепторних точок, окрім зважених речовин, які знаходяться на середньому рівні $HQ = 1,33 \div 2,35$.

9. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці гострих інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по фенолу, сірчаній кислоті та сірковуглецю, низький рівень ($HQ = 0,1-1$) по діоксиду азоту, ангідриду сірчистому (діоксиду сірки), оксиду вуглецю, формальдегіду та сірководню, середній рівень ($HQ = 1-5$) по зваженим речовинам.

10. Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки при оцінці гострих інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HI > 1$) та знаходяться на середньому рівні $HI = 1,62 \div 3,59$.

11. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про надзвичайно високий рівень при хронічному інгаляційному впливі на органи дихання ($HI = 7,7 \div 29,41$), серцево-судинну систему ($HI = 6,12 \div 13,55$), додаткову смертність ($HI = 6,83 \div 11,91$), про високий рівень на вроджені дефекти розвитку ($HI = 5,33 \div 9,47$), органи зору ($HI = 2,25 \div 9,79$), імунну систему ($HI = 4,29 \div 7,28$), про середній рівень на центральну нервову систему ($HI = 0,78 \div 4,22$), кров ($HI = 1,65 \div 5,13$), паренхіматозні органи ($HI = 2,16 \div 2,95$) (печінка, нирки).

12. Результати розрахунків індексів небезпеки (табл. 3.12) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при хронічному інгаляційному впливі в Заводському районі та знаходяться на надзвичайно високому рівні на органи дихання $HI = 27,51$, серцево-судинну систему $HI = 11,11$, додаткову смертність $HI = 10,20$, на високому рівні на вроджені дефекти розвитку $HI = 7,66$, органи зору $HI = 8,80$, імунну систему $HI = 6,31$, на середньому рівні на центральну нервову систему $HI = 3,57$, кровоносну систему $HI = 3,72$, паренхіматозні органи (печінка, нирки) $HI = 2,50$.

13. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при гострому інгаляційному впливі на досліджуваних вулицях та в Заводському районі на органи дихання і знаходиться на середньому рівні $HI = 1,52 \div 3,28$.

14. Розрахунки додаткових випадків смерті від дії зважених часток складають 86,96 в 2019 році на все населення Заводського району, або 15,67 на 10 000 населення.

15. Виконаний розрахунок повітрообміну у приміщенні відділу досліджень фізичних та хімічних факторів. Для підтримання оптимальних параметрів мікроклімату у приміщенні необхідно подавати у приміщення не менше $915 \text{ м}^3/\text{год}$ повітря.

16. Визначено, що для вирішення екологічних проблем першочерговим завданням є розробка системи зменшення техногенного навантаження на об'єкти довкілля та населення екологічно кризових регіонів, методологічний підхід до якої має базуватись на підвищенні ефективності природоохоронної діяльності за чотирма основними напрямками: законодавчому, технічному та технологічному, санітарно-гігієнічному та медико-біологічному.

17. Було проведено аналіз умов праці на робочому місці інженера еколога в приміщенні відділу досліджень фізичних та хімічних факторів. Виявлені шкідливі та небезпечні фактори виробничого середовища і розроблені заходи, націлені на утворення безпечних умов праці. Розкриті питання електро-, пожежної та техногенної безпеки в приміщенні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кауля В.С. Прогнозування динаміки забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Актуальні питання біології, екології та хімії*. 2015. Том 9, №1. С. 56-63.
2. Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря»: затв. указом МОЗ України від 13 квіт. 2007 р. №184. 2007. 25 с.
3. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2018 році. Запоріжжя : Запорізька обласна державна адміністрація, 2019. 301 с.
4. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Москва : Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
5. Health and the environment in the WHO European Region: Situation and policy at the beginning of the 21st century: *Fourth Ministerial Conference on Environment and Health*, 23-25 June, 2004. Budapest, 2004. P. 23-128.
6. 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.
7. МосМР 2.1.9.003-03. Расчет доз при оценке риска многосредового воздействия химических веществ. Москва : Санэпидмедиа, 2003. 28 с.
8. Федорченко Р.А. Гігієнічна оцінка та профілактика впливу атмосферних забруднень на населення у мегаполісі металургійної галузі: дис. на здобуття наукового ступеня к. мед. Наук: 14.02.01. Запоріжжя, 2016. 189 с.
9. Гриценко А.В. Заводський район міста Запоріжжя. Методичний посібник. [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. Режим доступу: http://akexgricen.blogspot.com/p/blog-page_85.html - Назва з екрана.

10. Видання Запорізької міської ради «Запорізька Січ» . Екологія і здоров'я [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. Режим доступу:<http://sich.zp.ua/najbilshe-povitrya-zabrudnene-v-zavodskomu-ordzhonikidzevskomu-ta-zhovtnevomu-rajonakh-takij-rezultat-otrimali-spetsialisti-ses-za-rezultatami-monitoringu-atmosferi-oblasnogo-tsentru-protyagom-9-misya/> - Назва з екрана.

11. Соціально-економічний паспорт Заводського району станом на 20.09.2017 [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. Електронні дані. Режим доступу: <http://www.zavodska-ra.zp.ua/pasport/?page=1>- Назва з екрана.

12. Богун С.В., Зорин С.В., Картавцев О.Н., Турос Е.И. Использование пространственного анализа загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха отдельными предприятиями города Запорожья при оценке риска их воздействия на здоровье населения. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского*. 2003. Т. 17(56). №2. С. 18-26.

13. Богун С.В., Зорин С.В., Картавцев О.Н., Турос Е.И. Использование пространственного анализа загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха отдельными предприятиями города Запорожья при оценке риска их воздействия на здоровье населения. *Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского*. 2003. Т. 17(56). №2. С. 18-26.

14. Гульченко Л.П., Глазкова М.Ф., Курляндський Б.А. О списке приоритетных веществ, содержащихся в окружающей среде и их влияние на здоровье населения. Москва, 2002. 12 с. (Информ. Письмо / МЗО РФ Департамент ГСЭН).

15. Сердюк А.М., Турос О.І., Картавцев О.М., Петросян А.А., Бережний Є.О., Дюканов В.Г. Методичні рекомендації з оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами промислових джерел. Київ, 2005. 38 с.

16. Белоконь К.В., Яскевич Я.О. Аналіз екологічної безпеки викидів, що містять оксид вуглецю і вуглеводні, промислових підприємств Запорізького регіону. *Еко Форум – 2017*: зб. тез доп. I спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму, 30 травня – 1 червня 2017 р. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2017. С. 6-8.

17. Белоконь К.В., Яскевич Я.О. Дослідження впливу викидів промислових підприємств на забруднення атмосферного повітря житлових районів міста Запоріжжя. Матеріали XXII наук.-тех. конф. студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА, 23-27 жовт. 2017 р. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. Том II. С. 35.

18. Белоконь К.В., Манідіна Є.А., Куранова Я.О. Дослідження впливу викидів металургійних підприємств на забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. *Металургія*. 2018. Вип. 1 (39). С. 136-140.

19. Белоконь К.В., Троїцька О.О., Куранова Я.О. Забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя як чинник канцерогенного та неканцерогенного ризику для здоров'я його мешканців. *Еко Форум - 2018*: зб. тез доп. II спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму, 30 травня - 1 червня 2018 р. Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2018. С. 6-7.

20. Белоконь К.В., Куранова Я.О. Аналіз та оцінка ризику для здоров'я населення міста Запоріжжя від забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств. *5-й Міжнародний конгрес «Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування»*: зб. Матеріалів, 26–29 вересня 2018 р. Львів : Львівська політехніка, 2018 р. С. 38.

