

ВИКИДИ АВТОТРАНСПОРТУ

**«ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВНАСЛІДОК
ЗАБРУДНЕННЯ ДОВКІЛЛЯ АВТОТРАНСПОРТОМ»**

АНОТАЦІЯ

до наукової роботи під шифром «Викиди автотранспорту»

Актуальність теми. Автотранспорт є одним з основних секторів економіки, який відіграє важливу роль в задоволенні потреб населення у перевезеннях. Але на фоні наявних переваг розгалуженої транспортної сітки виявляється багаторазове перевищення нормативів граничнодопустимих концентрацій забруднюючих речовин у повітрі. Постійно збільшується вміст забруднень від автотранспорту. Їх шкідливі, в тому числі й канцерогенні речовини, створюють небезпечні концентрації на рівні дихання людини і через слабе розсіювання негативно впливають на стан здоров'я людини.

Однією з причин зростання частоти захворювань органів дихання вважають велике навантаження на організм техногенних забруднювачів, а саме вплив автомобільного транспорту, що є більш істотним, ніж прийнято вважати.

Метою наукової роботи було оцінити ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста Запоріжжя шкідливими речовинами автотранспорту.

У відповідності до поставленої мети, дослідження було спрямовано на вирішення наступних **завдань**: розрахувати та оцінити неканцерогенні ризики за коефіцієнтами та індексами небезпеки (HQ, HI), індивідуальні канцерогенні ризики та індивідуальні ризики смерті (IRM) для здоров'я експонованого населення, що зазнає впливу від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту м. Запоріжжя.

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 46 сторінок тексту, 22 рисунка, 4 таблиці, 3 додатки, 12 використаних джерел. Обсяг основного тексту – 30 сторінок.

Ключові слова: АВТОТРАНСПОРТ, ВИКИДИ, ОКСИД ВУГЛЕЦЮ, ВУГЛЕВОДНІ, КОЕФІЦІЄНТ НЕБЕЗПЕКИ, ДОЗА, ОЦІНКА РИЗИКУ.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1 ДИНАМІКА ВИКИДІВ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ У М. ЗАПОРІЖЖІ	6
2 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ .	11
2.1 Характеристика метеорологічної ситуації м. Запоріжжя .	11
2.2 Характеристика рельєфу м. Запоріжжя	15
2.3 Оцінка експозиційних навантажень впливу автотранспорту на здоров'я населення м. Запоріжжя	16
2.4 Характеристика ризику для здоров'я населення м. Запоріжжя	17
ВИСНОВКИ	30
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	31
ДОДАТКИ	33
Додаток А	33
Додаток Б	36
Додаток В	38

ВСТУП

Відомо, що до 90% токсичних, в тому числі канцерогенних, забруднюючих речовин надходить в атмосферне повітря міст у складі відпрацьованих газів автотранспорту [1]. Канцерогенні речовини чинять значний негативний вплив на здоров'я, оскільки не мають порогу шкідливої дії, і незначна кількість молекул канцерогенної речовини може призвести до порушення стану здоров'я людини.

Значне надходження шкідливих хімічних речовин в атмосферне повітря міст обумовлено щорічним збільшенням чисельності автомобільного парку, а також відсутністю можливості розширення транспортних магістралей [2]. Якщо у середньому в світі на 1 км² території припадає п'ять автомобілів, то у великих містах, де сконцентрована основна маса автотранспорту, їх знаходиться в 300 разів більше [3].

Загальна кількість автотранспортних засобів в Україні в десятки і більше разів менша, ніж у розвинутих країнах Європи, Азії та США, проте рівень забруднення атмосферного повітря викидами двигунів є набагато вищим внаслідок низьких експлуатаційних показників автомобілів вітчизняного виробництва та виробництва автомобільної промисловості колишнього СРСР, а також через поповнення автомобільного парку за рахунок імпорту іноземних марок автомобілів (авто з євро номерами (на «євроблях»)), які тривалий час знаходились в експлуатації [4]. Відповідно, за різними оцінками в Україні зараз – від кількох сотень тисяч до півтора-двох мільйонів «євроблях», які були ввезені в Україну без сплати мита та подальшої перереєстрації. Сотні тисяч, а то й мільйон автомобілів, вік яких коливається від кількох років до кількох десятків років. Половина всіх «євроблях» була виготовлена ще у минулому столітті, тобто вони не відповідають екологічним стандартам, які можуть врятувати природу і наше життя. Особливо небезпечними є дизельні автомобілі, які у рази більше викидають в атмосферу шкідливих речовин, тому у світі щороку скорочують їх виробництво.

Як показали дослідження [5], високий канцерогенний ризик для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту обумовлюють 1,37-бутадієн, бензол, формальдегід, бенз(а)пірен та інші канцерогенні речовини. Звичайно, ці речовини надходять в атмосферу міста не лише з вихлопами двигунів, але й у складі викидів промислових підприємств. Проте частка внеску автотранспорту в забруднення атмосферного повітря міст шкідливими речовинами зазвичай більша; передбачається, що вона буде зростати, так як темпи росту забруднення атмосфери відпрацьованими газами вищі, ніж темпи росту промислового виробництва [6].

Дослідження з вивчення впливу забруднюючих речовин, що обумовлені викидами автотранспорту певної території (міста, району, тощо) на населення проведені мало, оскільки це пов'язано з рядом складностей. Вони обумовлені рядом проблем, які виникають при спробі вичленити частковий внесок автотранспорту в забруднення повітря міст і визначити кількість населення, що безпосередньо підлягає цьому впливу. Важливе значення мають особливості розповсюдження забруднювачів за рахунок викидів відпрацьованих газів в приземному шарі атмосфери, що погіршує умови розсіювання, в порівнянні з викидами стаціонарних джерел, і створює підвищений рівень забруднення поблизу магістральних вулиць [7, 8, 9].

