

ТЕХНОГЕННА НЕБЕЗПЕКА

«ОЦІНКА РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ТЕХНОГЕННОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ В ПРОМИСЛОВИХ РЕГІОНАХ (НА ПРИКЛАДІ М. ЗАПОРІЖЖЯ)»

АНОТАЦІЯ

до наукової роботи під шифром «Техногенна небезпека»

Актуальність теми. Техногенне забруднення навколишнього середовища – один з найбільш впливових чинників, від якого залежить стан здоров'я населення. За ступенем хімічної небезпеки для людини забруднення атмосферного повітря залишається провідним фактором ризику. Між тим його рівень і характер залежить від особливостей промислового розвитку населеного пункту та різноманітності джерел забруднення. Місто Запоріжжя характеризується високим зосередженням підприємств чорної та кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудівних та металообробних підприємств, будівельних виробництв тощо, що обумовлює високе техногенне навантаження на здоров'я жителів міста. Складна екологічна ситуація в місті супроводжується багаторічним перевищенням граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі житлової забудови.

Метою наукової роботи було встановити рівні ризиків для здоров'я населення Заводського району м. Запоріжжя від забруднення атмосферного повітря викидами промислових підприємств.

У відповідності до поставленої мети, дослідження було спрямовано на вирішення наступних **завдань**: оцінити токсичність викидів та сформувані перелік пріоритетних забруднюючих речовин атмосферного повітря, що характеризують вплив на здоров'я населення; розрахувати неканцерогенні ризики за коефіцієнтами та індексами небезпеки (HQ, HI) для здоров'я експонованого населення.

Методи дослідження: санітарно-гігієнічні (для оцінки забруднення атмосферного повітря шкідливими хімічними речовинами), аналітичні (оцінка токсичності речовин), математичні (ймовірнісна оцінка для розрахунків рівнів ризику для здоров'я експонованого населення).

Загальна характеристика роботи. Наукова робота включає 37 сторінок тексту, 28 рисунків, 4 таблиці, 1 додаток, 9 використаних джерел. Обсяг основного тексту – 30 сторінок.

Ключові слова: ІНДЕКС НЕБЕЗПЕКИ, НАВАНТАЖЕННЯ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, РИЗИК, КОНЦЕНТРАЦІЯ, ВПЛИВ.

ЗМІСТ

Вступ	4
1 Ідентифікація небезпеки щодо оцінки токсичності викидів від стаціонарних джерел заводського району	6
2 Оцінка експозиції та залежності «доза-відповідь» пріоритетних забруднюючих речовин	9
3 Характеристика ризику для здоров'я населення заводського району	11
Висновки	30
Список джерел посилання	31
Додатки	33
Додаток А. Результати розрахунків неканцерогенних ризиків у Заводському районі	33

ВСТУП

Зростаючий техногенний пресинг на довкілля зумовлює виникнення різноманітних медичних проблем. Екологічні умови детермінуються багатокомпонентністю, широким спектром дії, постійною мінливістю, різним ступенем шкідливості. Вказане суттєвим чином впливає на сприятливість екологічних умов для мешкання. Соціально-гігієнічний моніторинг показав, що в державі в несприятливих екологічних умовах мешкає третина населення.

До одного з найнесприятливіших регіонів держави відноситься Запорізька область. В області більше двох третин населення (73,4 %) проживає в екологічно напружених умовах. Несприятливий вплив розмаїття техногенних чинників спричинює збільшення рівня смертності, інвалідності, захворюваності, зростання донозологічних станів, погіршення фізичного розвитку. Пріоритетний внесок в формування стану навколишнього середовища Запорізької області здійснює промисловий комплекс м. Запоріжжя [1].

Місто Запоріжжя є великим металургійним центром України і входить до складу Придніпровського регіону, на відносно невеликій площі якого (631,9 тис.м² або 5,3% площі України) розташовано 40% чорної та кольорової металургійної промисловості, 20,5% хімічної та машинобудівельної промисловості, 41 % енергетики. Тому для м. Запоріжжя, як і для багатьох інших промислових міст України, що мають значну кількість джерел забруднення атмосферного повітря, обґрунтування безпечних для здоров'я обсягів викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря є більш актуальним [1].

На території міста функціонує більше 230 підприємств, з них ВАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Запорізький завод феросплавів», ВАТ «Запорізький абразивний комбінат» входять до переліку 100 підприємств - найбільших забруднювачів загальнодержавного значення. Вказані підприємства здійснюють викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря через майже

3 тис. джерел викидів, із яких тільки третину оснащено газоочисними установками.

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 [1].

В області 73,4 % населення перебуває під шкідливим впливом атмосферних забруднень. За цим показником Запорізька область у 3,1 рази перевищує середньодержавний показник, який дорівнює 23,5 %.

Основними причинами забруднення повітряного басейну є потужний промисловий комплекс та застарілі технології на підприємствах. Стан навколишнього середовища також визначається рівнем урбанізації. 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 – 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.

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, 3]: ідентифікацію небезпеки; оцінку експозиції; характеристику небезпеки (оцінку залежності «доза-відповідь»); характеристику ризику.

1 ІДЕНТИФІКАЦІЯ НЕБЕЗПЕКИ ЩОДО ОЦІНКИ ТОКСИЧНОСТІ ВИКИДІВ ВІД СТАЦІОНАРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗАВОДСЬКОГО РАЙОНУ

Характеристику сценарію і маршруту впливу забруднюючих речовин, обраних для умов Заводського та Вознесенівського районів, представлено в табл. 1.1. Пріоритетним шляхом надходження забруднюючих речовин в організм людини є інгаляційний шлях, аналізованим середовищем визначено атмосферне повітря.

Таблиця 1.1 – Сценарій і маршрут впливу забруднюючих речовин

Елементи аналізу експозиції	Характеристика експозиції
Агенти	хімічні забруднюючі речовини
Джерела	викиди підприємств Заводського району в атмосферне повітря від стаціонарних організованих джерел
Шлях впливу	інгаляційний (дихання повітрям)
Тривалість експозиції	канцерогенні ефекти – 70 років, неканцерогенні ефекти – 30 років
Географічне охоплення	Заводський район м. Запоріжжя
Період оцінки	2016-2020 роки
Тип впливу за часом контакту	хронічний (70 років)
Вік експонованої групи	середня людина (30 років)

Як джерела забруднення обрано такі об'єкти: ПАТ «Запоріжсталь», ПАТ «Дніпроспецсталь», ПАТ «Запорізький завод феросплавів», ПАТ «Український графіт», ПАТ «Запоріжвогнетрив», ПАТ «Запоріжжкокс», ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат». Також значний вплив в забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя вносить автотранспорт.

З метою визначення переліку пріоритетних для подальших досліджень потенційно шкідливих хімічних сполук від цих підприємств спочатку склали максимально повний список всіх хімічних речовин, здатних впливати на людину на досліджуваній території.

Враховувались наступні критерії вибору пріоритетних забруднюючих речовин [4, 5]: оцінка токсичності забруднюючих 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 промислових підприємств.

Враховуючи критерії відбору пріоритетних забруднюючих речовин, що викидають в атмосферне повітря стаціонарні джерела Заводського району, було сформовано перелік пріоритетних забруднюючих речовин за п'ять років (2016-2020 рр.).

До переліку увійшли 8 хімічних сполук (табл. 1.2), з яких до 2 класу небезпеки (високонебезпечні речовини) відносяться - сірководень, фенол, формальдегід, сірковуглець; до 3 класу небезпеки – азоту діоксид, ангідрид сірчистий, завислі часточки, до 4 класу небезпеки – вуглецю оксид.

Постійний тиск забрудненого повітря на здоров'я населення відбивається на показниках захворюваності та смертності. В першу чергу – це збільшення хронічних захворювань органів дихання під впливом таких хімічних речовин, як азоту діоксид, сірки діоксид, сірководень, фенол, речовини у вигляді суспендованих твердих часточок; серцево-судинних захворювань – оксид вуглецю, фенол, сірки діоксид, речовини у вигляді суспендованих твердих часточок; захворювань центральної нервової системи – оксид вуглецю, фенол [6].

Таблиця 1.2 – 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*
Завислі речовини	-	0,5	0,15	3	0,075 / ОД, ССС, ВДР, смерть
Завислі речовини, розміром не менш 10 мкм	-	-	-	-	0,05 / ОД, ССС, ВДР, смерть
Азоту діоксид	10102-44-0	0,2	0,04	3	0,04 / ОД, кров
Ангідрид сірчистий	7446-09-5	0,5	0,05	3	0,05 / ОД, смерть
Вуглецю оксид	630-08-0	5,0	3,0	4	3 / ССС, ВДР, ЦНС, кров
Фенол	108-95-2-6	0,01	0,003	2	0,006 / ОЗ, ОД, ССС, ПО, ЦНС
Формальдегід	50-00-0	0,035	0,003	2	0,003 / ОД, ОЗ, ІС
Сірководень	7783-06-4	0,008	-	2	0,002 / ОД
Сірковуглець	75-15-0	0,03	0,005	2	0,7 / ВДР, ЦНС

Примітка.* КН – клас небезпеки; 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.

2 ОЦІНКА ЕКСПОЗИЦІЇ ТА ЗАЛЕЖНОСТІ «ДОЗА-ВІДПОВІДЬ» ПРІОРИТЕТНИХ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН

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.

Статистику населення в місті Запоріжжі та у Заводському районі за період 2016-2020 рр. представлено в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Статистика населення в місті Запоріжжі та у Заводському районі

Роки	Чисельність м. Запоріжжя, тис. осіб	Чисельність Заводського району, тис. осіб
2016	757,302	50,6
2017	748,058	51,076
2018	745,432	55,5
2019	735,325	56,209
2020	731,922	56,209

Для дослідження було обрано вулиці під номерами: 1 - Фінальна, 2 - Фундаментальна, 3 - Морфлотська, 4 - Зразкова, 5 - Билкіна, 6 - Електрична, 7 – Вогнетривка.

Усереднені рівні добових і річних концентрацій забруднюючих речовин за 2016-2020 рр., які формують експозиційні навантаження на здоров'я населення Заводського району м. Запоріжжя, було надано ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» за договором про співпрацю № 89-с між ЗНУ та ДУ «Запорізький обласний лабораторний центр МОЗ України» від 20.10.2020 р.

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.

Відповідно до міжнародних критеріїв оцінки якості атмосферного повітря серед пріоритетних забруднюючих речовин Заводського району спостерігалися перевищення максимально-разових ГДК: в 2016 році – по пилу, фенолу, сірководню, азоту діоксиду, сірковуглецю; в 2017 році - по пилу, фенолу, сірководню, азоту діоксиду, діоксиду сірки, сірковуглецю; в 2018 році – по пилу, фенолу, сірководню, азоту діоксиду, сірковуглецю, в 2019 році – по пилу, фенолу, сірководню, азоту діоксиду, сірковуглецю, в 2020 році – по сірководню, фенолу, сірковуглецю, оксиду вуглецю, формальдегіду.

3 ХАРАКТЕРИСТИКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ЗАВОДСЬКОГО РАЙОНУ

На основі розрахованих рівнів експозиції були встановлені характеристики ризику для Заводського району від забруднення атмосферного повітря, обумовлені викидами підприємств району, які включали [7, 8]: коефіцієнти небезпеки для окремих речовин (HQ), індекси небезпеки для сукупності речовин та сумарні індекси небезпеки (HI).

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств при хронічному впливі на досліджуваних вулицях за 2016-2020 рр. свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HQ > 1$) у деяких місцях заміру рецепторних точок та представлені в додатку А (табл. А.1).

Коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях при хронічному впливі представлено на рис. 3.1-3.5.