21. Белоконь К.В., Куранова Я.О. Аналіз впливу викидів промислових підприємств на забруднення атмосферного повітря в Заводському районі міста Запоріжжя. Матеріали XXIII наук.-тех. конф. студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА, 23-26 жовт. 2018 р. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. Том II. С. 94.

22. Белоконь К.В., Донець В.В. Шляхи зниження негативного впливу викидів промислових підприємств на здоров'я населення м. Запоріжжя. IV Спеціалізований міжнародний Запорізький екологічний форум «Еко Форум – 2020». Запоріжжя : Запорізька торгово-промислова палата, 2020. С. 337-338.

23. Сердюк А.М. Екологічна безпека: гігієнічний погляд через роки. Збереження здоров'я населення урбанізованих територій: наукові і практичні аспекти впливу чинників довкілля: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2007. С. 37-44.

24. Сердюк А.М., Стусь В.П., Ляшенко В.І. Екологія довкілля та безпека життєдіяльності населення у промислових регіонах України. Дніпропетровськ : Пороги, 2011. 486 с.

25. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: системний аналіз перспектив покращення. Київ : НІСД, 2001. 312с.

26. Сердюк А.М., Белицкая Э.Н., Паранько Н.М., Шматков Г.Г. Тяжелые металлы внешней среды и их влияние на репродуктивную функцию женщин. Днепропетровск : АРТ-ПРЕСС, 2004. 148 с.

27. Шмандій В.М., Шмандій О.В. Екологічна безпека – одна з основних складових Національної безпеки держави. Екологічна безпека. 2008. №1. С. 9-15.

28. Тимченко О.І. Загрози для здоров'я населення від впливу антропогенних чинників та можливості їх попередження. Київ : Полімед, 2005. 265с.

29. Стежка В.А. Науково обґрунтовані принципи і підходи до вторинної медико-біологічної профілактики екологічно обумовленої та професійної патології, пов'язаної з впливом на людину сполук свинцю. Частина 1. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.medved.kiev.ua/arhiv_mg/.

30. Марцонь Л.В., Корнута Н.О. Роль міді в процесі ембріонального розвитку. Современные проблемы токсикологии. 2005. № 2. С. 34-38.

31. Черняева О.І. Методи захисту атмосфери: конспект лекцій. Одеса : 2009. 100 с.
32. 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.
33. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Львів : Афіша, 2002. 320 с.
34. Геврик Є.О. Охорона праці: [навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Ельга, Ніка-Центр, 2003. 280 с.
35. Кузнецов Б.В. Электробезопасность при эксплуатации электроустановок. Минск : Беларусь, 1987. 479 с.
36. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках. Москва : Энергоатомиздат, 1984. 448 с.
37. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. Москва, 1992.

ДОДАТКИ

Додаток А

Метеорологічні параметри на досліджуваних вулицях Заводського району

Таблиця А.1 – Метеорологічні параметри на досліджуваних вулицях Заводського району в 2019 році

Місяць	Вулиця	Атмосферний тиск, мм.рт.ст.	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Напрямок вітру	Стан погоди
січень	Фундаментальна	755	4	80	півд. схід.	хмарно
	Билкіна	769	2	90	захід.	ясно
	Електрична	769	3	88	захід.	ясно
лютий	Зразкова	755	3	96	півд. схід	хмарно
		753	2	90	схід	хмарно
	Фінальна	755	3	96	півд. схід	хмарно
березень	Зразкова	761	2	90	півд. схід	хмарно
квітень	Зразкова	761	8	70	півд.	ясно
	Фінальна	760	8	86	півд.	ясно
		760	10	34	півд. захід.	ясно
травень	Морфлотська	757	26	43	півд.	ясно

Місяць	Вулиця	Атмосферний тиск, мм.рт.ст.	Температура повітря, °С	Вологість повітря, %	Напрямок вітру	Стан погоди
червень	Електрична	748	27	37	захід.	ясно
	Вогнетривна - Фундаментальна	749	27	31	півд.	ясно
липень	Вогнетривна - Фундаментальна	753	23	50	змін	ясно
	Фундаментальна	745	24	58	півд.	ясно
	Морфлотська	748	28	57	півд.	ясно
серпень	Зразкова	756	28	30	змін	ясно
	Фінальна	755	30	29	змін	ясно
вересень	Фундаментальна	760	22	60	півд.	ясно
	Фінальна	766	8	67	півд.	ясно
жовтень	Зразкова	753	18	68	півд.	ясно
	Фінальна	753	18	62	півд.	ясно
	Билкіна	740	7	60	захід.	хмарно
	Фундаментальна	762	16	60	півд.	ясно

Усереднені рівні добових і річних концентрацій забруднюючих речовин викидів Заводського району

Таблиця Б.1 – Рівні концентрацій забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях* Заводського району

	1	2	3	4	5	6	7	Середньорічна концентрація
TSP	0,515	0,4	0,5517	0,68	0,705	0,6017	0,535	0,56977
SO ₂	0,13	0,075	0,1087	0,11	0,1254	0,1525	0,21	0,13023
NO ₂	0,059	0,0345	0,1235	0,1653	0,1478	0,1032	0,125	0,10833
C ₆ H ₅ OH	-	-	0,01567	0,01505	0,01767	0,01297	0,0135	0,01497
CH ₂ O	-	-	0,01358	0,01725	0,0144	0,01288	-	0,01453
H ₂ SO ₄	-	-	0,0037	0,0046	0,0049	-	-	0,0044
CO	2,4	2,35	3,517	3	3,617	3,117	3,3	3,043
H ₂ S	-	-	0,00858	0,00843	0,0222	0,00778	0,01095	0,01159
CS ₂	-	-	0,0425	0,043	0,0458	-	-	0,04377

*Вулиці: 1 - вул. Електрична, 2 – Билкіна, 3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, 7 – Вогнетривна.

Перевищення ГДК забруднюючих речовин по Заводському району за 2019

Таблиця В.1 – Перевищення ГДК по Заводському району в 2019 році

Дата	Перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин (ГДК)
31.01.2019 р.	Заводський район, вул. Зразкова : пил - 0,51 мг/м ³ , в 1,02 рази вище ГДК; фенол – 0,026 мг/м ³ , в 2,6 рази вище ГДК; сірководень – 0,0083 мг/м ³ , в 1,04 рази вище ГДК; сірковуглець - 0,046 мг/м ³ , в 1,5 рази вище ГДК.
19.02.2019 р.	Заводський район, вул. Зразкова : пил – 0,6 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК;
04.03.2019 р.	Заводський район, вул. Зразкова : пил – 0,6 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; фенол – 0,011 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК.
05.03.2019 р.	Заводський район, вул. Фінальна : пил – 0,63 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; фенол – 0,013 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК.
19.03.2019 р.	Заводський район, вул. Фундаментальна : пил – 0,6 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; фенол – 0,012 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК.
21.03.2019 р.	Вознесенівський район, вул. Сталеварів-вул. Рекордна : пил – 0,51 мг/м ³ , в 1,02 рази вище ГДК.
25.03.2019 р.	Заводський район, вул. Фінальна : пил – 0,63 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; фенол – 0,012 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; сірководень – 0,0082 мг/м ³ , в 1,03 рази вище ГДК.
10.04.2019 р.	Заводський район, вул. Морфлотська : пил – 0,54 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК; фенол – 0,012 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК.
16.04.2019 р.	Заводський район, вул. Морфлотська : фенол – 0,0126 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; сірководень – 0,0085 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК.
06.05.2019 р.	Заводський район, вул. Бетонна : пил – 0,54 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК; фенол – 0,012 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; сірководень – 0,0084 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК.