Оцінка екологічного ризику є одним з елементів методології аналізу ризику здоров'ю, яка включає в себе оцінку ризику, управління ризиком та інформування про ризик. В науковому відношенні оцінка ризику – це послідовне, системне розглядання всіх аспектів дії фактору, що аналізується, на здоров'я людини, яке містить обґрунтування допустимих рівнів впливу. В науково-практичному застосуванні основна задача оцінки екологічного ризику в отриманні та узагальненні інформації про можливий вплив факторів середовища існування людини на стан його здоров'я.

1 ДИНАМІКА ВИКИДІВ ВІД АВТОТРАНСПОРТУ У М. ЗАПОРІЖЖІ

Основними забруднювачами атмосферного повітря у Запоріжжі є пересувні джерела, серед яких за обсягами викидів перше місце займає автотранспорт.

Транспортна система Запорізької області представлена різними видами транспорту: аеропортом, морським та річковим портами, Запорізькою дирекцією залізничних перевезень Придніпровської залізниці, електротранспортом (м. Запоріжжя), суб'єктами господарювання, на балансі яких є автомобільний транспорт. Значна роль належить саме автомобільному транспорту.

Автомобільний транспорт – галузь транспорту, яка забезпечує задоволення потреб населення та суспільного виробництва у перевезеннях пасажирів та вантажів автомобільними транспортними засобами [2].

Незважаючи на існуючі негативні аспекти автомобілізації, такі як: соціальні і економічні втрати від дорожньо-транспортних пригод, забруднення довкілля, руйнування покриття доріг, галузь має об'єктивні переваги: доступність відкриття бізнесу, швидкість пересування пасажирів та вантажів, висока маневреність, забезпечення перевезень «від дверей до дверей» та на «останньому кілометрі», цінова доступність для споживачів, розвинуті логістичні системи [3].

Для формування сталого ринку послуг автомобільного транспорту необхідна реалізація єдиної економічної, інвестиційної, науково-технічної й соціальної політики, підвищення рівня безпеки та якості обслуговування населення та підприємств області автомобільним транспортом.

Кількість вантажних і пасажирських автомобілів, наявна мережа автобусних маршрутів дозволяють в основному задовольнити потреби населення області в перевезеннях, але із-за нестачі коштів парк автобусів і вантажних автомобілів тривалий час не оновлювався й технічний стан автотранспорту не відповідає сучасним вимогам. Частина автоперевізників

надають послуги без ліцензій. На недостатньому рівні державне регулювання маршрутних і легкових таксомоторних перевезень [1].

Інформація щодо наявної кількості автомобільного транспорту в Запорізькій області наведена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Наявність автомобільного транспорту в Запорізькій області

Автотранспортні засоби	Всього	У власності фізичних осіб
Всього:	477236	417905
у т.ч.: легкових автомобілів	332593	316263
вантажних бортових автомобілів	12988	5836
самоскидів	10626	3404
сідельних тягачів	4092	2078
спеціальних вантажних автомобілів	2841	441
автобусів	5635	3056
інших автомобілів	32560	18615

Структура автобусного парку юридичних осіб залежно від строків експлуатації становить 2579 одиниць, в т.ч.: до 3 років – 4,5 % від загального обсягу; від 3 до 5 років – 4,5 %; з 5 до 10 років – 10,6 %; понад 10 років – 80,4 %.

В структурі парку вантажних автомобілів юридичних осіб транспортні засоби строком експлуатації понад 10 років становлять 85,5 %.

Таким чином, більша частина рухомого складу в області потребує оновлення. Поступова заміна транспорту старше 10 років на більш новий необхідна для забезпечення безпеки перевезень, поліпшення якості обслуговування, зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище.

Загальна кількість ліцензій для надання послуг з перевезення пасажирів та вантажів автомобільним транспортом складає 3481 шт. (ліцензійних карток на транспортні засоби – 9093 шт.).

Відсоток виданих ліцензій на перевезення автотранспортом фізичним особам становить 89 %, ліцензійних карток на транспортні засоби – 50 %.

Велика кількість виданих ліцензій і постійне зростання кількості ліцензій у результаті збільшення на ринку суб'єктів господарювання, зокрема суб'єктів малого підприємництва, ускладнює контроль за роботою автотранспорту загального користування.

Контроль за діяльністю автоперевізників усіх форм власності в області здійснюють: підрозділи управління ДАІ ГУМВС України в Запорізькій області, Управління Укртрансінспекції у Запорізькій області, Запорізька обласна державна адміністрація, районні державні адміністрації, виконавчі комітети міських рад міст обласного значення та інші контролюючі органи.

Показники роботи автотранспортних підприємств Запорізької області в динаміці наведені в табл. 1.2. Слід відмітити, що динаміка роботи автотранспортних підприємств наведена з урахуванням обсягів автомобільних пасажирських перевезень, виконаних фізичними і юридичними суб'єктами малого бізнесу та комерційних вантажних перевезень, виконаних фізичними особами - підприємцями.

Обсяги перевезень вантажів автомобільним транспортом за останні роки мають тенденцію зменшення. Також потребують стабілізації обсяги перевезень пасажирів автотранспортом загального користування.

У 2019 році довжина автомобільних доріг загального користування, розташованих на території Запорізької області, складала 6989 км, з них – 1865 км доріг державного значення та 5124 км автомобільних доріг місцевого значення [4]. Забезпеченість автомобільними дорогами та їх технічний стан не відповідають у повній мірі потребам економіки регіону. Близько 80 % доріг області побудовані понад 30 років назад і не відповідають вимогам сучасного автомобільного руху.