У Заводському районі середні значення коефіцієнтів небезпеки при хронічному інгаляційному впливі у 2016 р. перевищують допустимий рівень ($HQ > 1$) для всіх речовин, за виключенням сірковуглецю та оксиду вуглецю, і знаходяться на рівні:

- для пилу – на високому рівні;
- для ангідриду сірчистого – на середньому рівні;
- для азоту діоксиду – на середньому рівні на всіх вулицях, окрім вул. Морфлотська, де знаходяться на низькому рівні;
- для фенолу – на середньому рівні;
- для формальдегіду – на середньому рівні на всіх вулицях, окрім вул. Морфлотська, де знаходяться на надзвичайно високому рівні;
- для оксиду вуглецю – на низькому рівні на всіх вулицях, окрім вул. Морфлотська, де знаходяться на середньому рівні;
- для сірководню – на середньому рівні;
- для сірковуглецю – на низькому рівні.

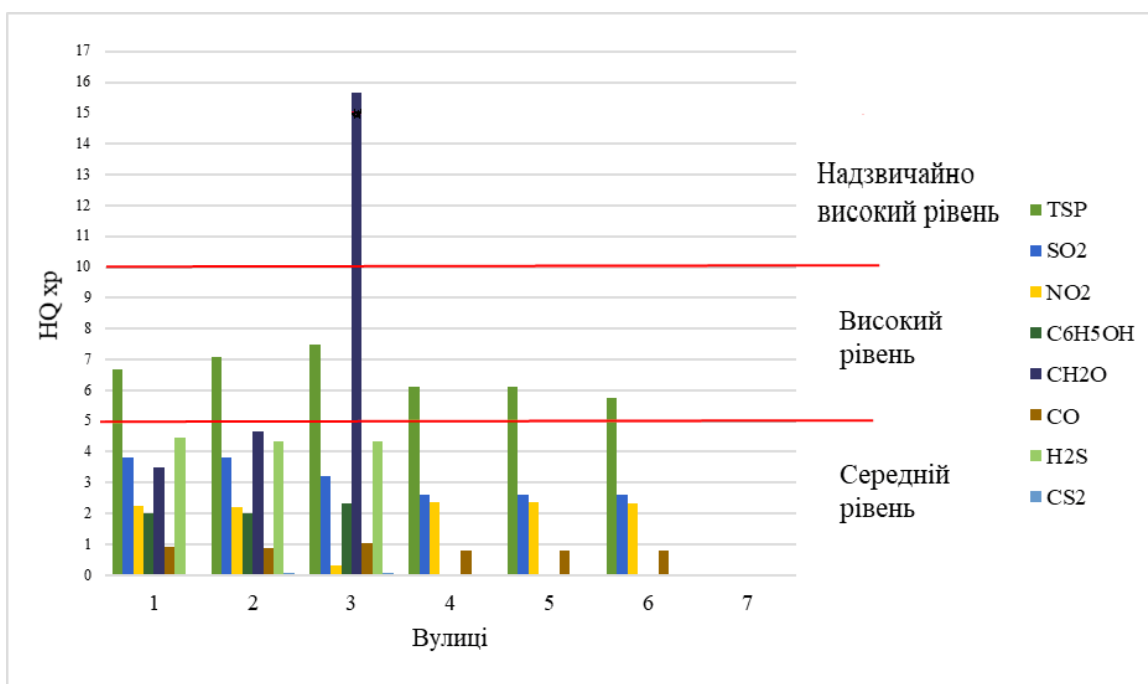


Рисунок 3.1 – Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях Заводського району за 2016 рік

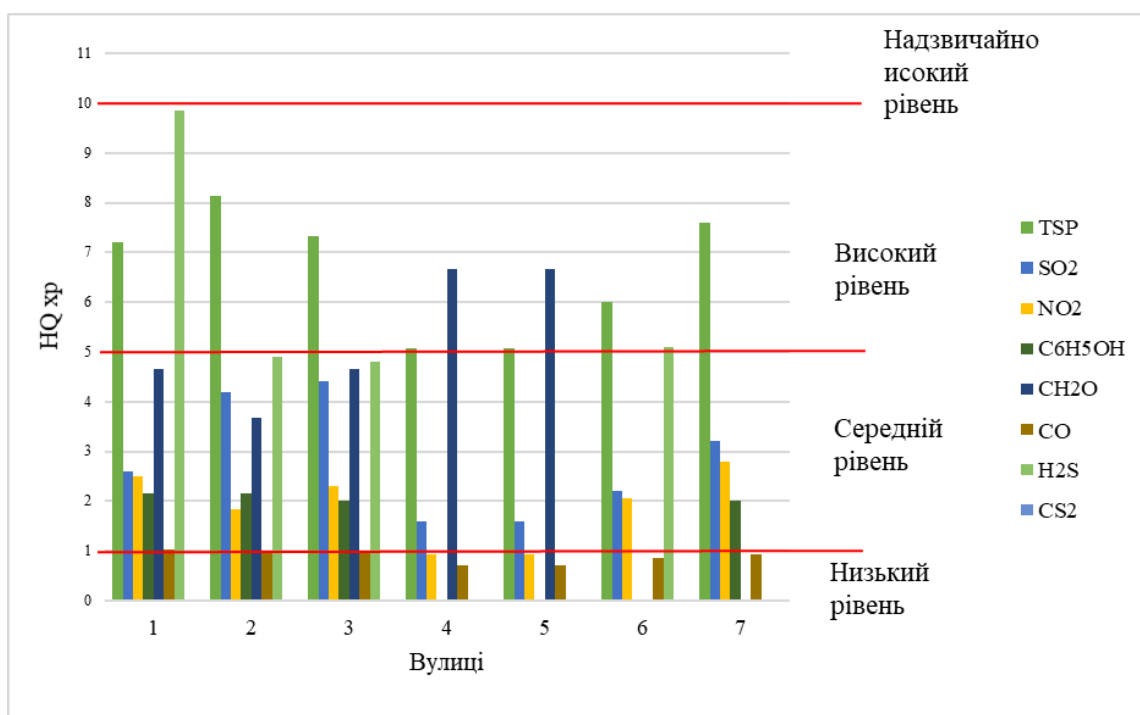


Рисунок 3.2 – Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях Заводського району за 2017 рік

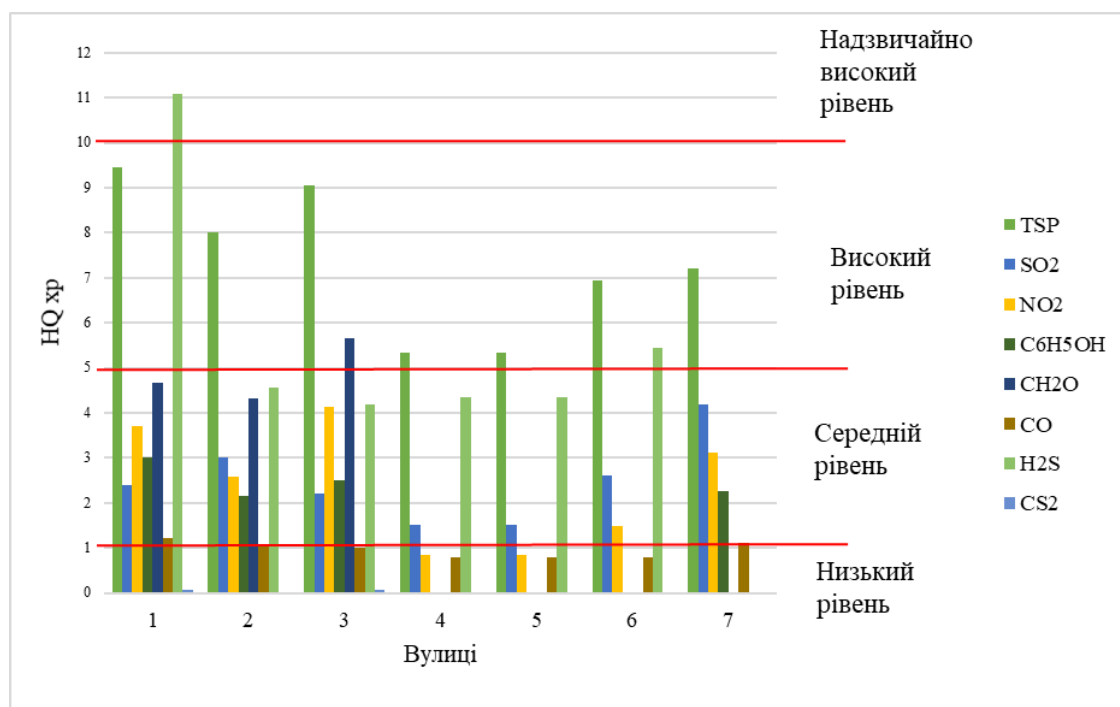


Рисунок 3.3 – Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях Заводського району за 2018 рік

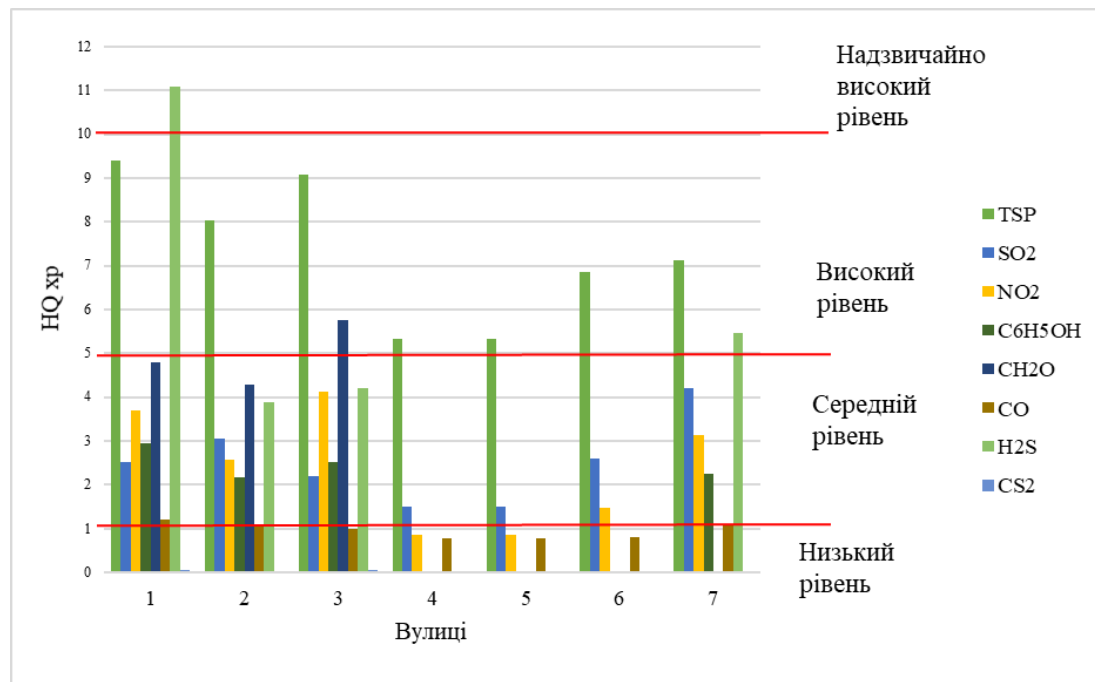


Рисунок 3.4– Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях Заводського району за 2019 рік