Дата	Перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин (ГДК)
28.05.2019 р.	Заводський район, вул. Фінальна : азоту діоксид – 0,24 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; фенол – 0,013 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; сірководень – 0,0089 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК; сірковуглець – 0,049 мг/м ³ , в 1,6 рази вище ГДК.
08.07.2019 р.	Заводський район, вул. Вогнетривна-вул. Фундаментальна : фенол – 0,013 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; сірководень – 0,0092 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК.
16.07.2019 р.	Заводський район, вул. Фундаментальна : пил - 0,55 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК; фенол – 0,012 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; сірководень – 0,0082 мг/м ³ , в 1,03 рази вище ГДК.
07.08.2019 р.	Заводський район, вул. Фінальна : фенол - 0,02 мг/м ³ , в 2 рази вище ГДК; сірководень - 0,0095 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; сірковуглець - 0,055 мг/м ³ , в 1,8 рази вище ГДК; діоксид азоту - 0,28 мг/м ³ , в 1,4 рази вище ГДК.
07.08.2019 р.	Заводський район, вул. Фундаментальна : фенол - 0,013 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; сірководень - 0,0085 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК.
08.08.2019 р.	Заводський район, вул. Фінальна : фенол - 0,014 мг/м ³ , в 1,4 рази вище ГДК; сірководень - 0,0081 мг/м ³ , в 1,02 рази вище ГДК; сірковуглець - 0,049 мг/м ³ , в 1,6 рази вище ГДК.
03.09.2019 р.	Заводський район, вул. Фундаментальна : пил - 0,7 мг/м ³ , в 1,4 рази вище ГДК; фенол - 0,028 мг/м ³ , в 2,8 рази вище ГДК; сірководень - 0,0086 мг/м ³ , в 1,075 рази вище ГДК.
16.09.2019 р.	Заводський район, вул. Фінальна : пил - 0,65 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; фенол - 0,012 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; сірководень - 0,0085 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК.
01.10.2019 р.	Заводський район, вул. Вогнетривна : фенол - 0,014 мг/м ³ , в 1,4 рази вище ГДК; сірководень - 0,0099 мг/м ³ , в 1,24 рази вище ГДК.
03.10.2019 р.	Заводський район, вул. Морфлотська : фенол - 0,013 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; сірководень - 0,0096 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК.
07.10.2019 р.	Заводський район, вул. Історична : Л- фенол - 0,014 мг/м ³ , в 1,4 рази вище ГДК; сірководень - 0,0091 мг/м ³ , в 1,14 рази вище ГДК.

Дата	Перевищення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин (ГДК)
17.10.2019 р.	Заводський район, вул. Морфлотська : фенол - 0,014 мг/м ³ , в 1,4 рази вище ГДК; сірководень - 0,0098 мг/м ³ , в 1,23 рази вище ГДК.
24.10.2019 р.	Заводський район, вул. Зразкова : фенол - 0,03 мг/м ³ , в 3,0 рази вище ГДК; сірководень - 0,0095 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК.
04.11.2019 р.	Заводський район, вул. Зразкова : пил - 0,53 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК; фенол - 0,011 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК; сірководень - 0,0089 мг/м ³ , в 1,1 рази вище ГДК; сірковуглець - 0,0048 мг/м ³ , в 1,6 рази вище ГДК.
28.11.2019 р.	Заводський район, вул. Фінальна : фенол - 0,0138 мг/м ³ , в 1,38 рази вище ГДК; сірководень - 0,011 мг/м ³ , в 1,38 рази вище ГДК; сірковуглець - 0,055 мг/м ³ , в 1,83 рази вище ГДК.
28.11.2019 р.	Заводський район, вул. Зразкова : фенол - 0,0144 мг/м ³ , в 1,44 рази вище ГДК; сірководень - 0,011 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; сірковуглець - 0,055 мг/м ³ , в 1,57 рази вище ГДК.
10.12.2019 р.	Заводський район, вул. Бетонна : пил - 0,6 мг/м ³ , в 1,2 рази вище ГДК; фенол - 0,015 мг/м ³ , в 1,5 рази вище ГДК; сірководень - 0,01 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; сірковуглець - 0,047 мг/м ³ , в 1,6 рази вище ГДК.
11.12.2019 р.	Заводський район, вул. Морфлотська : фенол - 0,015 мг/м ³ , в 1,5 рази вище ГДК; сірководень - 0,01 мг/м ³ , в 1,3 рази вище ГДК; сірковуглець - 0,047 мг/м ³ , в 1,6 рази вище ГДК.

Міністерство освіти і науки України
Інженерний навчально-науковий інститут
Запорізького національного університету
Кафедра прикладної екології та охорони праці

**Кваліфікаційна робота
на тему:**

«Шляхи зниження негативного впливу викидів промислових підприємств на здоров'я населення м. Запоріжжя»

Виконала:

ст. гр. 8.1839з
Донець В.В.

Керівник:

к.т.н., доц. каф. ПЕОП
Манідіна Є.А.

м. Запоріжжя
2020 р.

Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Метою кваліфікаційної роботи є визначення рівнів ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря Заводського району викидами стаціонарних джерел промислових підприємств та аналіз заходів щодо зниження ризику для здоров'я населення на етапі управління ризиком.

У відповідності до поставленої мети, дослідження було спрямовано на вирішення наступних **завдань**:

- обґрунтувати використання методології оцінки ризику для здоров'я населення Заводського району, що зазнає впливу від викидів стаціонарних джерел Заводського району;
- охарактеризувати метеорологічну ситуацію, оцінити характеристику землекористування та особливості рельєфу території розміщення стаціонарних джерел викидів;
- оцінити токсичність викидів та сформувані перелік пріоритетних забруднюючих речовин атмосферного повітря, що характеризують вплив на здоров'я населення з урахуванням вимог етапу ідентифікації небезпеки та оцінки залежності «доза-відповідь»;
- розрахувати та оцінити неканцерогенні ризики за коефіцієнтами та індексами небезпеки (HQ, HI), індивідуальні канцерогенні ризики (ICR) та додаткові ризики смерті (IRM) для здоров'я експонованого населення, що зазнає впливу від забруднення викидами атмосферного повітря;
- проаналізувати природоохоронні заходи на етапі управління ризиком.

Об'єкт дослідження – вплив викидів забруднюючих речовин на формування інгаляційного ризику для здоров'я населення, що проживає у зоні дії викидів стаціонарних джерел.

Предмет дослідження – забруднюючі речовини; ризики для здоров'я, обумовлені інгаляційним впливом забрудненого атмосферного повітря (неканцерогенні та канцерогенні ризики, індивідуальні ризики смерті).