Таблиця 1.2 – Динаміка роботи автомобільного транспорту області

Показники	2016 рік	2017 рік	2018 рік	2019 р. у %
Перевезено пасажирів (автобуси), млн. пас.	81,2	71,5	75,8	93,3
Пасажирооборот (автобуси), млн. пас. км	936,5	827,3	877,1	93,7
Перевезено вантажів, млн. т	51,4	35,1	34,1	66,3
у т.ч. автопідприємства	1,8	2,2	2,8	155,6
Вантажооборот, млн. км	1841,7	1633,9	1409,5	76,5
у т.ч. автопідприємства	513,0	464,5	475,7	92,7

Концентрація шкідливих речовин в атмосферному повітрі, насамперед, залежить від типу і вантажопідйомності автомобілів, геометричних параметрів транспортної магістралі, режиму руху і технологічного стану транспортного засобу, коефіцієнта турбулентної дифузії. Важливим також є питання організації дорожнього руху.

З 2015 року дані по обсягу викидів від пересувних джерел не входять до складу програми обласної статистики. Обрахування кількості викидів здійснюється за показниками використаного палива у статистичній формі «Викиди забруднюючих речовин у атмосферне повітря від пересувних джерел забруднення по регіонах».

Аналіз динаміки загальних викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря м. Запоріжжя показав, що обсяги викидів в 2019 році порівняно з 2018 роком збільшився на 1, 933 тис. т (табл. 1.3).

Таблиця 1.3 – Динаміка викидів в атмосферне повітря пересувними джерелами, тис. т

Рік	Викиди в атмосферу, тис. тон	Щільність викидів у розрахунку 1 км ² , тон	Обсяги викидів у розрахунку на 1 особу, кг
2016	76,071	2,8	43,6
2017	80,189	2,95	46,3
2018	77,345	2,85	45,1
2019	79,278	2,9	46,7

Автомобільний транспорт є найбільш шкідливим через те, що його викиди є основними по валовому викиду і надходять у повітря майже безпосередньо в зоні дихання людини. Підвищенню рівня забруднення атмосферного повітря сприяють низькі експлуатаційні показники автомобілів та низька якість палива, низький показник щільності автомобільних доріг та їхня мала пропускна здатність, що призводить до зниження швидкості руху, створення заторів та до збільшення об'ємів викидів забруднювальних речовин.

2 ВИЗНАЧЕННЯ РІВНЯ БЕЗПЕКИ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ

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

2.1 Характеристика метеорологічної ситуації м. Запоріжжя

Специфіка розповсюдження забруднюючих речовин на досліджуваній території м. Запоріжжя залежить від характеристики використання земельних ресурсів, клімату та рельєфу. Для отримання більш точних розрахунків, були проаналізовані та адаптовані наявні в Україні дані щодо характеристики землекористування, метеорологічної ситуації та рельєфу.

Метеорологічні умови є одним з визначальних чинників, що мають вплив на розповсюдження забруднюючих речовин на досліджуваній території. Варіації метеорологічних параметрів (тиск, хмарність, атмосферна вологість, температура, швидкість вітру та ін.) впливають на формування специфічних станів атмосфери, класи стабільності атмосфери, які визначають умови поширення забруднювачів.

Місто Запоріжжя розташоване в зоні континентального типу зі спекотним літом і помірно холодною зимою. Найхолодніший місяць року - січень, середньомісячна температура - 4,3 °С, абсолютний мінімум - 34 °С. Найтепліший місяць - липень, середньомісячна температура +22,3 °С при абсолютному максимумі +41 °С. Річна кількість опадів - 469 мм, середній сніжний покрив становить 14 см, максимальний - 35 см. Швидкість вітру на території міста не перевищує 5-7 м/с, проте максимальна швидкість може досягати 20 - 25 м/с. Переважні вітри: північно-східні і північні.

Вихідними даними для проведення розрахунку забруднюючих речовин стали дані спостережень метеорологічної станції аеропорту м. Запоріжжя. За даними спостережень протягом 2020 року (або 8760 год.) штиль спостерігався протягом 9,47 % часу спостереження (або 830 год.), а середня швидкість вітру склала 3,9 м/с. Найбільшу кількість годин (341 год. або 14,9 %) вітер дув південно-західному напрямку зі швидкістю від 3-4 м/с. В тому ж напрямку найбільше годин (270 год. або 3,9 %) він дув і зі швидкістю 4-5 м/с. Майже однакову кількість годин він дув в західному та південному-східному напрямку (табл. 2.1 та рис. 2.1).

На рисунку 2.2 представлено загальнорічну розу вітрів, яка склалася в м. Запоріжжя. Як видно, переважаючим напрямком вітру був південно-західний та західний.

Таблиця 2.1 – Повторюваність напрямків та швидкостей вітру у годинах у м. Запоріжжя

	Швидкість вітру в м/с									Разом
	0,5-1,5	1,5-3,0	3,0-4,0	4,0-5,0	5,0-6,0	6,0-7,0	7,0-8,0	8,0-11,1	>=11,1	
Північний	33	198	164	130	116	72	47	121	3	884
Північносхідний	28	147	164	157	164	105	74	73	4	916
Східний	36	139	176	160	163	98	94	65	7	938
Південносхідний	36	233	230	143	137	118	70	59	2	1028
Південний	28	159	237	188	117	80	52	48	2	911
Південнозахідний	55	197	341	270	170	131	90	52	0	1306
Західний	58	234	262	178	147	126	114	124	0	1243
Північнозахідний	56	173	149	99	88	56	49	31	3	704
Разом	330	1480	1723	1325	1102	786	590	573	21	79