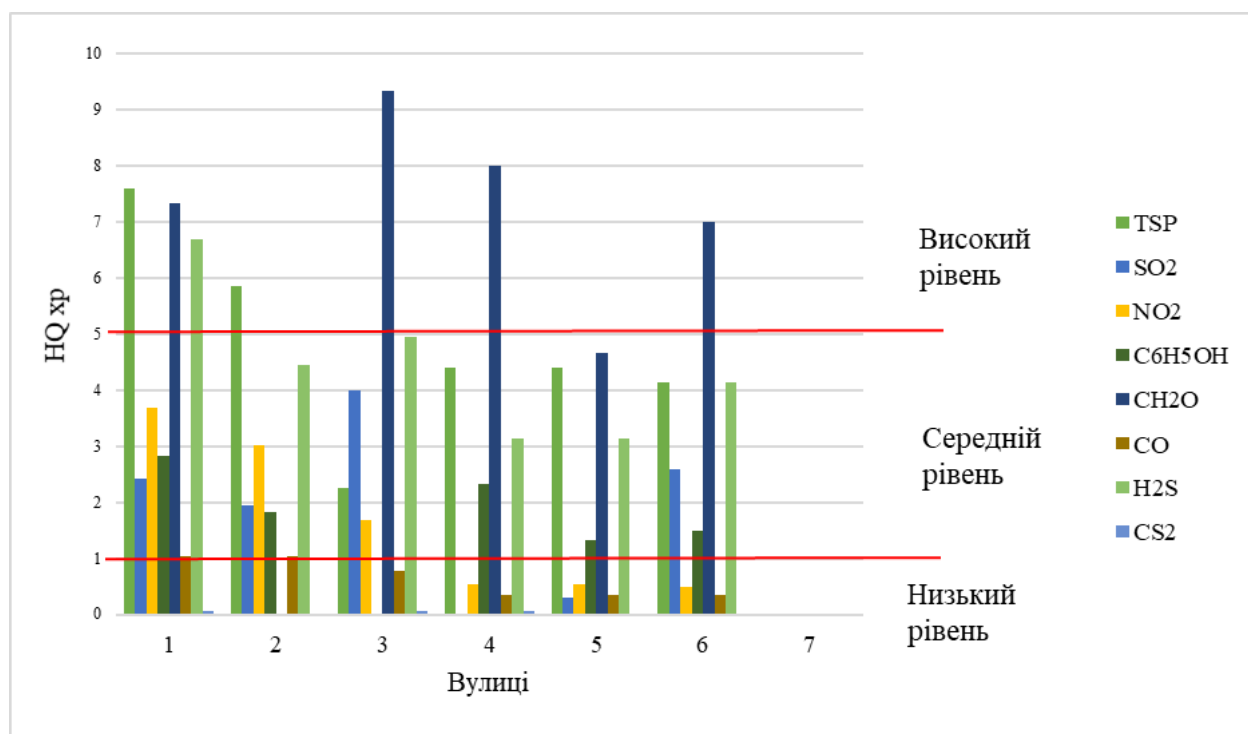


Рисунок 3.5– Середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях Заводського району за 2020 рік

Середні значення коефіцієнтів небезпеки при хронічному інгаляційному впливі у 2017 р. перевищують допустимий рівень ($HQ > 1$) для всіх речовин, крім сірковуглецю, і знаходяться на рівні:

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

- для сірковуглецю – на низькому рівні на всіх вулицях.

Середні значення коефіцієнтів небезпеки при довічному інгаляційному впливі у 2018 р. перевищують допустимий рівень ($HQ > 1$) для всіх речовин, крім сірковуглецю, і знаходяться на рівні:

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

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

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

Середні значення коефіцієнтів небезпеки при хронічному інгаляційному впливі у 2020 р. перевищують допустимий рівень ($HQ > 1$) для всіх речовин, крім сірковуглецю, і знаходяться на рівні:

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

Коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин у Заводському районі при хронічному впливі представлено на рис. 3.6-3.10.

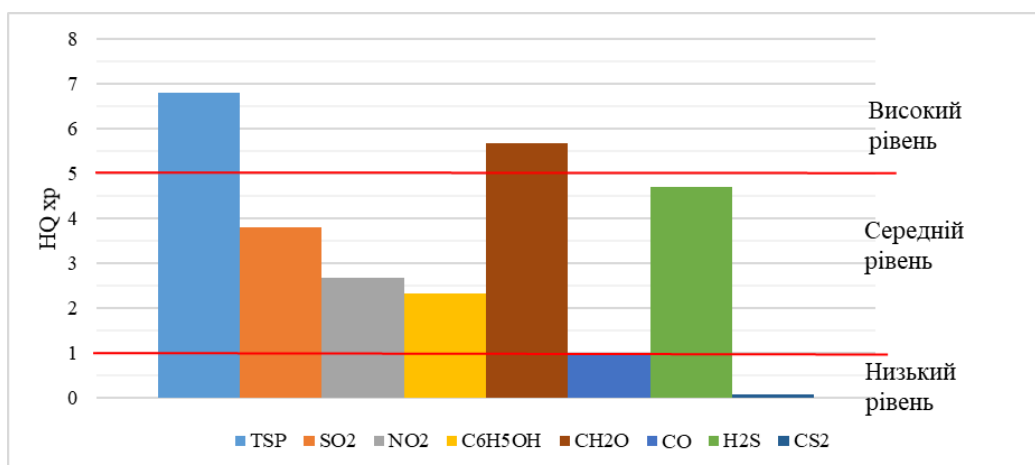


Рисунок 3.6 – Коефіцієнти небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин у Заводському районі за 2016 р.

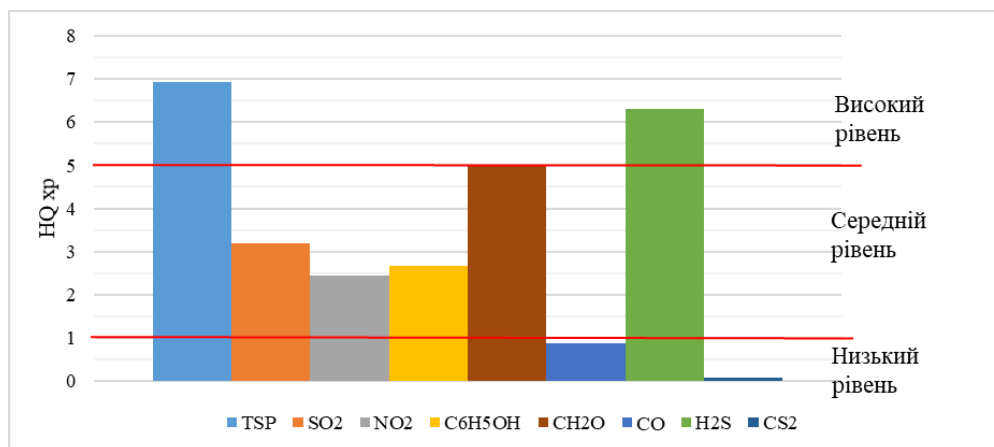


Рисунок 3.7 – Коефіцієнти небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин у Заводському районі за 2017 р.

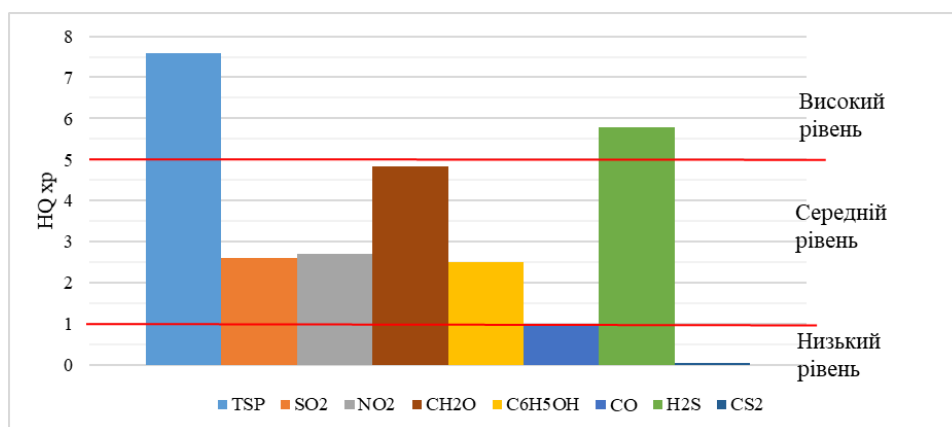


Рисунок 3.8 – Коефіцієнти небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин у Заводському районі за 2018 р.

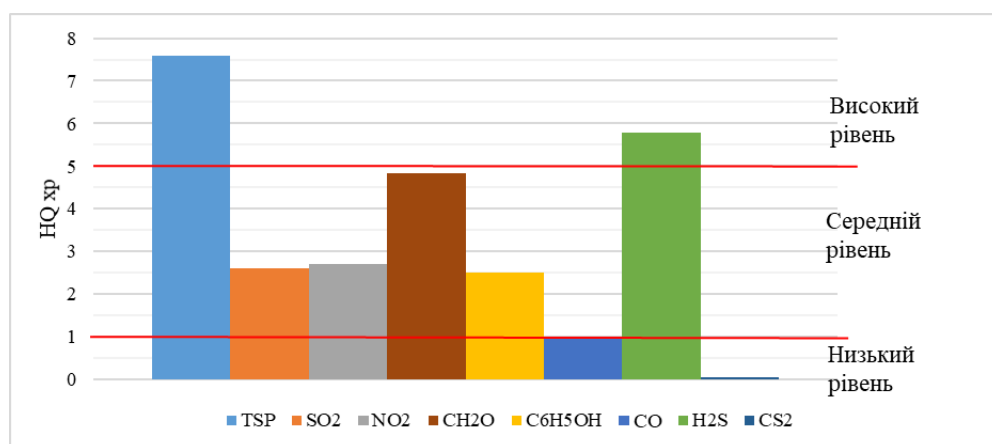
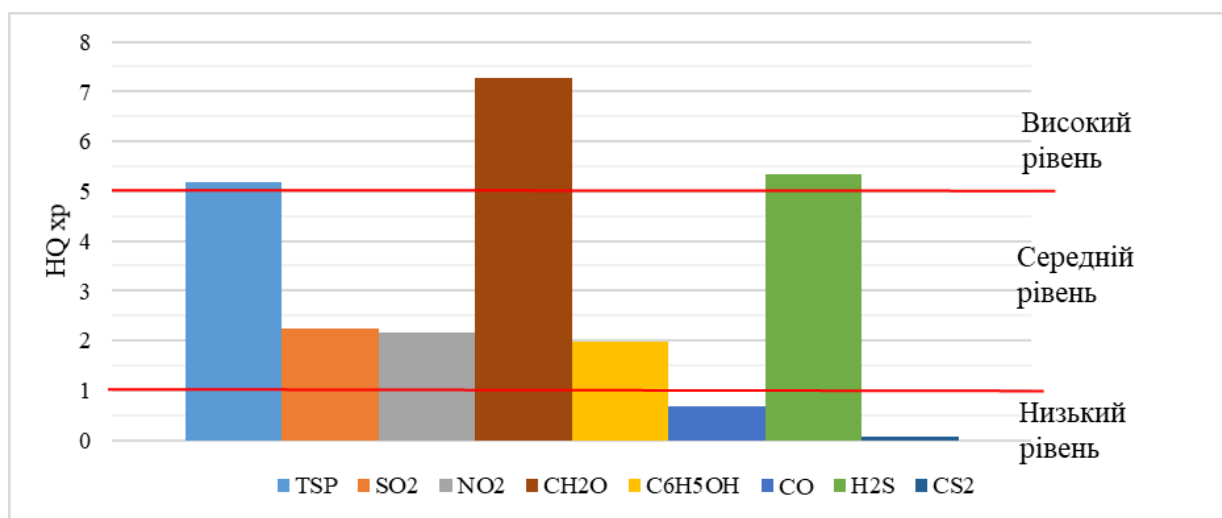


Рисунок 3.9 – Коефіцієнти небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин у Заводському районі за 2019 р.



Рисунук 3.10 – Коефіцієнти небезпеки при оцінці хронічних інгаліаційних впливів викидів забруднюючих речовин у Заводському районі за 2020 р.

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаліаційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району у 2016 році свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по сірковуглецю, середній рівень ($HQ = 1-5$) по всім речовинам, крім завислих речовин та формальдегіду, які знаходяться на високому рівні ($HQ = 5-10$).

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаліаційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району у 2017 році свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по сірковуглецю та оксиду вуглецю, середній рівень ($HQ = 1-5$) по всім речовинам, крім завислих речовин та сірководню, які знаходяться на високому рівні ($HQ = 5-10$).