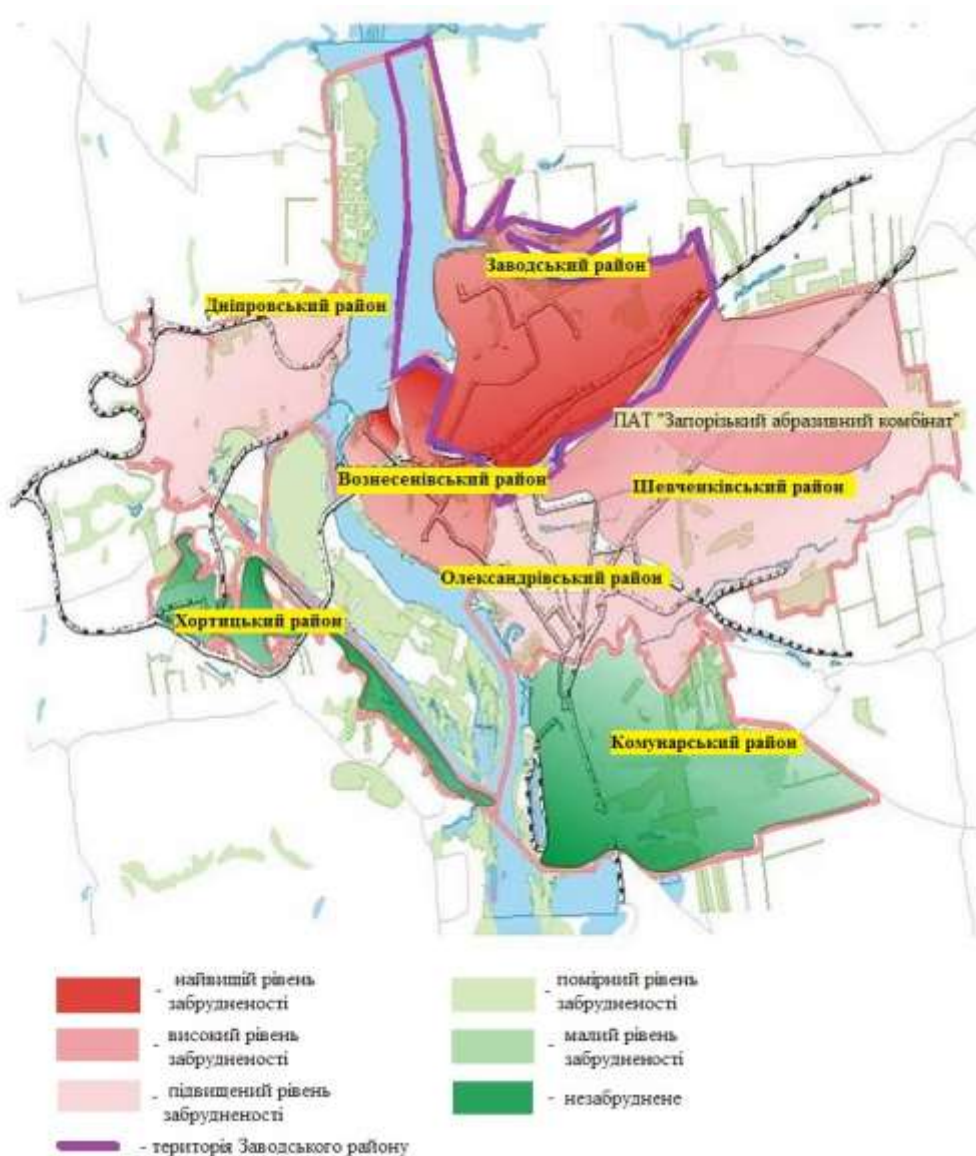
Класифікація рівнів небезпеки неканцерогенного ризику

Рівень небезпеки	Коефіцієнт/індекс небезпеки, (HQ/HI)	Характеристика рівня ризику
Мінімальний	$\leq 0,1$	ризик виникнення шкідливих ефектів відсутній
Низький	0,1 - 1	ризик виникнення шкідливих ефектів є зневажливо малим
Середній	1 - 5	існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (неприпустимий для населення, допустимий для виробничих умов)
Високий	5 - 10	існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частині населення
Надзвичайно високий	≥ 10	масові скарги, виникнення хронічних захворювань

Характеристика сценарію і маршруту впливу забруднюючих речовин

Елементи аналізу експозиції	Характеристика експозиції			
Агенти	хімічні забруднюючі речовини			
Джерела	викиди підприємств в атмосферне повітря від стаціонарних джерел			
Шлях впливу	інгаляційний (дихання повітрям)			
Тривалість експозиції	неканцерогенні ефекти – 30 років			
Географічне охоплення	Заводський район м. Запоріжжя			
Період оцінки	2019 рік			
Тип впливу за часом контакту	хронічний (70 років)			
Вік експонованої групи	середня людина (30 років)	≤ 6	6-18	$18 \geq$

Джерела забруднення та вулиці, що досліджувалися



Джерела забруднення:

ПАТ «Запоріжсталь»;

ПАТ «Дніпроспецсталь»;

ПАТ «Запорізький завод феросплавів»;

ПрАТ «Український графіт»;

ПАТ «Запоріжвогнетрив»;

ПрАТ «Запоріжжкокс»;

ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат».

Вулиці, що досліджувалися:

1 - вул. Електрична,

2 – Билкіна,

3 – Зразкова,

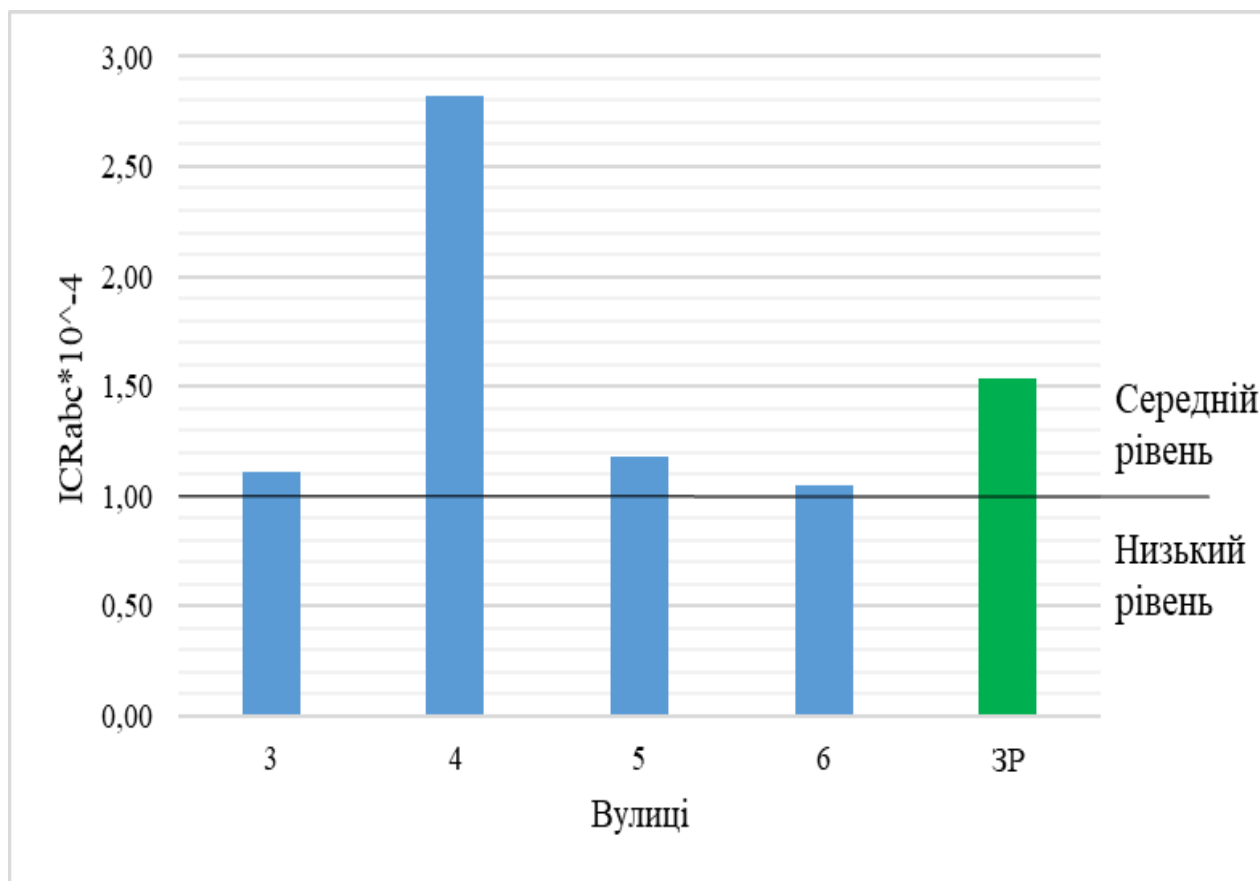
4 – Морфлотська,

5 – Фінальна,

6 – Фундаментальна,

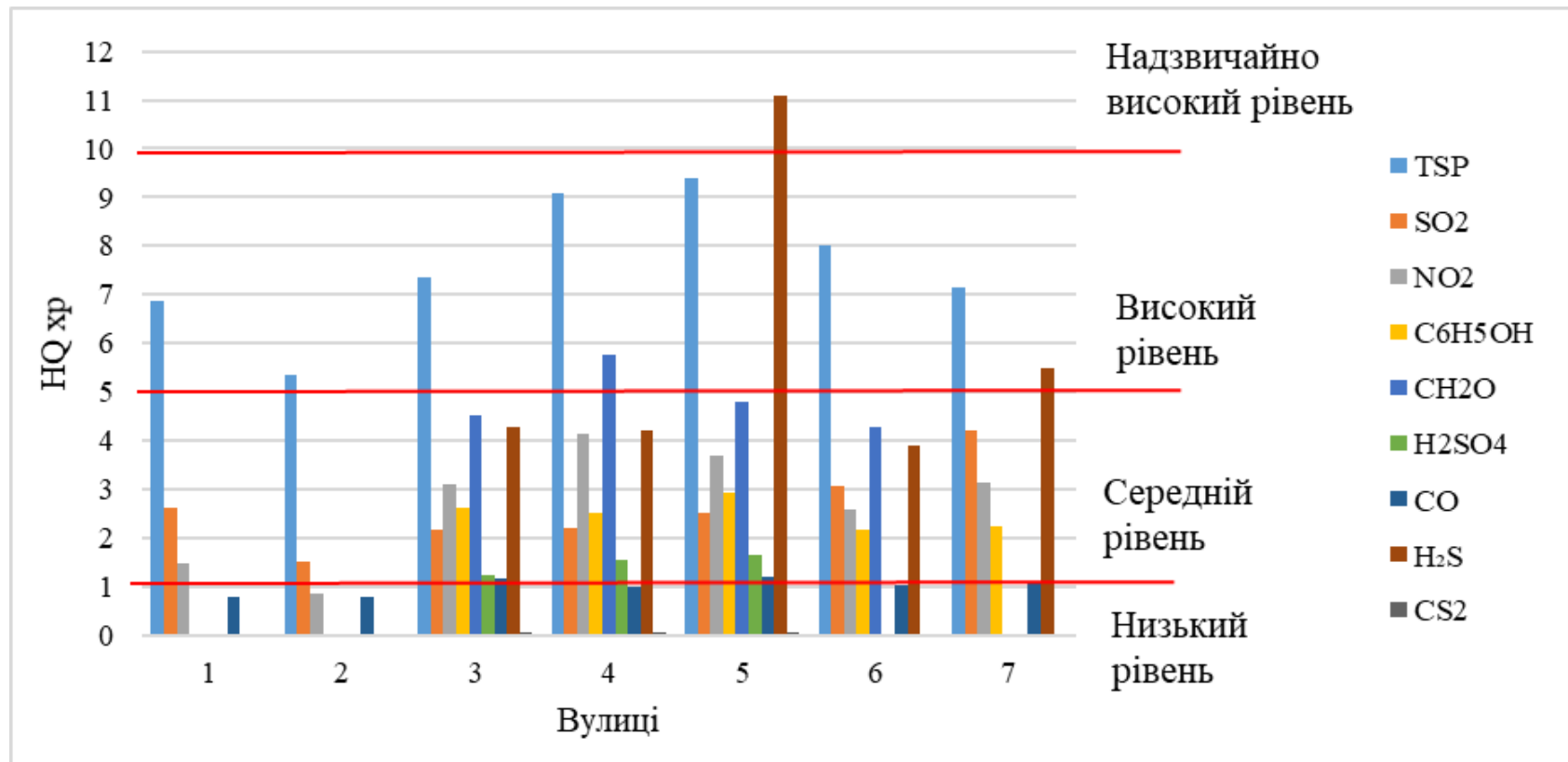
7 – Вогнетривна.

Індивідуальний канцерогенний ризик при хронічній дії на досліджуваних вулицях та в Заводському районі ⁶



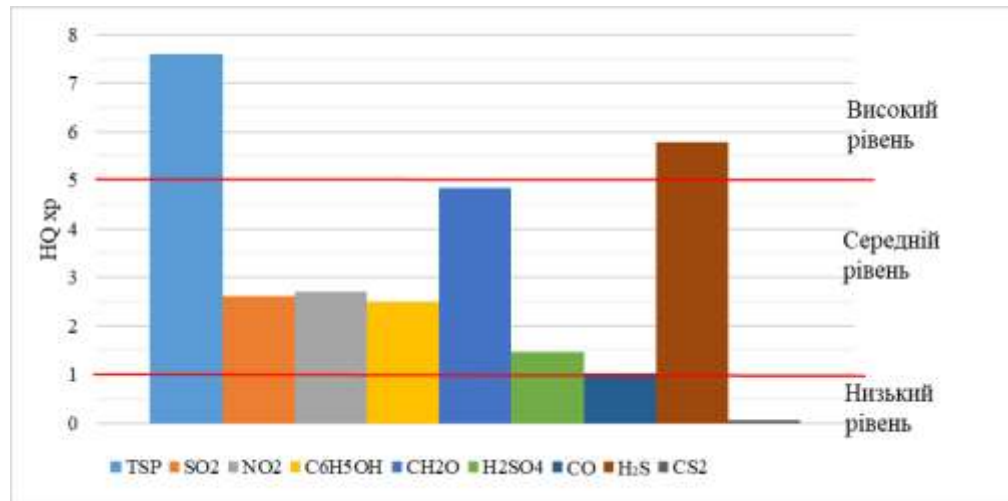
3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, ЗР – Заводський район.

Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгалаційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств на досліджуваних вулицях Заводського району

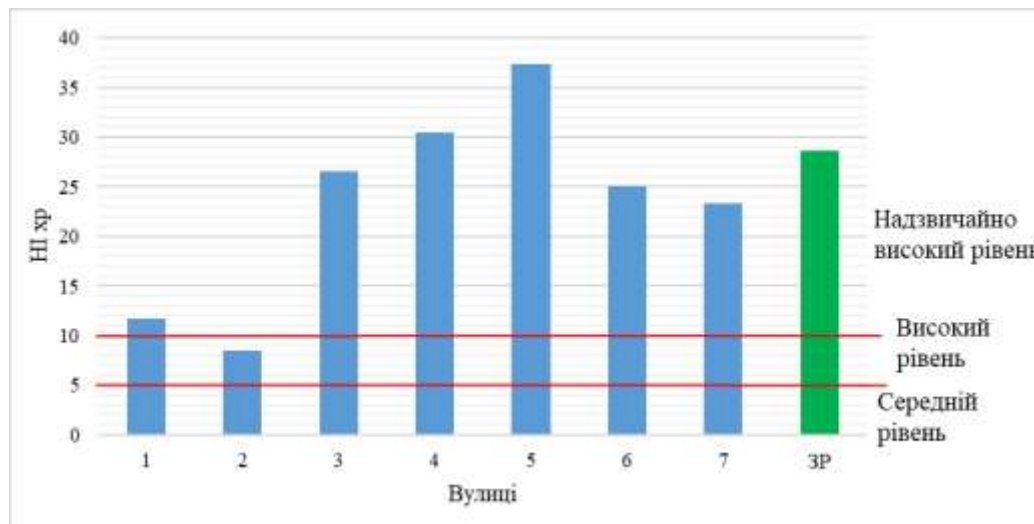


1 – вул. Електрична, 2 – Билкіна, 3 – Зразкова, 4 – Морфлотська, 5 – Фінальна, 6 – Фундаментальна, 7 – Вогнетривна.

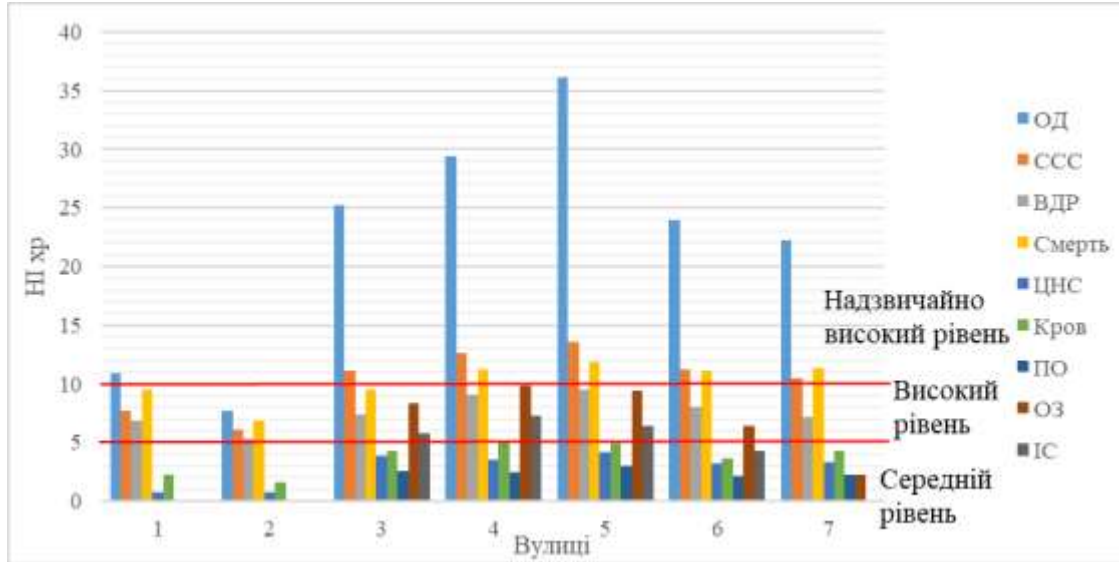
Коефіцієнти небезпеки при оцінці хронічних інгалаційних впливів викидів забруднюючих речовин в Заводському районі за 2019 р. 8



Сумарний індекс небезпеки на досліджуваних вулицях та в Заводському районі при хронічному впливі в 2019 році

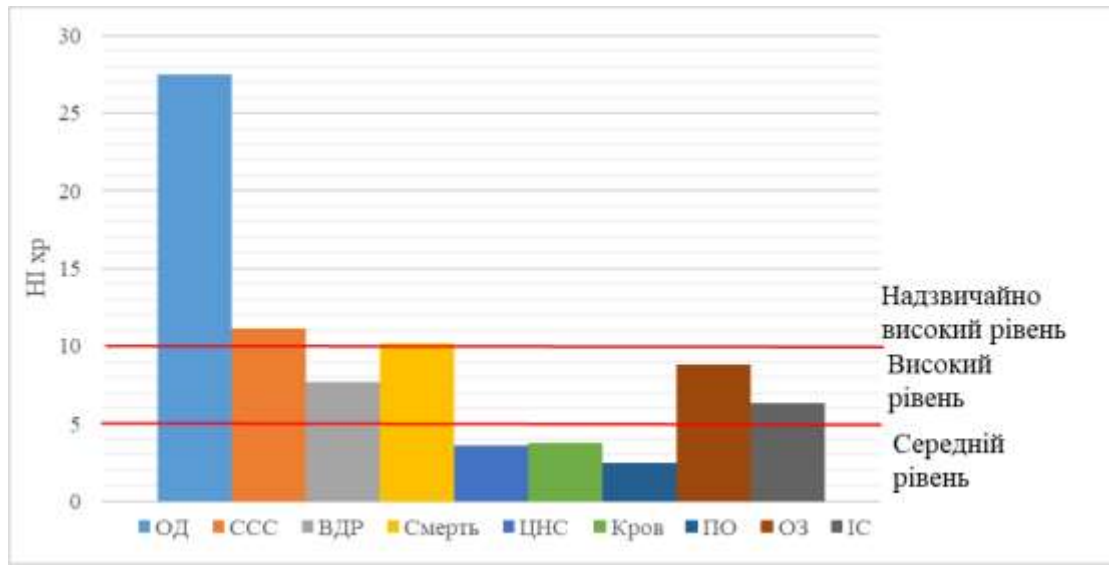


Загальний вид: індекси небезпеки на системи та органи на досліджуваних вулицях при хронічному впливі в 2019 році

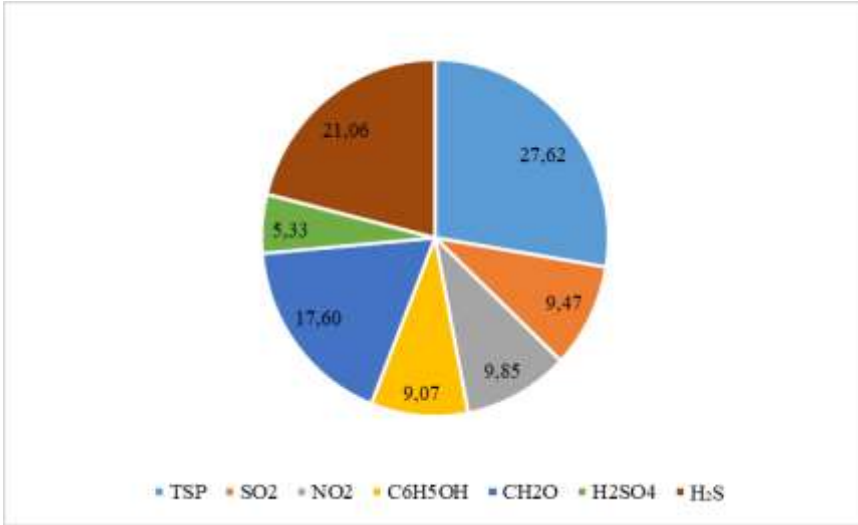


- 1 – вул. Електрична,
- 2 – Билкіна,
- 3 – Зразкова,
- 4 – Морфлотська,
- 5 – Фінальна,
- 6 – Фундаментальна,
- 7 – Вогнетривна.