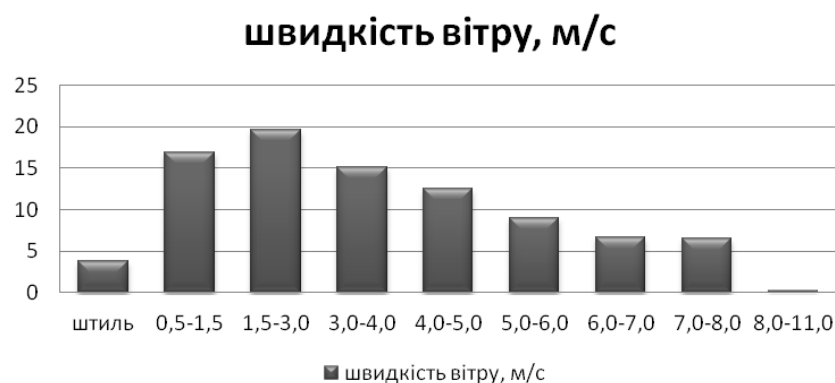


Рисунок 2.1 – Розподіл швидкостей вітру у відсотках в м. Запоріжжі

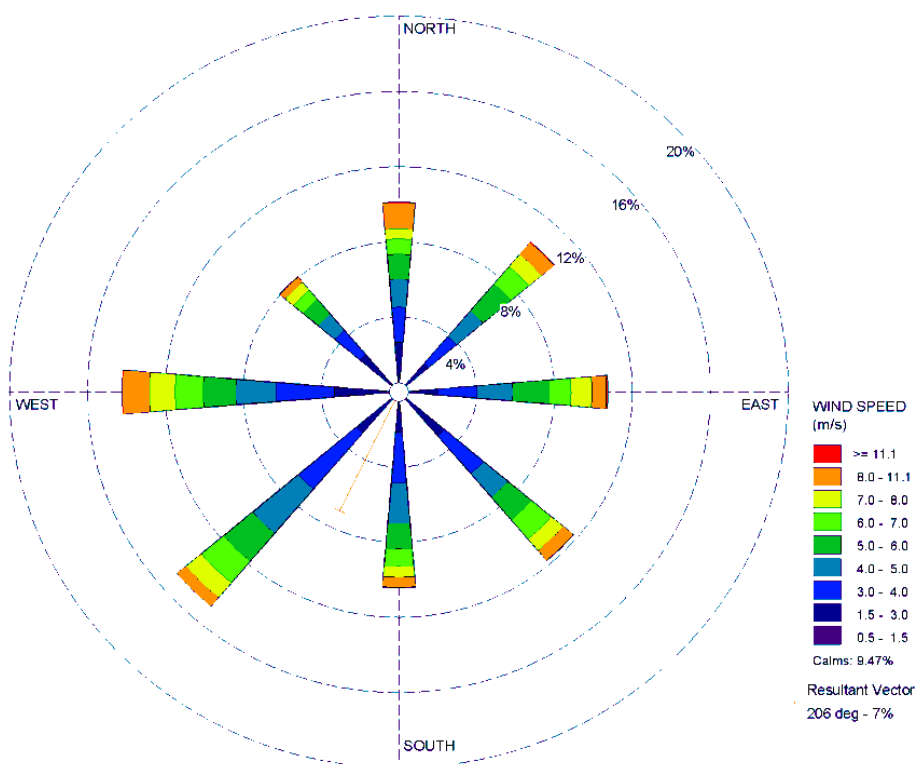


Рисунок 2.2 – Загальнорічна роза вітрів м. Запоріжжя

Класифікація різних метеорологічних станів атмосфери відносно можливості розсіювати та переносити забруднювачі (категорії стабільності атмосфери) поділяється за ключовими характеристиками, що визначають швидкість вітру, рівень сонячної інсоляції, хмарність та ін. В моделях ERA

стабільність атмосфери класифікується за Паскуїлло-Гіффордом-Тернером і представлена 6-ма категоріями стабільності від А до F:

A – максимально нестабільний стан (сильна температурна нестабільність, яскраве сонце);

B – середньо нестабільний стан (перехідні періоди, спокійне перемішування);

C – помірно нестабільний стан (перехідні періоди, незначне перемішування);

D – нейтральний стан (сильний вітер, суцільна хмарність, переходи день-ніч);

E – помірно стабільний стан (перехідні періоди, нічні помірні вітри);

F – середньо стабільний стан (чисте небо опівночі, дуже обмежене вертикальне перемішування).

Як видно з діаграми на рис. 2.3 майже половина часу або 43,9 % атмосфера на даній території протягом 2018 року знаходилися в нейтральному стані, майже однаковий час в помірному (E – 15,5 %) та середньо стабільному (B – 15,1 %) стані. Найменше часу атмосфера перебувала в максимально нестабільному стані – 0,4 %.



Рисунок 2.3 – Класи стабільності атмосфери у м. Запоріжжя, %

Можливість найгіршого варіанту розвитку ситуації складається тоді, коли високі концентрації викидів припадають на маловітряний період, який характеризується класами стабільності атмосфери E (11,1 % та 9,8 % протягом року). Періоди сильних вітрів, клас D (57,7 % протягом року), сприяють активній дисперсії та поширенню забруднюючих речовин на значні відстані.

Таким чином, на території м. Запоріжжя переважаючим напрямками вітру, відповідно були південно-західний та західний. Отже, у поєднанні з нейтральним класом стабільності атмосфери, забруднюючі речовини від стаціонарних джерел викидів на досліджуваних територіях будуть поширюватися у відповідних напрямках.

2.2 Характеристика рельєфу 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.

Висотні відмітки рельєфу для досліджуваної території м. Запоріжжя коливаються в межах від 86 м до 196,7 м над рівнем моря (рис. 2.4).

Враховуючи дані метеорологічних спостережень, топографії та характеристики землекористування, для розрахунку осереднених концентрацій пріоритетних політантів атмосферного повітря, була використана розрахункова програма CalRoadsView, яка широко використовується для оцінки впливу пересувних джерел викидів на здоров'я населення м. Запоріжжя.

Розрахунок експозиції від викидів автотранспорту за допомогою CalRoadsView був виконаний Державною установою «Інститут гігієни та медичної екології ім. М.О. Марзєєва Академії медичних наук України».