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаліаційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району у 2018 році свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по сірковуглецю, середній рівень ($HQ = 1-5$) по всім речовинам, крім завислих речовин та сірководню, які знаходяться на високому рівні ($HQ = 5-10$).

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району у 2019 році свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по сірковуглецю, середній рівень ($HQ = 1-5$) по всім речовинам, крім завислих речовин та сірководню, які знаходяться на високому рівні ($HQ = 5-10$).

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району у 2020 році свідчать про мінімальний рівень ризику ($HQ \leq 0,1$) по сірковуглецю, середній рівень ($HQ = 1-5$) по всім речовинам, крім завислих речовин, формальдегіду та сірководню, які знаходяться на високому рівні ($HQ = 5-10$).

Результати розрахунків індексів небезпеки (додаток А, табл. А.2) 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. 3.11-3.15).

Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про надзвичайно високий рівень при хронічному інгаляційному впливі на досліджуваних вулицях на органи дихання ($HI = 7,7 \div 34,45$), серцево-судинну систему ($HI = 3,04 \div 13,67$), додаткову смертність ($HI = 4,40 \div 12,33$) (масові скарги, виникнення хронічних захворювань). Виявлено високий рівень індексів небезпеки щодо вроджених дефектів розвитку ($HI = 2,33 \div 9,53$), впливу на органи зору ($HI = 1,83 \div 10,17$) та імунну систему ($HI = 3,5 \div 9,33$) (існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частині населення); а також середній рівень щодо впливу на центральну нервову систему ($HI = 0,7 \div 4,27$), кров ($HI = 0,84 \div 5,13$), паренхіматозні органи ($HI = 1,33 \div 3,0$) (печінка, нирки) (існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення).

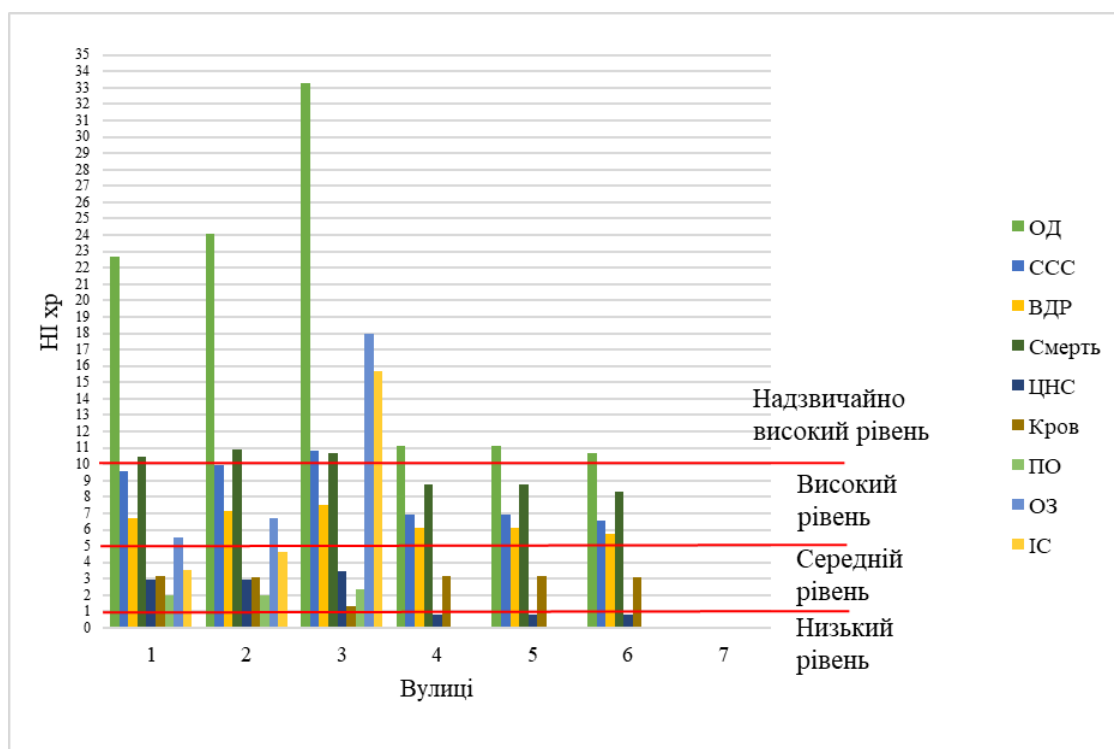


Рисунок 3.11 –Індекси небезпеки для систем та органів на досліджуваних вулицях Заводського району при хронічному впливі у 2016 році

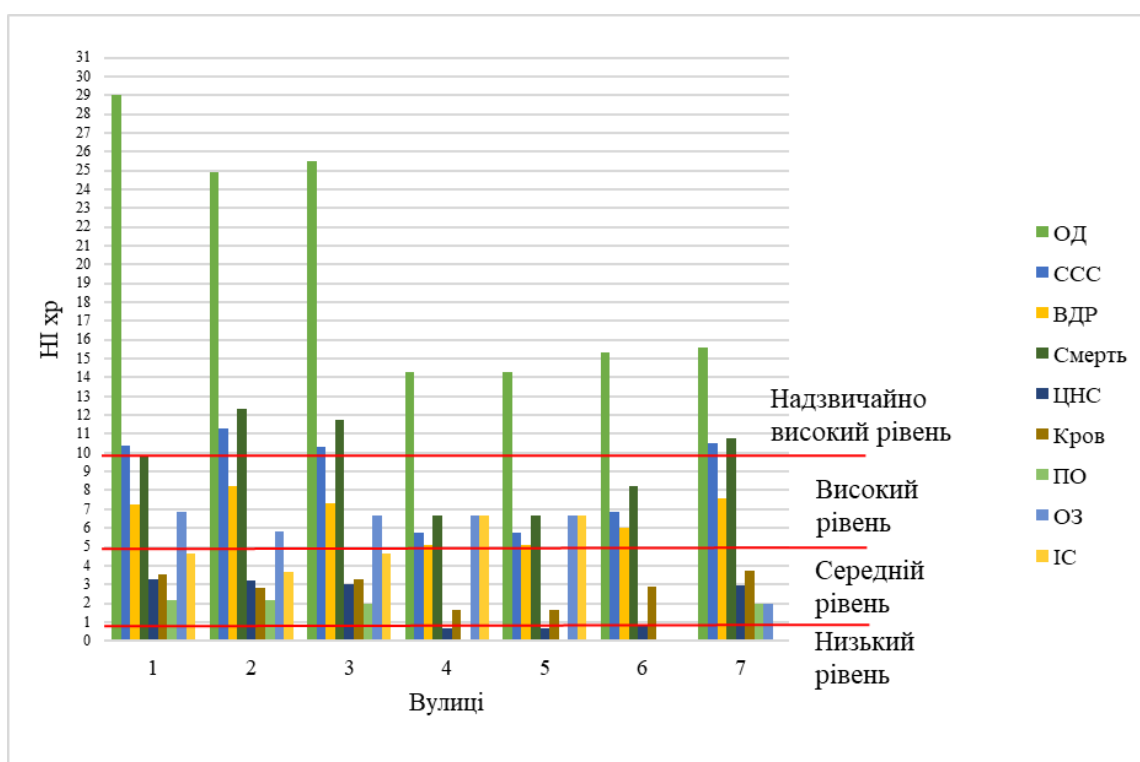


Рисунок 3.12 –Індекси небезпеки для систем та органів на досліджуваних вулицях Заводського району при хронічному впливі у 2017 році

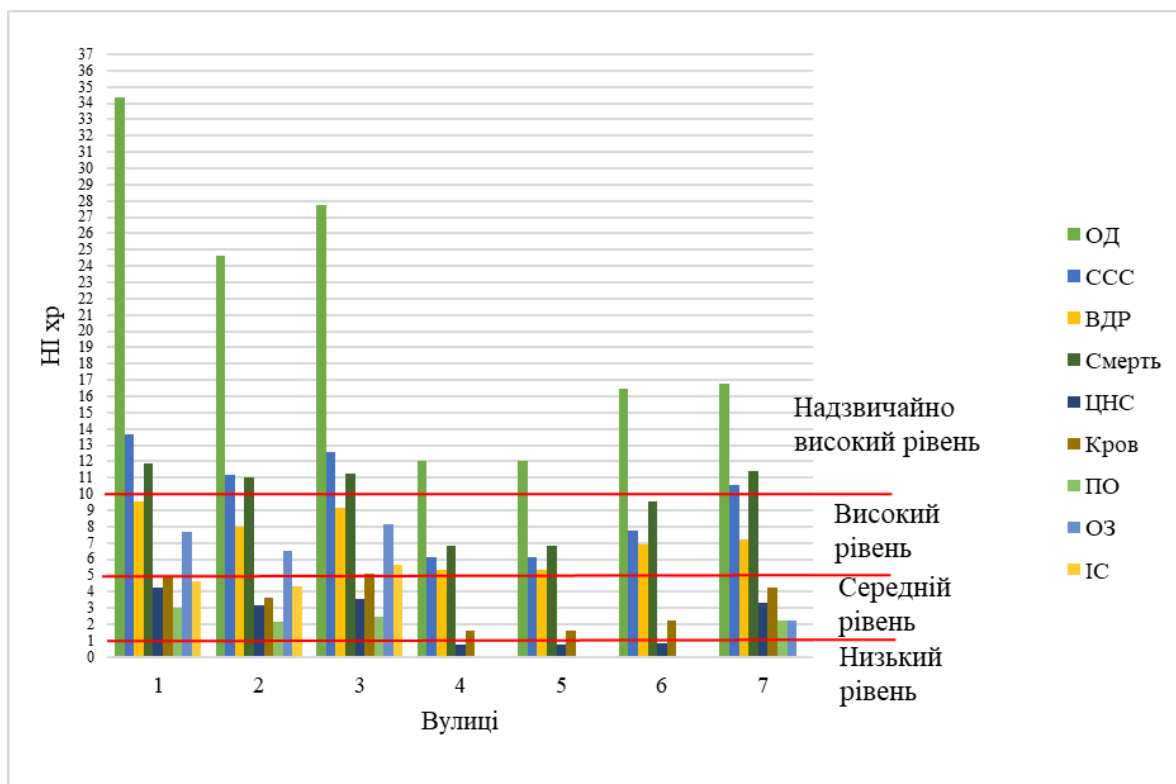


Рисунок 3.13 –Індекси небезпеки для систем та органів на досліджуваних вулицях Заводського району при хронічному впливі у 2018 році