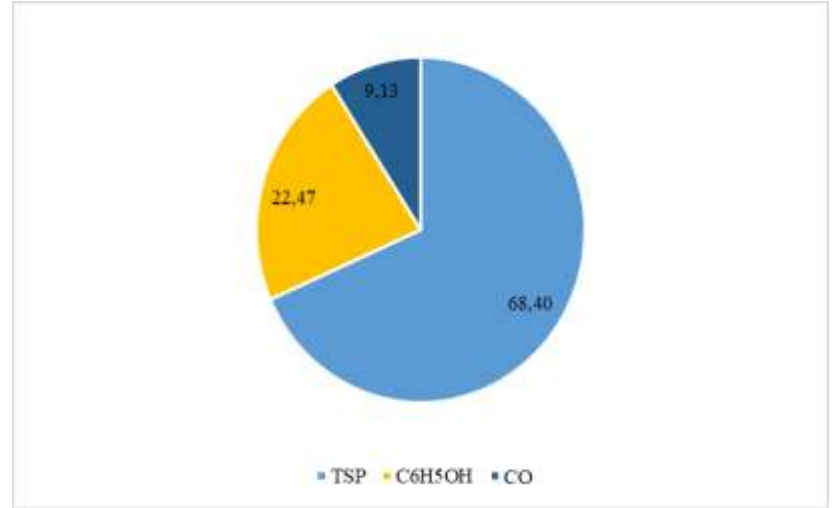
Загальний вид: індекси небезпеки на системи та органи в Заводському районі при хронічному впливі в 2019 році



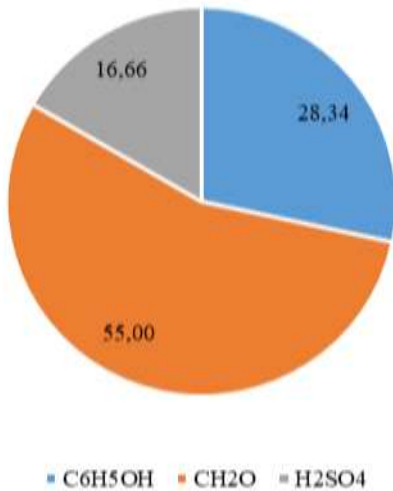
Частка шкідливих речовин, які впливають на органи у Заводському районі при хронічній дії