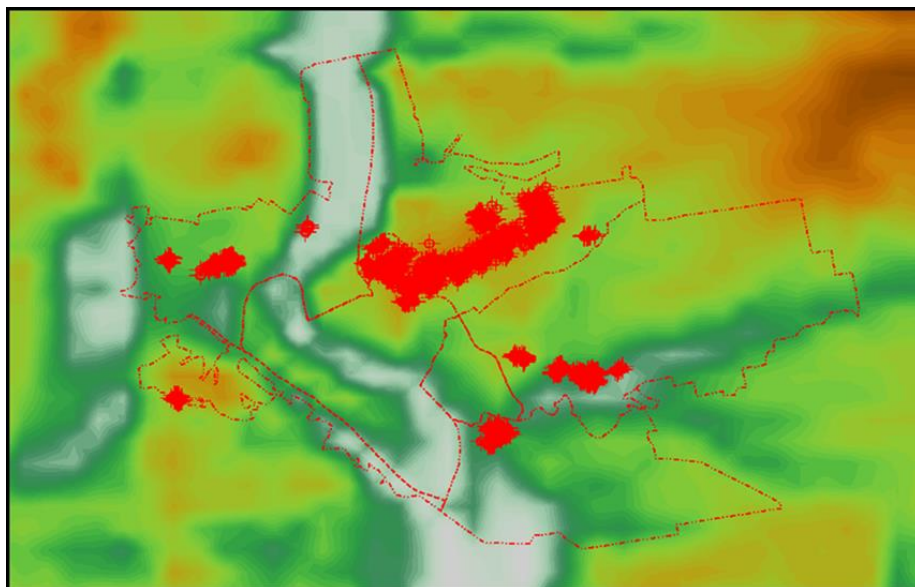


Рисунок 2.4 – Рельєф території м. Запоріжжя

2.3 Оцінка експозиційних навантажень впливу автотранспорту на здоров'я населення м. Запоріжжя

Для м. Запоріжжя були підготовлені карти вулично-дорожньої мережі на досліджуваній території та вибрані найбільш завантажені автотранспортом магістралі. Було обрано 9 перехресть, що вивчалися:

1. б. Вінтера – вул. Гребельна;
2. пр. Соборний (Леніна) – пр.Металургів;
3. вул. Перемоги – вул. Тюленіна;
4. вул. Перемоги – вул. Патріотична;
5. пр. Соборний (Леніна) – вул. Українска;
6. вул. Дніпровська (Леппіка) – Набережна;
7. пр. Соборний – вул. Святого Миколая (Артема);
8. вул. Радгоспний провулок – вул. Культурна;
9. вул. Василя Сергієнка (Задніпровська) – вул. Новгородська.

Вибрані для дослідження перехрестя були охарактеризовані необхідною графічною інформацією для розрахунків впливу автотранспорту на атмосферне

повітря м. Запоріжжя щодо: кількості смуг руху, довжини перехрестя, ширини проїзної частини.

При оцінках викидів шкідливих речовин враховувалася інтенсивність, та склад транспортних потоків, швидкісний режим та затримки автотранспорту на досліджуваних перехрестях.

На підставі офіційних даних Державної установи «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» щодо викидів автотранспорту м. Запоріжжя на досліджуваних територіях (дод. А, табл.А.1-А.6), в результаті розрахунків були отримані дані щодо максимальних та мінімальних значень осереднених концентрацій для оксиду вуглецю, діоксиду азоту, вуглеводнів, пилу та бенз(а)пірену.

В результаті досліджень був сформований перелік найбільш пріоритетних шкідливих речовин (дод. Б, табл. Б.1, Б.2).

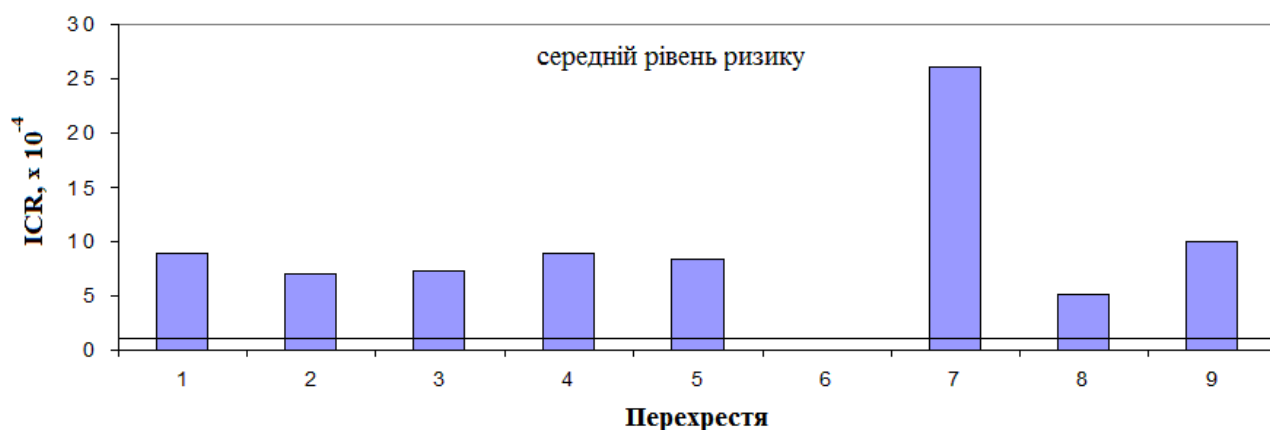
Згідно міжнародних критеріїв оцінки якості атмосферного повітря серед перелічених пріоритетних речовин у зазначених рецепторних точках не перевищують значень референтних концентрацій (RfC) лише рівні експозиції по PM_{10} . У всіх останніх випадках спостерігається перевищення нормативних рівнів, особливо по бульвару Вінтера - вул. Гребельна та по пр. Соборний - вул. Артема.