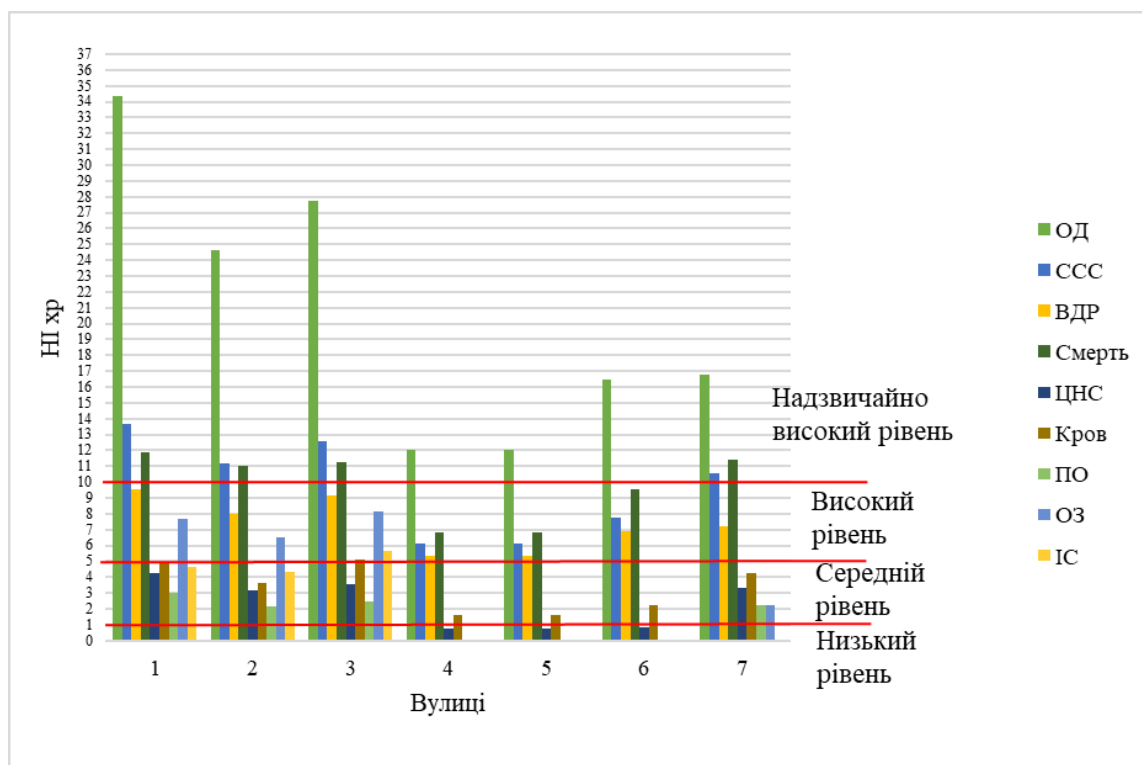


Рисунок 3.14 –Індекси небезпеки для систем та органів на досліджуваних вулицях Заводського району при хронічному впливі у 2019 році

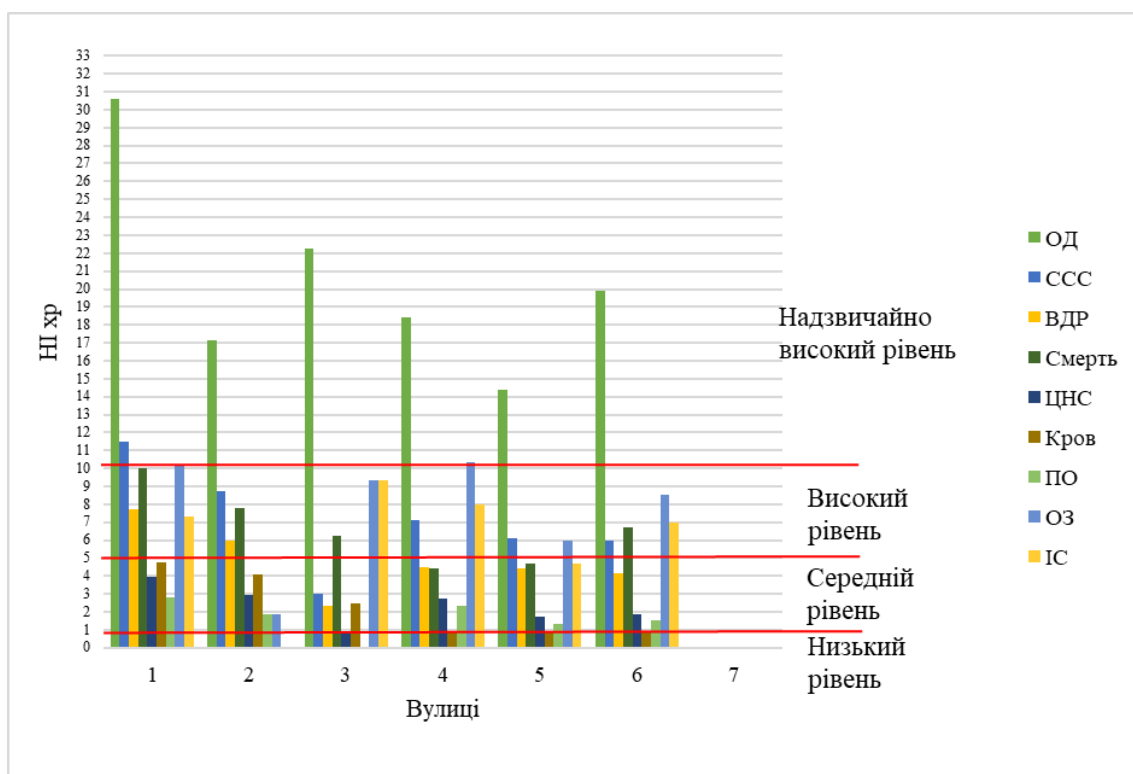


Рисунок 3.15 – Індекси небезпеки для систем та органів на досліджуваних вулицях Заводського району при хронічному впливі у 2020 році

Результати розрахунків індексів небезпеки (додаток А, табл. А.2) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) для більшості пріоритетних забруднюючих речовин при хронічному інгаляційному впливі у Заводському районі за 2016-2020 роки та знаходяться на надзвичайно високому рівні за впливом 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. 3.16-3.20).

Результати розрахунків сумарних індексів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин (додаток А, табл. А.3) від промислових підприємств Заводського району свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HI > 1$) та знаходяться

- 2016 рік - на надзвичайно високому рівні (масові скарги, виникнення хронічних захворювань) на вулицях Фінальна, Фундаментальна, Морфлотська та в цілому у Заводському районі, на високому рівні (існує ризик розвитку

несприятливих ефектів у більшій частини населення) – на вулицях Зразкова, Билкіна, Електрична, і представлені на рис. 3.21.

- 2017, 2018, 2020 роки - на надзвичайно високому рівні (масові скарги, виникнення хронічних захворювань) на всіх вулицях та у Заводському районі, і представлені на рис. 3.22, 3.23, 3.25.

- 2019 рік - на надзвичайно високому рівні (масові скарги, виникнення хронічних захворювань) на вулицях Фінальна, Фундаментальна, Морфлотська, Вогнетривка та в цілому у Заводському районі, на високому рівні (існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частини населення) – на вулицях Зразкова, Билкіна, Електрична, і представлені на рис. 3.24.

Результати розрахунків коефіцієнтів та індексів небезпеки, а також сумарних індексів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району представлено на рис. 3.26-3.28; вони свідчать про зниження неканцерогенного ризику у 2020 році по всім речовинам, окрім формальдегіду, і про зниження впливу на всі органи та системи, окрім органів зору та імунної системи, для яких спостерігається збільшення у 2020 році.

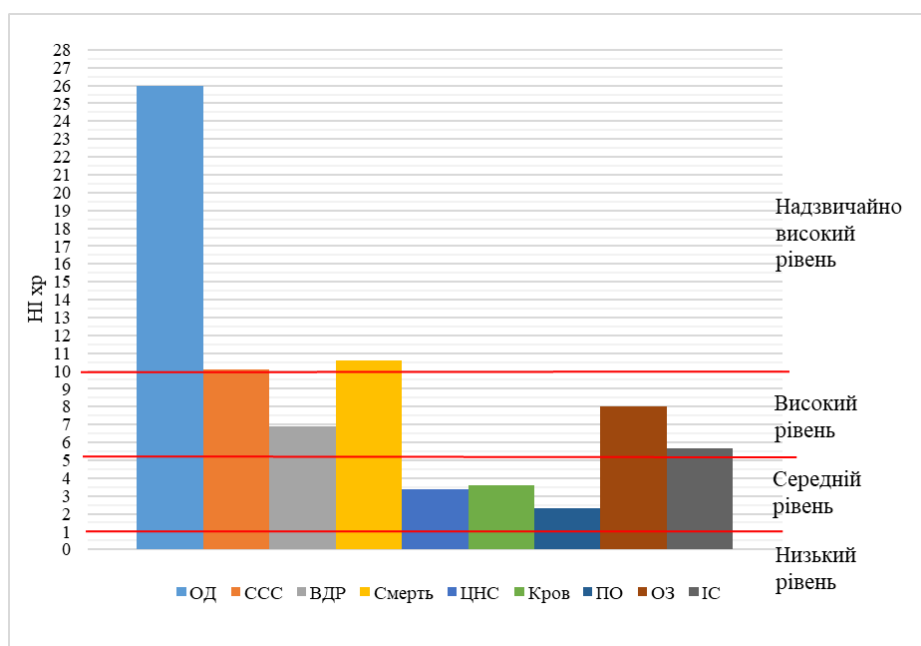


Рисунок 3.16 –Індекси небезпеки для систем та органів у Заводському районі при хронічному впливі у 2016 році

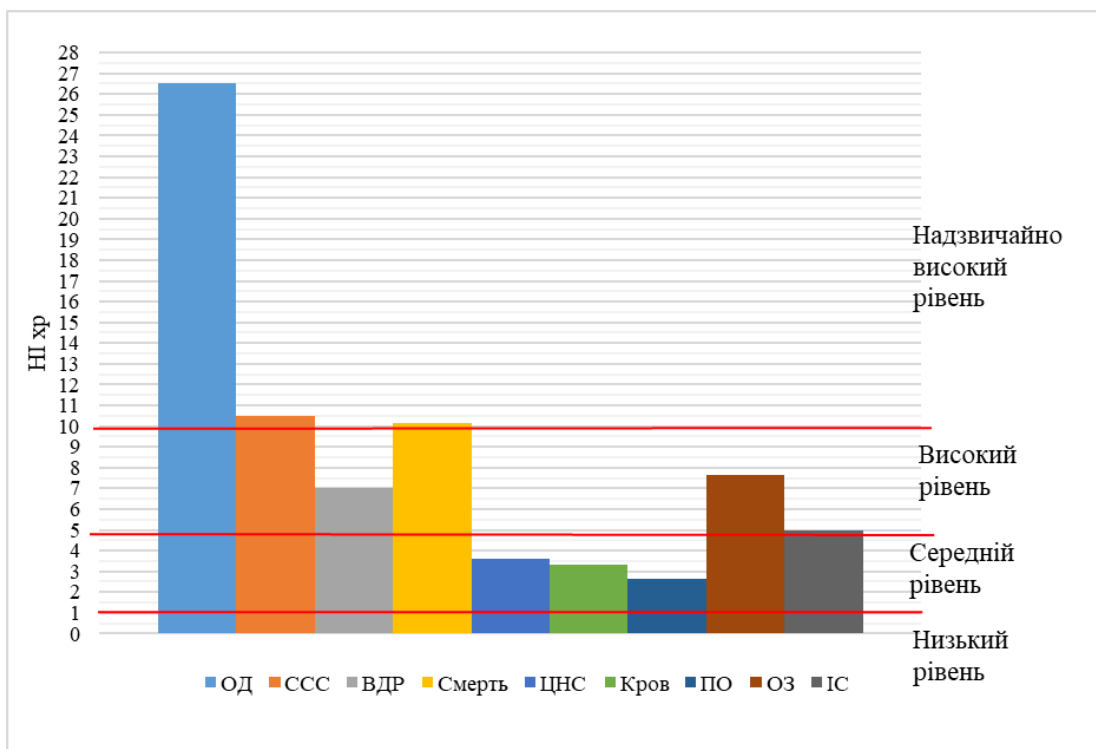


Рисунок 3.17 –Індекси небезпеки для систем та органів у Заводському районі при хронічному впливі у 2017 році