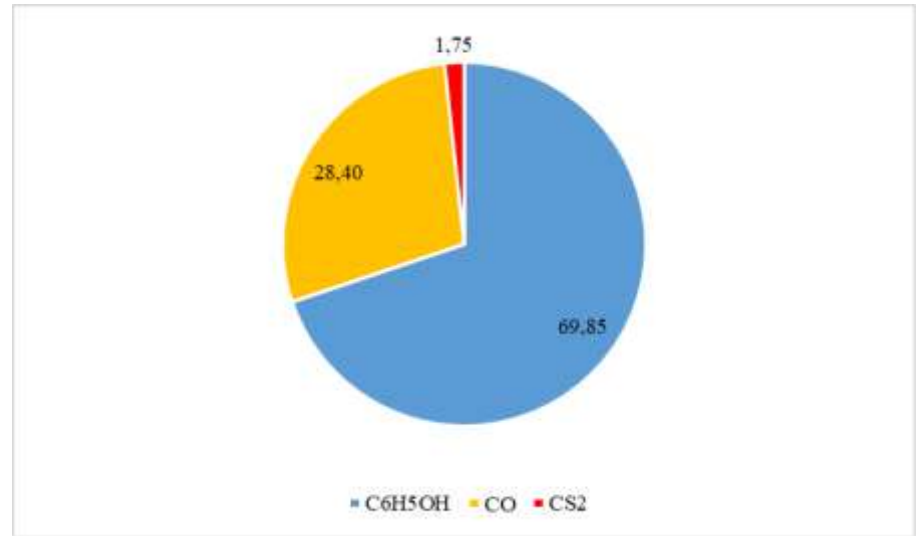
на органи дихання



на серцево-судинні системи

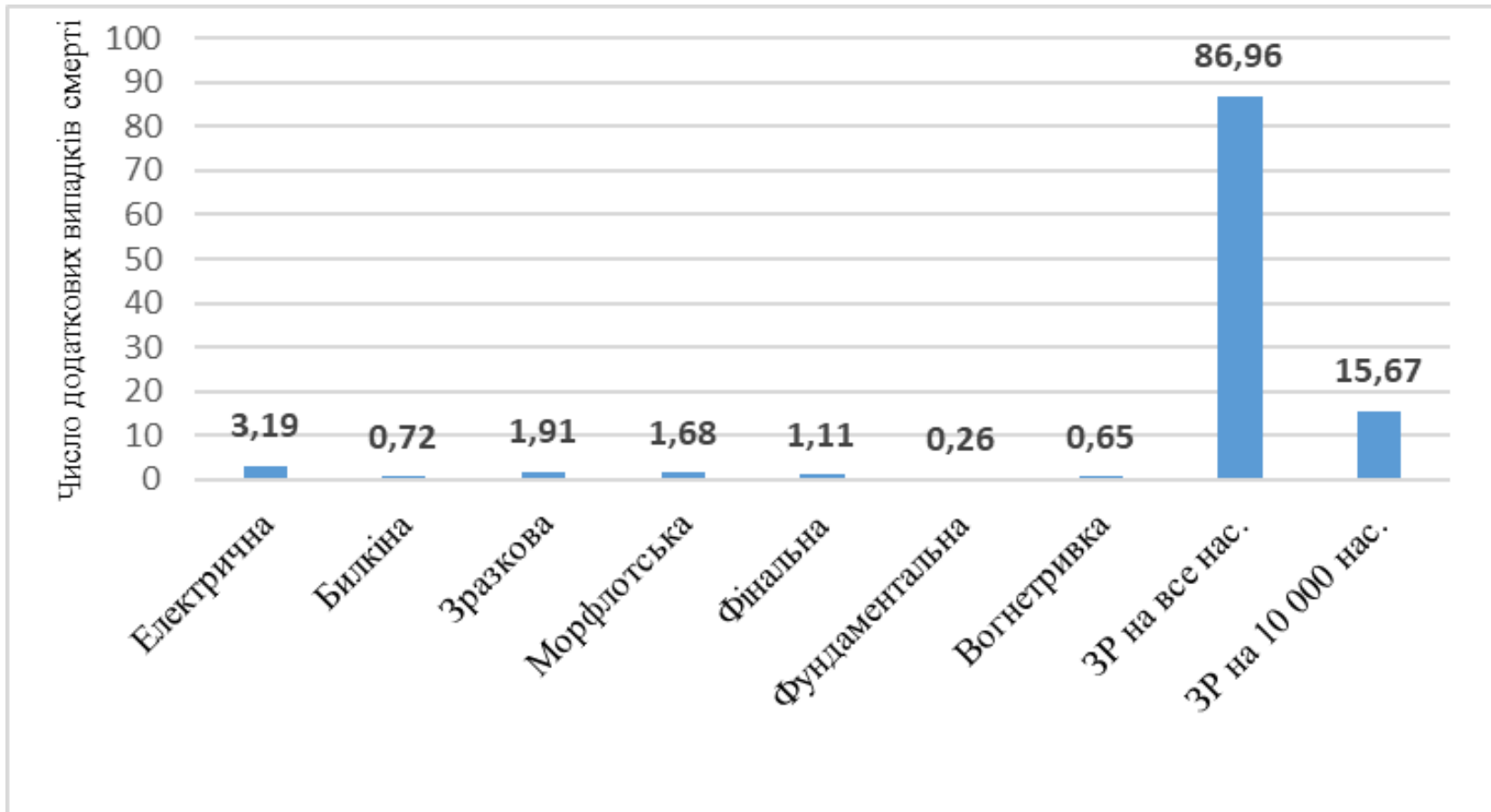


на органи зору



на центральну-нервову систему

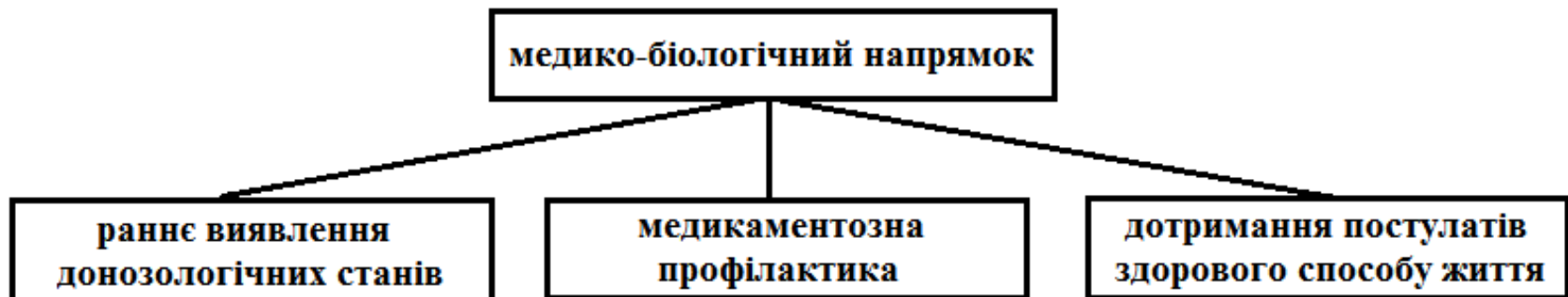
Число додаткових випадків смерті від дії зважених речовин (PM10) на досліджуваних вулицях Заводського району в 2019 р.



Напрямки по управлінню екологічним ризиком



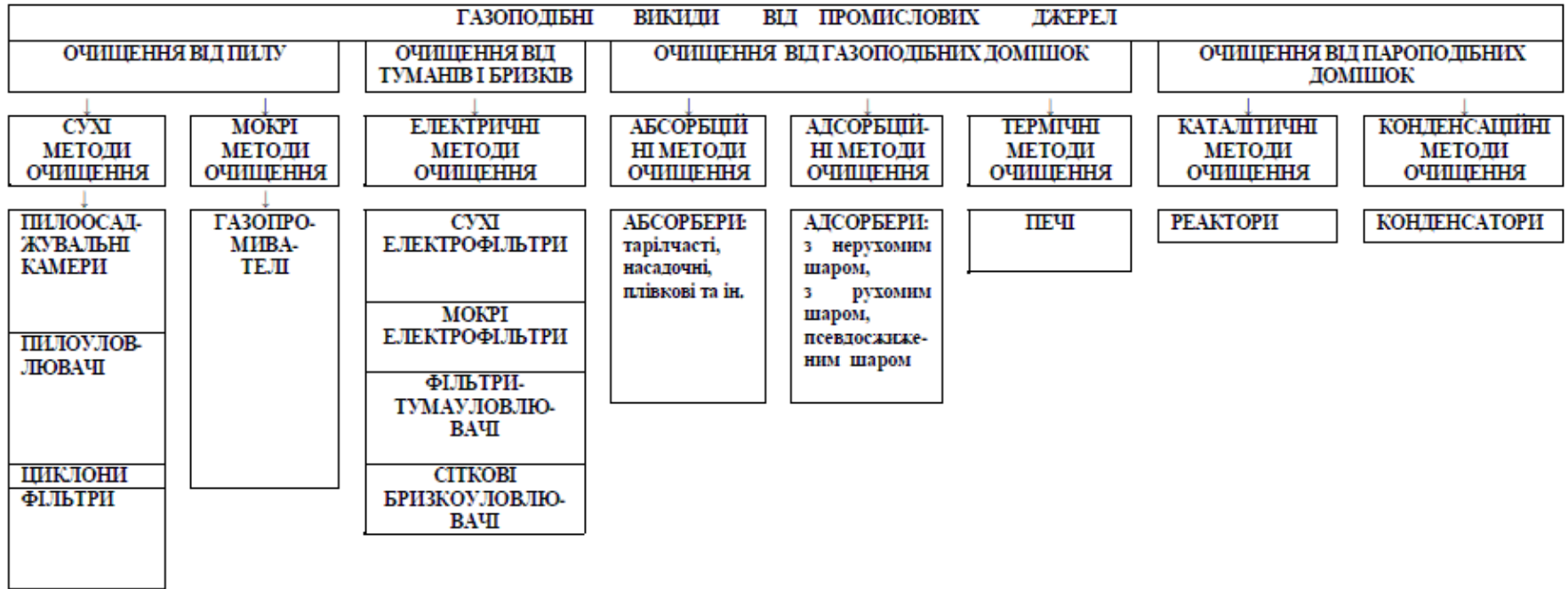
Медико-біологічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення



Технічний і технологічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення



Класифікація методів та устаткування очистки промислових викидів



Санітарно-гігієнічний напрямок профілактики забруднення та зниження ризику для здоров'я населення



1. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на досліджуваних вулицях та в Заводському районі при хронічному впливі свідчать про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$).

2. Результати розрахунків популяційного ризику при хронічному впливі складають 8,55 на все населення, 1,54 – на 10 000 населення.

3. Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району знаходяться на надзвичайно високому рівні на всіх вулицях $HI = 11,74 \div 37,35$, крім вулиці Билкіна, де знаходяться на високому рівні $HI = 8,48$.

4. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про надзвичайно високий рівень при хронічному інгаляційному впливі на органи дихання ($HI = 7,7 \div 29,41$), серцево-судинну систему ($HI = 6,12 \div 13,55$), додаткову смертність ($HI = 6,83 \div 11,91$), про високий рівень на вроджені дефекти розвитку ($HI = 5,33 \div 9,47$), органи зору ($HI = 2,25 \div 9,79$), імунну систему ($HI = 4,29 \div 7,28$), про середній рівень на центральну нервову систему ($HI = 0,78 \div 4,22$), кров ($HI = 1,65 \div 5,13$), паренхіматозні органи ($HI = 2,16 \div 2,95$) (печінка, нирки).

5. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при хронічному інгаляційному впливі в Заводському районі та знаходяться на надзвичайно високому рівні на органи дихання $HI = 27,51$, серцево-судинну систему $HI = 11,11$, додаткову смертність $HI = 10,20$, на високому рівні на вроджені дефекти розвитку $HI = 7,66$, органи зору $HI = 8,80$, імунну систему $HI = 6,31$, на середньому рівні на центральну нервову систему $HI = 3,57$, кровоносну систему $HI = 3,72$, паренхіматозні органи (печінка, нирки) $HI = 2,50$.

6. Розрахунки додаткових випадків смерті від дії зважених часток складають 86,96 в 2019 році на все населення Заводського району, або 15,67 на 10 000 населення.

7. Визначено, що для вирішення екологічних проблем першочерговим завданням є розробка системи зменшення техногенного навантаження на об'єкти довкілля та населення екологічно кризових регіонів, методологічний підхід до якої має базуватись на підвищенні ефективності природоохоронної діяльності за чотирма основними напрямками: законодавчому, технічному та технологічному, санітарно-гігієнічному та медико-біологічному.