2.4 Характеристика ризику для здоров'я населення м. Запоріжжя

На основі розрахованих рівнів експозиції були встановлені характеристики ризику від забруднення атмосферного повітря викидами автотранспорту в контрольних перехрестях, які включали:

- розрахунки індивідуальних канцерогенних ризиків для здоров'я населення;
- розрахунки неканцерогенних ризиків у вигляді коефіцієнтів та індексів небезпеки для окремих речовин;
- розрахунки додаткових випадків смерті від викидів пилу з діаметром часток менше 10 мкм.

Серед пріоритетних забруднюючих речовин, присутніх у житловій зоні, канцерогенною дією володіє бенз(а)пірен. Результати розрахунків (дод. В, табл. В.1) (рис. 2.5) індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на контрольних перехрестях: б. Вінтера - вул. Гребельна, пр. Соборний - пр.Металургів, вул. Перемоги - вул. Тюленіна, вул. Перемоги - вул. Патріотична, пр. Соборний - вул.Українська, вул. Радгоспна - вул. Культурна, вул. Василя Сергієнка (Задніпровська) - вул.Новгородська свідчать про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$) при довічному впливі (характеризується такими рівнями, які є допустимими для професійних контингентів і неприпустимими для населення в цілому). Виникнення такого рівня ризику вимагає розробки та проведення планових оздоровчих заходів.



1 – б. Вінтера -вул. Гребельна; 2 – пр. Соборний- пр. Металургів; 3 – вул. Перемоги-вул. Тюленіна; 4 – вул. Перемоги-вул. Патріотична; 5 – пр. Соборний-вул. Українська; 6 – вул. Дніпровська-Набережна; 7 – пр. Соборний - вул. Святого Миколая; 8 – вул. Радгоспна-вул. Культурна; 9 – вул. Василя Сергієнка -вул. Новгородська

Рисунок 2.5 – Індивідуальний канцерогенний ризик від бенз(а)пірену

На перехресті пр. Соборний - вул. Святого Миколая (Артема) спостерігається найвищий рівень ризику, що свідчить про необхідний

динамічний контроль за впливом викидів і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів [11].

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгалаційних впливів викидів забруднюючих речовин від автотранспорту (дод. В, табл. В.2–В.5) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HQ > 1$) у деяких місцях заміру рецепторних точок і знаходяться у таких межах:

– на перехресті **б. Вінтера- вул. Гребельна** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах ($HQ = 0,037 \div 1,567$), для діоксиду азоту ($HQ = 0 \div 1,975$), для вуглеводнів ($HQ = 0,05 \div 3,95$), для бенз(а)пірену ($HQ = 0,067 \div 4,1$);

– на перехресті **пр. Соборний - пр. Металургів** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах ($HQ = 0,02 \div 0,633$), для діоксиду азоту ($HQ = 0 \div 0,975$), для вуглеводнів ($HQ = 0,03 \div 1,24$), для бенз(а)пірену ($HQ = 0,033 \div 1,233$);

– на перехресті **вул. Перемоги - вул. Тюленіна** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах ($HQ = 0,0177 \div 0,7$), для діоксиду азоту ($HQ = 0 \div 0,975$), для вуглеводнів ($HQ = 0,05 \div 3$), для бенз(а)пірену ($HQ = 0,033 \div 1,237$);

– на перехресті **вул. Перемоги - вул. Патріотична** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах ($HQ = 0,0377 \div 0,927$), для діоксиду азоту ($HQ = 0 \div 1,475$), для вуглеводнів ($HQ = 0,05 \div 1,6$), для бенз(а)пірену ($HQ = 0,067 \div 1,55$);

– на перехресті **пр. Соборний - вул. Українська** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах ($HQ = 0,01 \div 0,657$), для діоксиду азоту ($HQ = 0 \div 0,975$), для вуглеводнів ($HQ = 0,05 \div 1,45$), для бенз(а)пірену ($HQ = 0,033 \div 1,433$);

– на перехресті **вул. Дніпровська (Леппіка) – Набережна** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах ($HQ = 0,0177 \div 0,69$), для

діоксиду азоту (HQ = 0), для вуглеводнів (HQ = 0), для бенз(а)пірену (HQ=0,0001 ÷ 0,003);

– на перехресті **пр. Соборний – вул. Святого Миколая (Артема)** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ=0,05÷2,34), для діоксиду азоту (HQ = 0 ÷ 2,95), для вуглеводнів (HQ=0,1 ÷ 4,8), для бенз(а)пірену (HQ =0,083 ÷ 4,617);

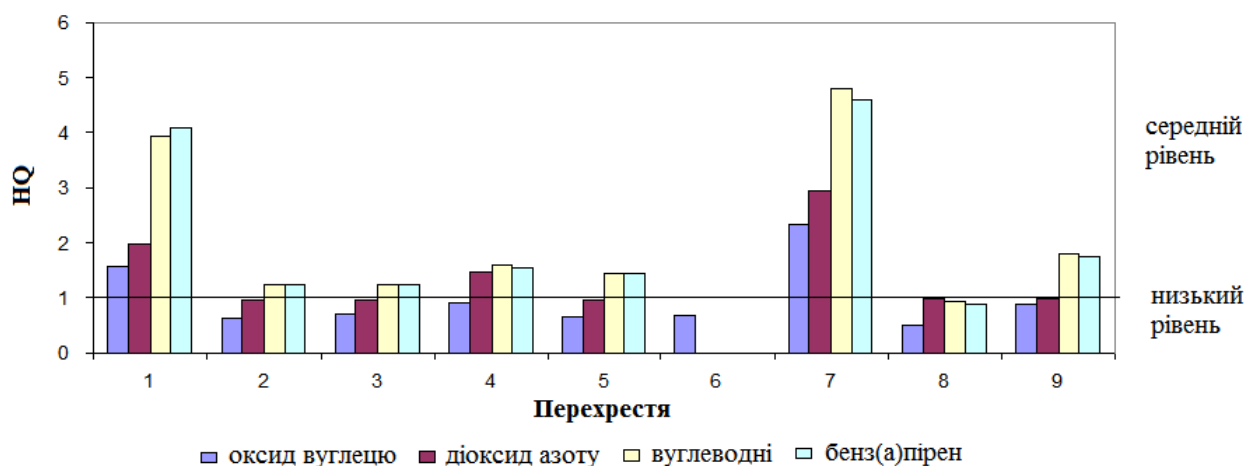
– на перехресті **вул. Радгоспний провулок – вул. Культурна** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ=0,01÷0,507), для діоксиду азоту (HQ = 0÷0,981), для вуглеводнів (HQ=0,044 ÷ 0,942), для бенз(а)пірену (HQ =0,033 ÷ 0,83);