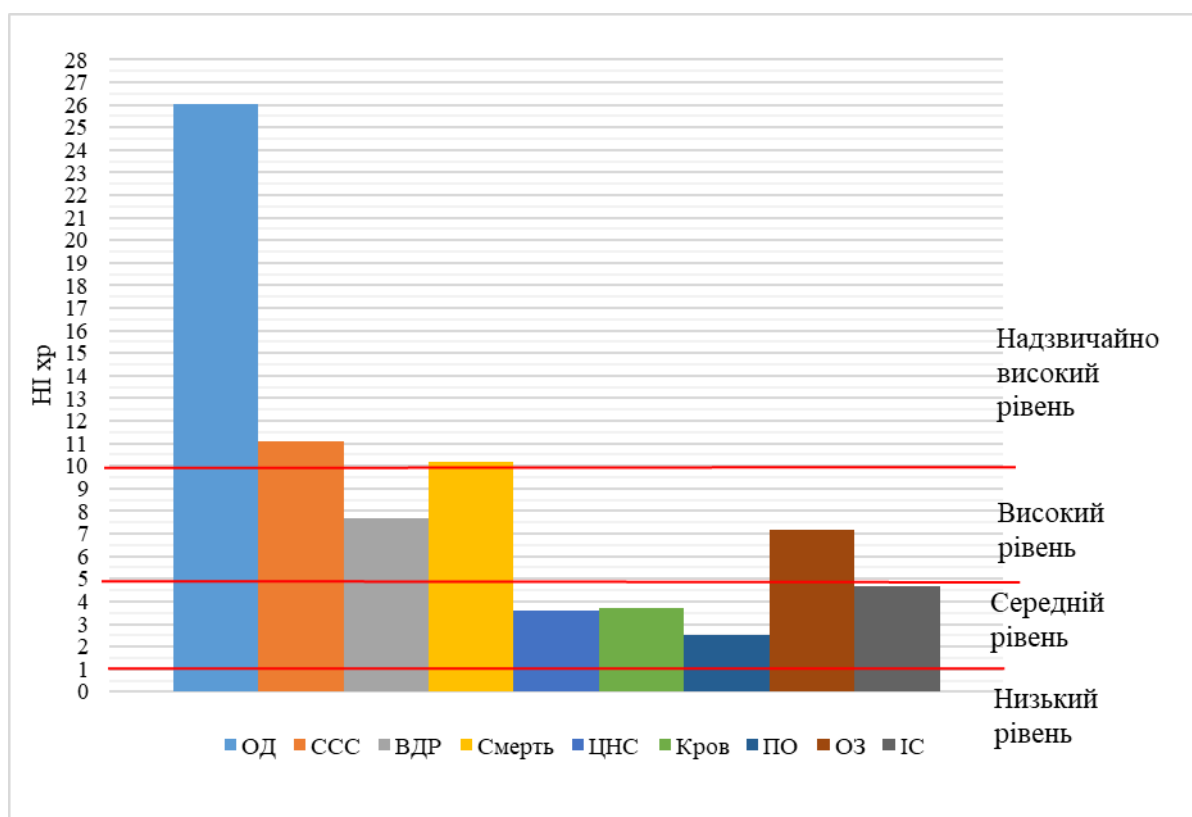


Рисунок 3.18 –Індекси небезпеки для систем та органів у Заводському районі при хронічному впливі у 2018 році

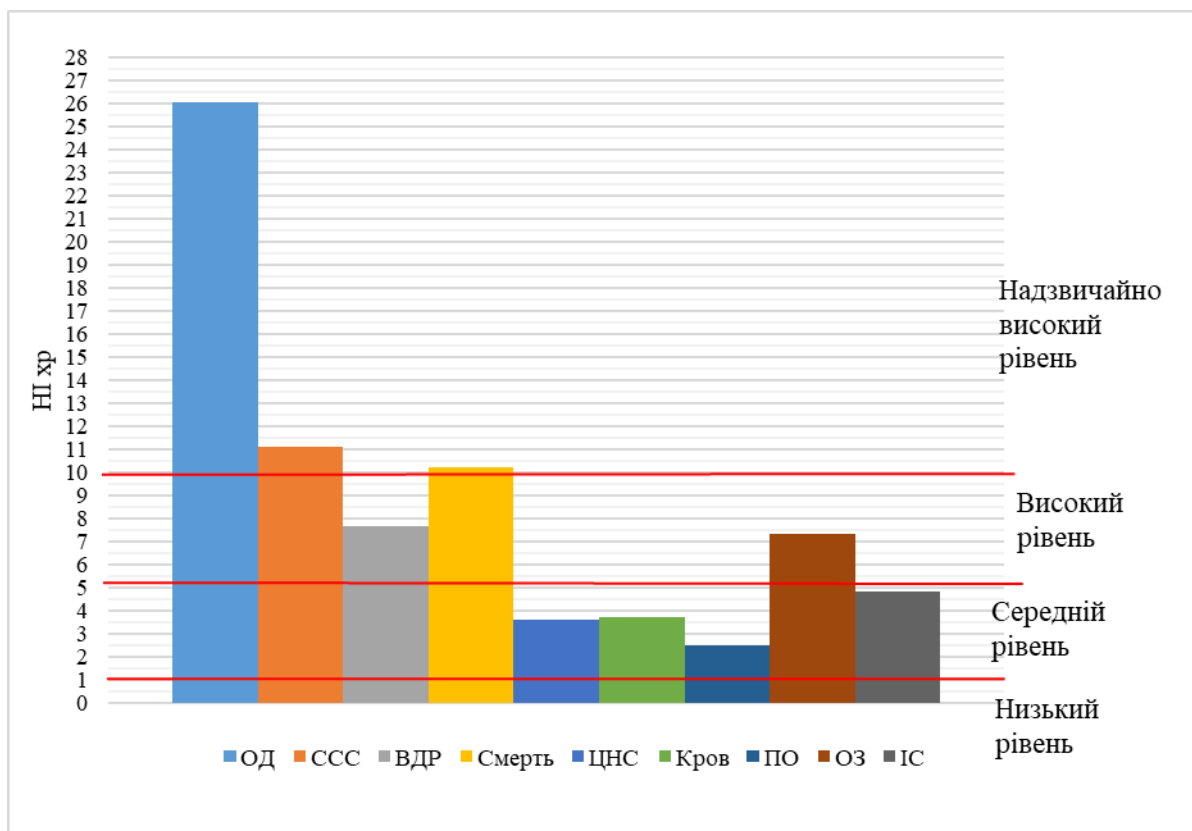


Рисунок 3.19 –Індекси небезпеки для систем та органів у Заводському районі при хронічному впливі у 2019 році

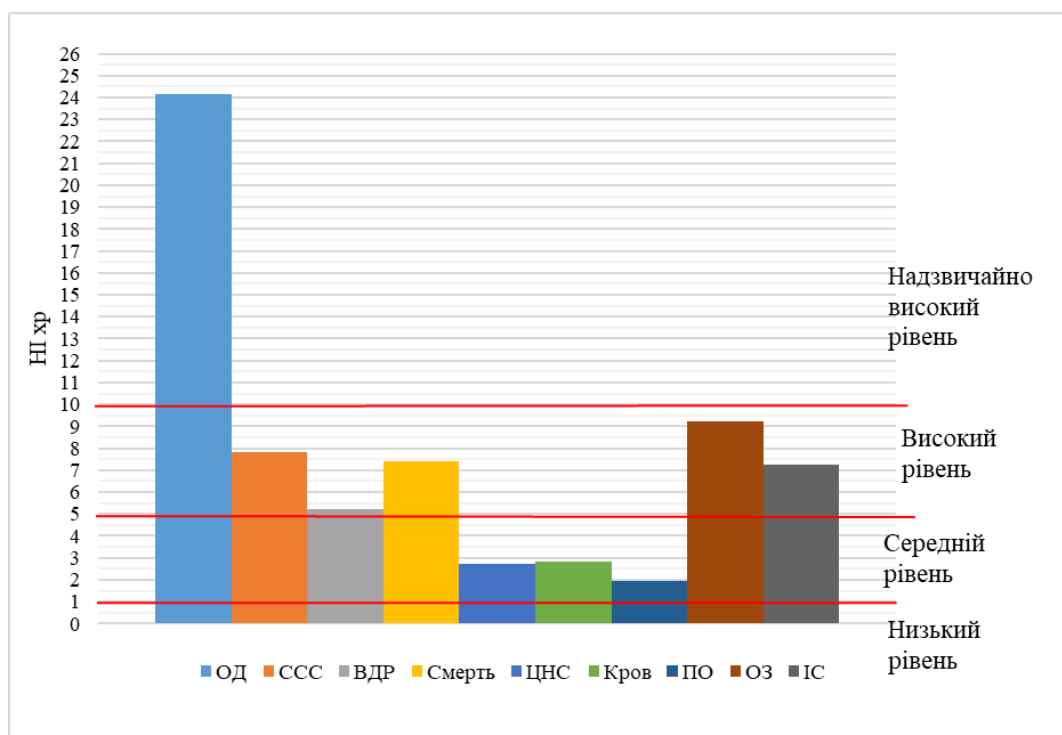


Рисунок 3.20 –Індекси небезпеки для систем та органів у Заводському районі при хронічному впливі у 2020 році

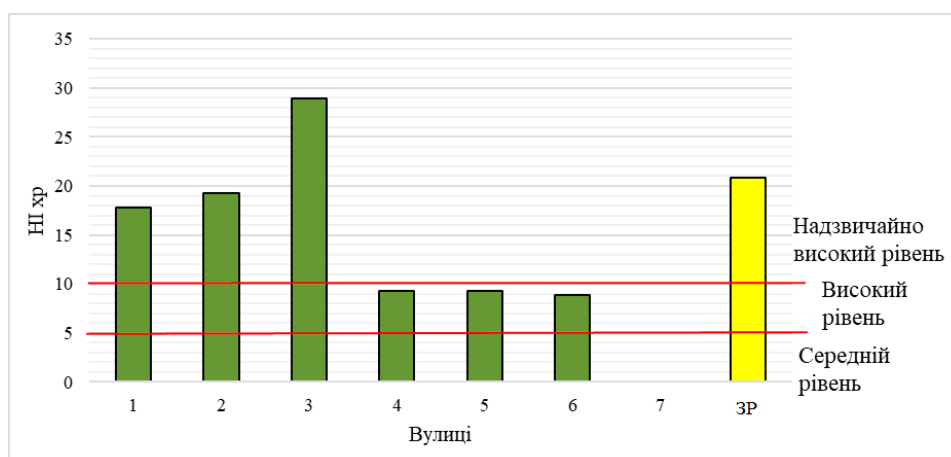


Рисунок 3.21 – Сумарний індекс небезпеки на досліджуваних вулицях та у Заводському районі при хронічному впливі у 2016 році

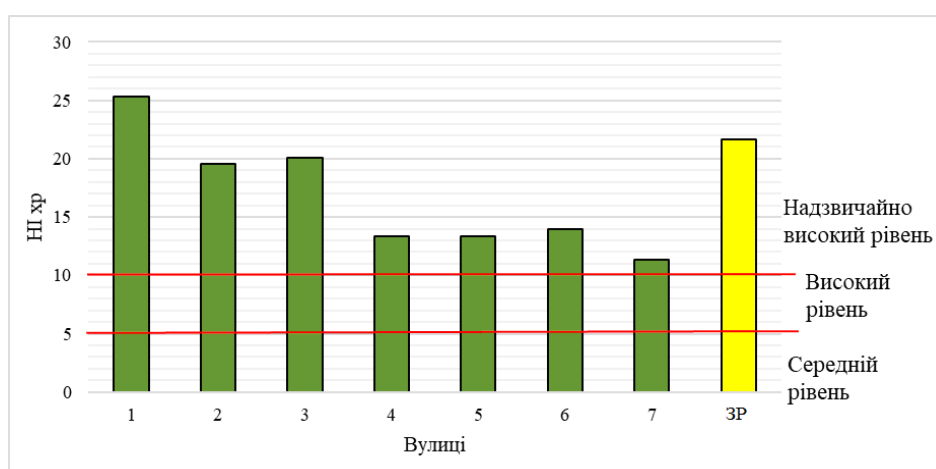


Рисунок 3.22 – Сумарний індекс небезпеки на досліджуваних вулицях та у Заводському районі при хронічному впливі у 2017 році