– на перехресті **вул. Василя Сергієнка (Задніпровська) – вул. Новгородська** коефіцієнт небезпеки для оксиду вуглецю знаходиться у межах (HQ =0,027÷0,877), для діоксиду азоту (HQ = 0÷0,9825), для вуглеводнів (HQ = 0,03 ÷ 0,795), для бенз(а)пірену (HQ =0,033 ÷ 0,75).

На контрольних перехрестях значення коефіцієнтів небезпеки для пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі перевищують допустимий рівень (HQ ≥ 1) та знаходяться на середньому рівні (рис. 2.6), окрім перехрестя вул. Дніпровська-Набережна, де ризик для здоров'я експонованого населення – мінімальний.

При середньому рівні існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (неприпустимий для населення, допустимий для виробничих умов).

Результати розрахунків індексів небезпеки (дод. В, табл. В.6 – В.11) свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу (HI > 1) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі на органи дихання, кровоносну систему, імунну систему, центральну нервову систему, вроджені дефекти розвитку, серцево-судинну систему.



1 – б. Вінтера -вул. Гребельна; 2 – пр. Соборний- пр. Металургів; 3 – вул. Перемоги-вул. Тюленіна; 4 – вул. Перемоги-вул. Патріотична; 5 – пр. Соборний-вул. Українська; 6 – вул. Дніпровська-Набережна; 7 – пр. Соборний - вул. Святого Миколая; 8 – вул. Радгоспна-вул. Культурна; 9 – вул. Василя Сергієнко -вул. Новгородська

Рисунок 2.6 – Коефіцієнти небезпеки забруднюючих речовин на досліджуваних перехрестях

Індекси небезпеки знаходяться в таких межах:

– на перехресті б. Вінтера - вул. Гребельна у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI = 0,05 \div 5,925$), **імунну систему** ($HI = 0,0117 \div 8,05$), **кровоносну систему** ($HI = 0,05 \div 5,925$), **центральну нервову систему** ($HI = 0,05 \div 3,95$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI = 0,104 \div 5,667$), **серцево-судинну систему** ($HI = 0,087 \div 5,517$) (рис.2.7);

– на перехресті пр. Соборний - пр.Металургів індекси небезпеки у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI = 0,03 \div 2,215$), **імунну систему** ($HI = 0,063 \div 2,47$), **кровоносну систему** ($HI = 0,03 \div 2,215$), **центральну нервову систему** ($HI = 0,03 \div 2,24$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI = 0,053 \div 1,866$), **серцево - судинну систему** ($HI = 0,05 \div 1,87$) (рис. 2.8);

– на перехресті Перемоги - вул. Тюленіна індекси небезпеки у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI = 0,05 \div 2,225$),

імунну систему ($HI = 0,083 \div 2,487$), **кровоносну систему** ($HI = 0,05 \div 2,225$), **центрально нервову систему** ($HI = 0,05 \div 1,25$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI = 0,0507 \div 1,94$), **серцево - судинну систему** ($HI = 0,068 \div 1,95$) (рис. 2.9);

– на перехресті Перемоги - вул. Патріотична індекси небезпеки у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI = 0,05 \div 3,075$), **імунну систему** ($HI = 0,017 \div 3,15$), **кровоносну систему** ($HI = 0,05 \div 3,075$), **центрально нервову систему** ($HI = 0,05 \div 1,6$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI = 0,1047 \div 2,47$), **серцево - судинну систему** ($HI = 0,087 \div 2,52$) (рис.2.10);

– на перехресті пр. Соборний (Леніна) – вул. Українська у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI=0,05 \div 2,425$), **імунну систему** ($HI = 0,083 \div 2,88$), **кровоносну систему** ($HI= 0,05 \div 2,425$), **центрально нервову систему** ($HI = 0,05 \div 1,45$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI = 0,043 \div 2,09$), **серцево-судинну систему** ($HI=0,06 \div 2,1$)(рис. 2.11);

– на перехресті вул. Дніпровська (Лепіка) – Набережна у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI = 0$), **імунну систему** ($HI = 0,0001 \div 0,003$), **кровоносну систему** ($HI = 0$), **центрально нервову систему** ($HI = 0$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI=0,0178 \div 0,696$), **серцево-судинну систему** ($HI = 0,0117 \div 0,093$) (рис. 2.12);

– на перехресті пр. Соборний – вул. Святого Миколая (Артема) у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI= 0,1 \div 7,75$), **імунну систему** ($HI = 0,18 \div 9,42$), **кровоносну систему** ($HI=0,1 \div 7,75$), **центрально нервову систему** ($HI = 0,1 \div 4,8$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI = 0,13 \div 6,96$), **серцево-судинну систему** ($HI=0,15 \div 7,14$)(рис. 2.13);