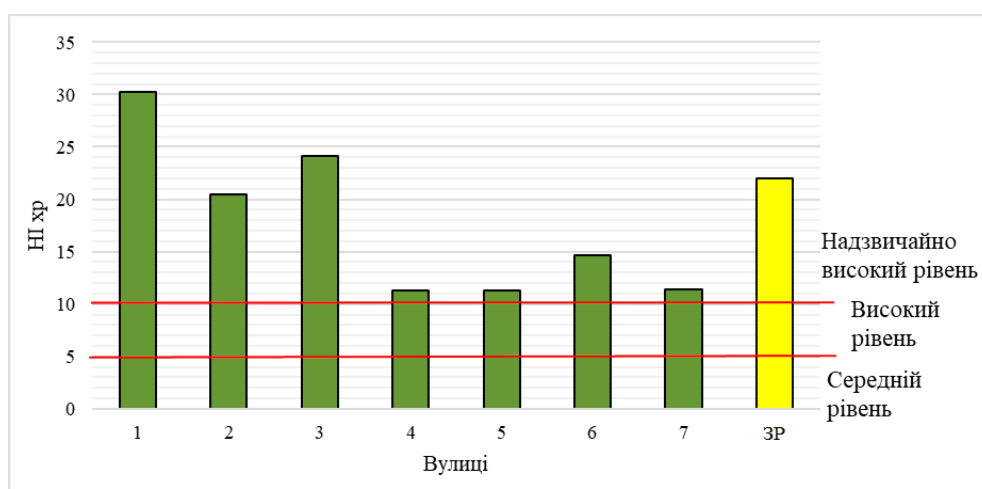


Рисунок 3.23 – Сумарний індекс небезпеки на досліджуваних вулицях та у Заводському районі при хронічному впливі у 2018 році

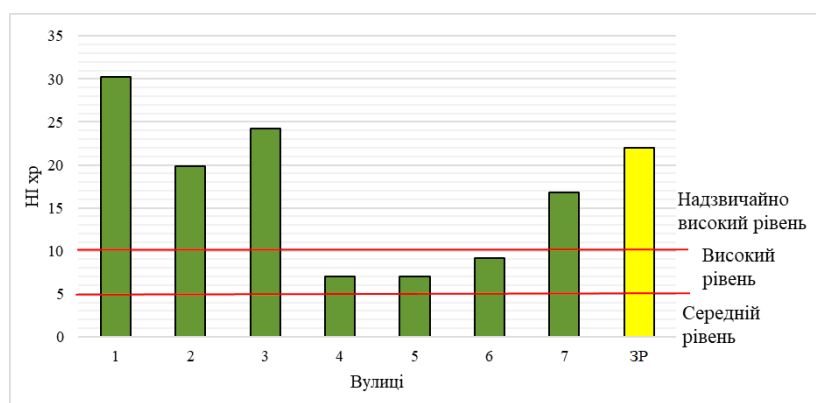


Рисунок 3.24 – Сумарний індекс небезпеки на досліджуваних вулицях та у Заводському районі при хронічному впливі у 2019 році

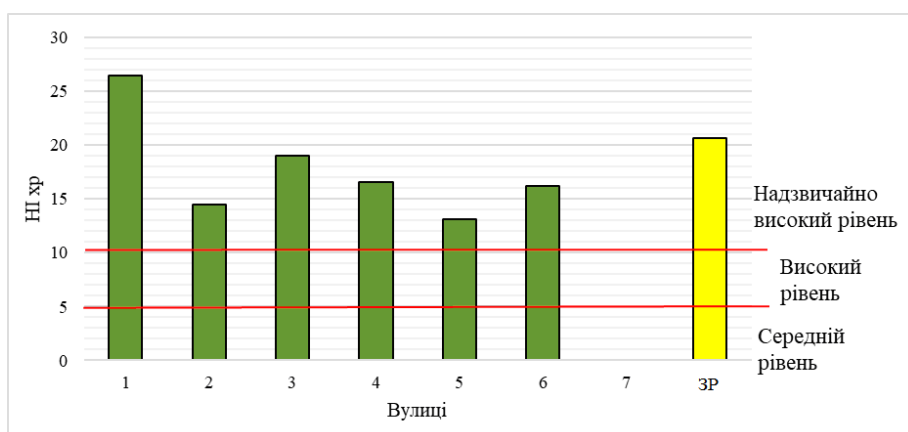


Рисунок 3.25 – Сумарний індекс небезпеки на досліджуваних вулицях та у Заводському районі при хронічному впливі у 2020 році

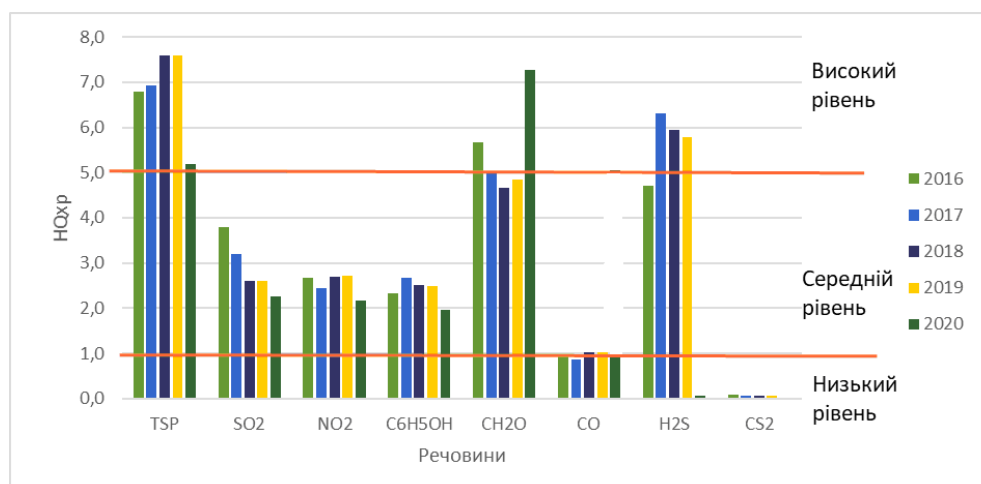


Рисунок 3.26 – Річні середні значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин у Заводському районі за період 2016-2020 рр.

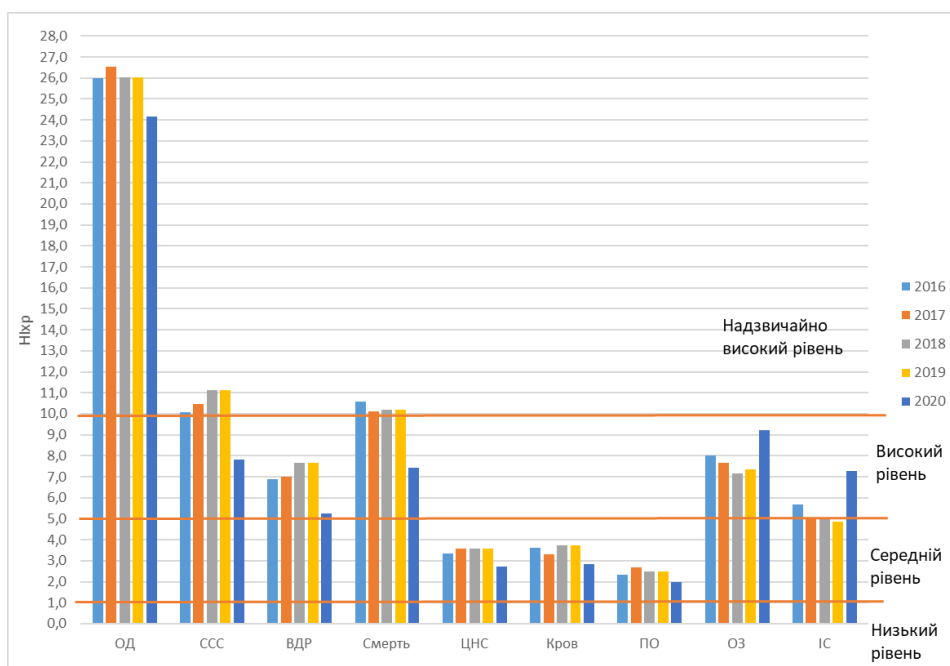


Рисунок 3.27 – Річні середні значення індексів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин у Заводському районі за період 2016-2020 рр.

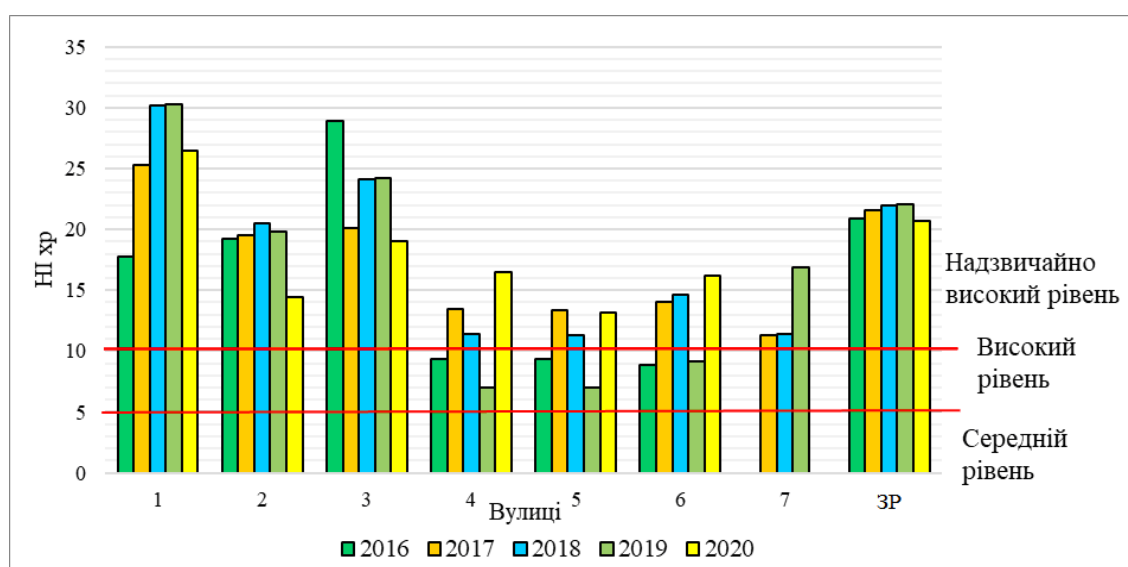


Рисунок 3.28 – Сумарні індекси небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин на досліджуваних вулицях та у Заводському районі за 2016-2020 рр.

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, завислих речовин; на серцево-судинну систему – фенолу, завислих речовин та оксиду вуглецю; на органи зору – фенолу та формальдегіду; на центрально-нервову систему – фенолу, оксиду вуглецю, сірковуглецю.

Порівняння розрахунків коефіцієнтів небезпеки, виконаних ДУ «ІГМЕ ім. М.О. Марзєєва АМНУ» в рамках пілотного проекту (щодо використання методології оцінки ризику для пріоритезації природоохоронної діяльності у місті Запоріжжі) за 2010 рік [9], з нашими розрахунками по Заводському району за 2016-2020 роки наведено в таблиці 3.1. З таблиці видно, що ризик від дії формальдегіду, оксиду вуглецю, сірководню та сірковуглецю збільшився у 2020 році, в порівнянні з 2010 роком, ризик по іншим речовинам зменшився. Однак, ризик у 2020 році зменшився в порівнянні з попередніми роками, окрім ризику від дії формальдегіду.

Таблиця 3.1 – Порівняння розрахунків коефіцієнтів небезпеки

№	Назва речовини	НҚ, (2010 р., м. Запоріжжя)	НҚ, Заводський район				
			2016	2017	2018	2019	2020
1	Зважені речовини	6,8	6,8	6,93	7,6	7,30	5,18
2	Ангідрид сірчистий	4,72	3,8	3,2	2,6	2,5	2,25
3	Діоксид азоту	2,65	2,68	2,45	2,7	2,71	2,16
4	Фенол	2,00	2,33	2,67	2,5	2,5	1,97
5	Формальдегід	2,77	5,67	5,0	4,67	4,84	7,27
6	Вуглецю оксид	0,28	0,94	0,87	1,01	1,01	0,69
7	Сірководень	1,13	4,7	6,3	5,95	5,79	5,34
8	Сірковуглець	0,04	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06

ВИСНОВКИ

1. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про надзвичайно високий рівень при хронічному інгаляційному впливі на досліджуваних вулицях на органи дихання ($HI=7,7\div 34,45$), серцево-судинну систему ($HI=3,04\div 13,67$), додаткову смертність ($HI= 4,40\div 12,33$). Виявлено високий рівень індексів небезпеки щодо вроджених дефектів розвитку ($HI=2,33\div 9,53$), впливу на органи зору ($HI = 1,83\div 10,17$) та імунну систему ($HI=3,5\div 9,33$); а також середній рівень щодо впливу на центральну нервову систему ($HI=0,7\div 4,27$), кров ($HI= 0,84\div 5,13$), паренхіматозні органи ($HI= 1,33\div 3,0$) (печінка, нирки).

2. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) для більшості пріоритетних забруднюючих речовин при хронічному інгаляційному впливі у Заводському районі за 2016-2020 роки та знаходяться на надзвичайно високому рівні за впливом 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).

3. Результати розрахунків коефіцієнтів та індексів небезпеки, а також сумарних індексів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району свідчать про зниження неканцерогенного ризику у 2020 році по всім речовинам, окрім формальдегіду, і про зниження впливу на всі органи та системи, окрім органів зору та імунної системи, для яких спостерігається збільшення у 2020 році.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища у Запорізькій області у 2018 році. Запоріжжя: Запорізька обласна державна адміністрація, 2019. 301 с.
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 143 с.
3. Методичні рекомендації «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря»: затв. наказом МОЗ України від 13 квіт. 2007 р. №184. 2007. 25 с.
4. 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.
5. 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).
6. 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.
7. Белоконь К.В., Єрмоменко В., Олійник О.В. Оцінка небезпеки здоров'ю населення від техногенного забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя. Міжнародна науково-практична конференція «*Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону*». Запоріжжя : ІННІ ЗНУ, 2020. С. 395-398.

8. Белоконь К.В. Впровадження системи оцінки ризиків для здоров'я населення в місті Запоріжжі. Круглий стіл «*Дискусійні питання з теорії та практики сучасної експертизи*» (24.11.2020). Запоріжжя : ЗНУ, 2020. С. 77-81.

9. Сердюк А.М., Турос О.І., Петросян А.А. Використання оцінки ризику для здоров'я населення в пілотному проєкті Американської агенції з охорони довкілля щодо впровадження методології оцінки ризику в Україні. *Гігієна населених місць*: зб. наук. праць. К., 2006. Вип.48. С. 39-43.

ДОДАТКИ

Додаток А

Результати розрахунків неканцерогенних ризиків у Заводському районі

Таблиця А.1 – Значення коефіцієнтів небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств Заводського району та автотранспорту на досліджуваних вулицях за 2016-2020 рр.

Номер вулиці	1	2	3	4	5	6	7	Заводський район	
Назва вулиці	Фінальна	Фундаментальна	Морфлотська	Зразкова	Билкіна	Електрична	Вогнетривка		
TSP	2016	6,67	7,07	7,47	6,13	6,13	5,73	-	6,80
	2017	7,20	8,13	7,33	5,07	5,07	6,00	7,60	6,93
	2018	9,47	8,00	9,07	5,33	5,33	6,93	7,20	7,60
	2019	9,40	8,02	9,07	5,33	5,33	6,87	7,13	7,30
	2020	7,60	5,87	2,27	4,40	4,40	4,13	-	5,18
SO ₂	2016	3,80	3,80	3,20	2,60	2,60	2,60	-	3,80
	2017	2,60	4,20	4,40	1,60	1,60	2,20	3,20	3,20
	2018	2,40	3,00	2,20	1,50	1,50	2,60	4,20	2,60
	2019	2,51	3,05	2,20	1,50	1,50	2,60	4,20	2,50
	2020	2,42	1,94	4,00	-	0,30	2,60	-	2,25
NO ₂	2016	2,25	2,20	0,30	2,35	2,35	2,33	-	2,68
	2017	2,50	1,83	2,30	0,93	0,93	2,05	2,80	2,45
	2018	3,70	2,58	4,13	0,85	0,85	1,48	3,13	2,70
	2019	3,70	2,58	4,13	0,86	0,86	1,48	3,13	2,71
	2020	3,70	3,03	1,68	0,55	0,55	0,50	-	2,16

Продовження табл. А.1

Номер вулиці	1	2	3	4	5	6	7	Заводський район	
Назва вулиці	Фінальна	Фундаментальна	Морфлотська	Зразкова	Билкіна	Електрична	Вогнетривка		
С ₆ Н ₅ ОН	2016	2,00	2,00	2,33	-	-	-	-	2,33
	2017	2,17	2,17	2,00	-	-	-	2,00	2,67
	2018	3,00	2,17	2,50	-	-	-	2,25	2,50
	2019	2,95	2,16	2,51	-	-	-	2,25	2,50
	2020	2,83	1,83	0,00	2,33	1,33	1,50	-	1,97
СН ₂ О	2016	3,50	4,67	15,67	-	-	-	-	5,67
	2017	4,67	3,67	4,67	6,67	6,67	-	-	5,00
	2018	4,67	4,33	5,67	-	-	-	-	4,67
	2019	4,80	4,29	5,75	-	-	-	-	4,84
	2020	7,33	-	9,33	8,00	4,67	7,00	-	7,27
СО	2016	0,92	0,87	1,03	0,82	0,82	0,80	-	0,94
	2017	1,02	0,98	1,00	0,70	0,70	0,84	0,92	0,87
	2018	1,21	1,04	1,00	0,78	0,78	0,80	1,10	1,01
	2019	1,21	1,04	1,00	0,78	0,78	0,80	1,10	1,01
	2020	1,05	1,03	0,77	0,36	0,36	0,34	-	0,69
Н ₂ С	2016	4,45	4,35	4,35	-	-	-	-	4,70
	2017	9,85	4,89	4,80	-	-	5,10	-	6,30
	2018	11,10	4,55	4,20	4,35	4,35	5,45	-	5,95
	2019	11,10	3,89	4,22	-	-	-	5,48	5,79
	2020	6,70	4,45	4,95	3,15	3,15	4,15	-	5,34
СS ₂	2016	-	0,08	0,08	-	-	-	-	0,08
	2017	0,06	0,06	-	-	-	-	-	0,06
	2018	0,07	-	0,06	-	-	-	-	0,06
	2019	0,07	-	0,06	-	-	-	-	0,06
	2020	0,09	0,07	0,06	0,07	0,03	0,05	-	0,06

Таблиця А.2 – Індекси небезпеки для систем та органів при хронічному впливі на досліджуваних вулицях Заводського району за 2016-2020 рр.

Номер вулиці	1	2	3	4	5	6	7	Заводський район	
Назва вулиці	Фінальна	Фундаментальна	Морфлотська	Зразкова	Билкіна	Електрична	Вогнетривка		
ОД	2016	22,67	24,08	33,32	11,08	11,08	10,66	-	25,98
	2017	28,98	24,88	25,50	14,26	14,26	15,35	15,60	26,55
	2018	34,33	24,63	27,76	12,03	12,03	16,46	16,78	26,02
	2019	34,45	24,00	27,87	7,70	7,70	10,94	22,18	26,04
	2020	30,59	17,12	22,23	18,43	14,40	19,88	0,00	24,16
ССС	2016	9,59	9,93	10,83	6,95	6,95	6,53	0,00	10,07
	2017	10,39	11,28	10,33	5,77	5,77	6,84	10,52	10,47
	2018	13,67	11,21	12,57	6,12	6,12	7,73	10,55	11,11
	2019	13,55	11,22	12,58	6,12	6,12	7,67	10,48	11,11
	2020	11,48	8,73	3,04	7,09	6,09	5,97	-	7,83
ВДР	2016	6,67	7,15	7,54	6,13	6,13	5,73	-	6,88
	2017	7,26	8,20	7,33	5,07	5,07	6,00	7,60	6,99
	2018	9,53	8,00	9,13	5,33	5,33	6,93	7,20	7,66
	2019	9,47	8,02	9,13	5,33	5,33	6,87	7,13	7,66
	2020	7,69	5,93	2,33	4,47	4,43	4,18	-	5,24
Смерть	2016	10,47	10,87	10,67	8,73	8,73	8,33	0,00	10,60
	2017	9,80	12,33	11,73	6,67	6,67	8,20	10,80	10,13
	2018	11,87	11,00	11,27	6,83	6,83	9,53	11,40	10,20
	2019	11,91	11,07	11,27	6,83	6,83	9,47	11,33	10,20
	2020	10,02	7,81	6,27	4,40	4,70	6,73	-	7,43
ЦНС	2016	2,92	2,95	3,44	0,82	0,82	0,80	-	3,35
	2017	3,25	3,20	3,00	0,70	0,70	0,84	2,92	3,59
	2018	4,27	3,21	3,56	0,78	0,78	0,80	3,35	3,58

Продовження табл. А.2

Номер вулиці	1	2	3	4	5	6	7	Заводський район	
Назва вулиці	Фінальна	Фундаментальна	Морфлотська	Зразкова	Билкіна	Електрична	Вогнетривка		
ЦНС	2019	4,22	3,20	3,57	0,78	0,78	0,80	3,35	3,57
	2020	3,97	2,93	0,83	2,76	1,72	1,89	-	2,72
Кров	2016	3,17	3,07	1,33	3,17	3,17	3,13	0,00	3,62
	2017	3,52	2,80	3,30	1,63	1,63	2,89	3,72	3,32
	2018	4,91	3,62	5,13	1,63	1,63	2,28	4,23	3,71
	2019	4,90	3,62	5,13	1,65	1,65	2,28	4,23	3,72
	2020	4,75	4,06	2,45	0,91	0,91	0,84	-	2,85
ПО	2016	2,00	2,00	2,33	-	-	-	-	2,33
	2017	2,17	2,17	2,00	-	-	-	2,00	2,67
	2018	3,00	2,17	2,50	-	-	-	2,25	2,50
	2019	2,95	2,16	2,51	-	-	-	2,25	2,50
	2020	2,83	1,83	-	2,33	1,33	1,50	-	1,97
ОЗ	2016	5,50	6,67	8,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00
	2017	6,83	5,83	6,67	6,67	6,67	0,00	2,00	7,67
	2018	7,67	6,50	8,17	0,00	0,00	0,00	2,25	7,17
	2019	7,75	6,45	8,26	0,00	0,00	0,00	2,25	7,34
	2020	10,17	1,83	9,33	10,33	6,00	8,50	-	9,23
ІС	2016	3,50	4,67	5,67	-	-	-	-	5,67
	2017	4,67	3,67	4,67	6,67	6,67	-	-	5,00
	2018	4,67	4,33	5,67	-	-	-	-	4,67
	2019	4,80	4,29	5,75	-	-	-	-	4,84
	2020	7,33	-	9,33	8,00	4,67	7,00	-	7,27

Таблиця А.3 – Сумарні індекси небезпеки при оцінці хронічних інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від промислових підприємств та автотранспорту на досліджуваних вулицях Заводського району

Номер вулиці	1	2	3	4	5	6	7	Заводський район
Назва вулиці	Фінальна	Фундаментальна	Морфлотська	Зразкова	Билкіна	Електрична	Вогнетривка	
НІ	2016	17,787	19,230	28,892	9,300	9,300	8,858	20,857
	2017	25,298	19,553	20,100	13,358	13,358	13,993	21,611
	2018	30,206	20,498	24,120	11,317	11,317	14,658	21,993
	2019	30,266	19,823	24,226	6,979	6,979	9,142	22,018
	2020	26,471	14,442	19,057	16,529	13,156	16,173	20,695