– на перехресті вул. Радгоспний провулок - вул. Культурна у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI=0,44 \div 1,92$), **імунну систему** ($HI = 0,077 \div 1,82$), **кровоносну систему** ($HI= 0,044 \div 1,92$), **центрально**

нервову систему ($HI = 0,044 \div 0,94$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI = 0,043 \div 1,39$), **серцево-судинну систему** ($HI = 0,054 \div 1,45$) (рис. 2.14);

– на перехресті вул. Василя Сергієнка (Задніпровска) – вул. Новгородська індекси небезпеки у направленні на: **органи дихання** знаходиться у межах ($HI = 0,3 \div 2,77$), **іmunну систему** ($HI = 0,063 \div 3,545$), **кровоносну систему** ($HI = 0,3 \div 2,78$), **центральну нервову систему** ($HI = 0,03 \div 1,79$), **вроджені дефекти розвитку** ($HI = 0,06 \div 2,63$), **серцево-судинну систему** ($HI = 0,057 \div 2,67$) (рис. 2.15).

Значення індексів небезпеки при довічному інгаляційному впливі більшості рецепторних точок знаходяться на середньому рівні, в результаті чого існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (людей похилого віку, вагітних і дітей), що доводить необхідність проведення природоохоронних та профілактичних заходів на етапі управління ризиком [12].

На вулицях б.Вінтера - вул. Гребельна та пр. Соборний - вул. Святого Миколая значення індексів небезпеки при довічному інгаляційному впливі знаходяться на високому рівні, в результаті чого існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частини населення.

Індекси небезпеки розвитку захворювань в зонах перехресть наведено на рис. 2.16 – 2.21. Загальний вид індексів небезпеки систем в зонах перехресть наведено на рис. 2.22.

В додатку В (табл В.12 –В.14) представлено розрахунок середнедобової дози (ADD) для бенз(а)пірену та довічної середнедобової дози (LADD) для бенз(а)пірену (табл. В.15).

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 суспендованих частинок (PM_{10}).

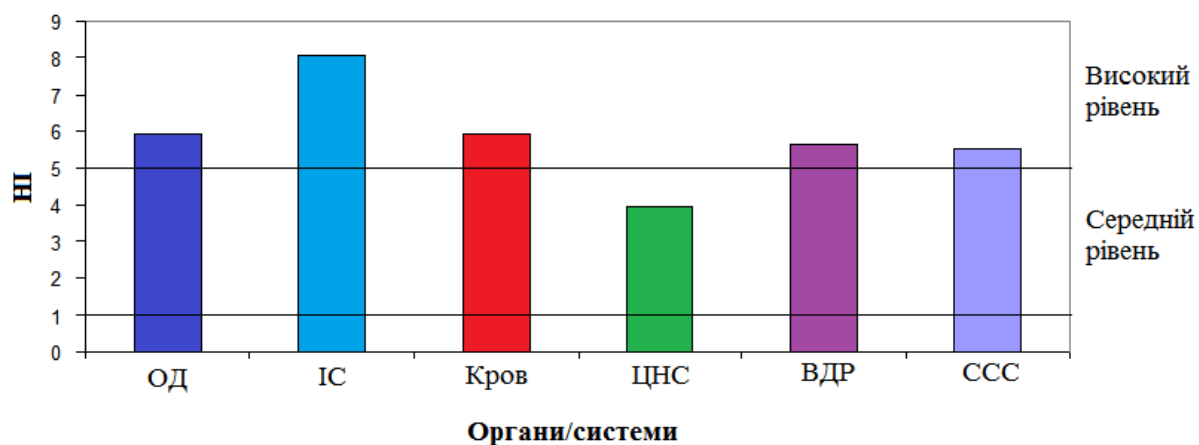


Рисунок 2.7 – Індекс небезпеки в зоні перехрестя - б.Вінтера - вул. Гребельна

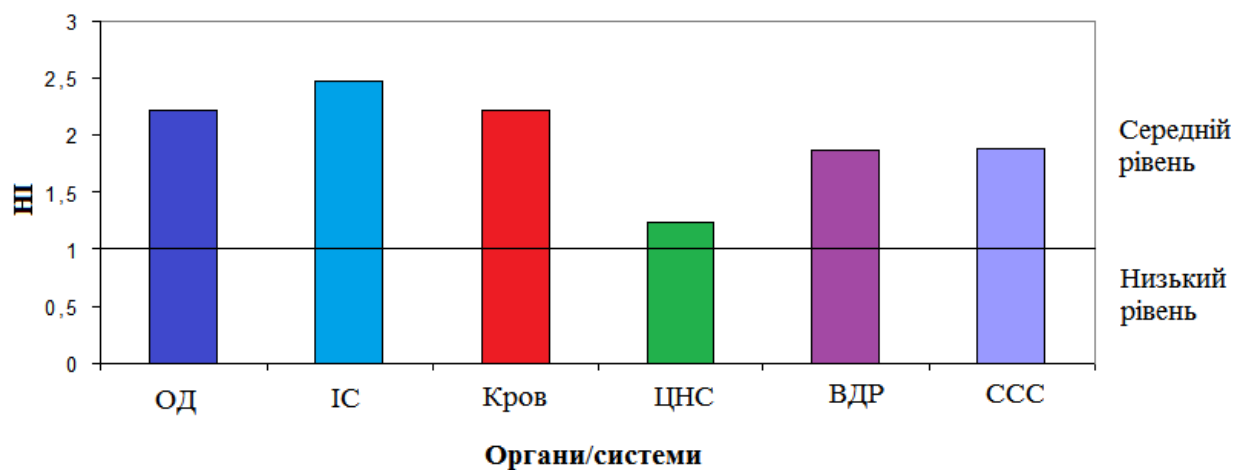


Рисунок. 2.8 – Індекс небезпеки в зоні перехрестя - пр. Соборний – пр.Металургів

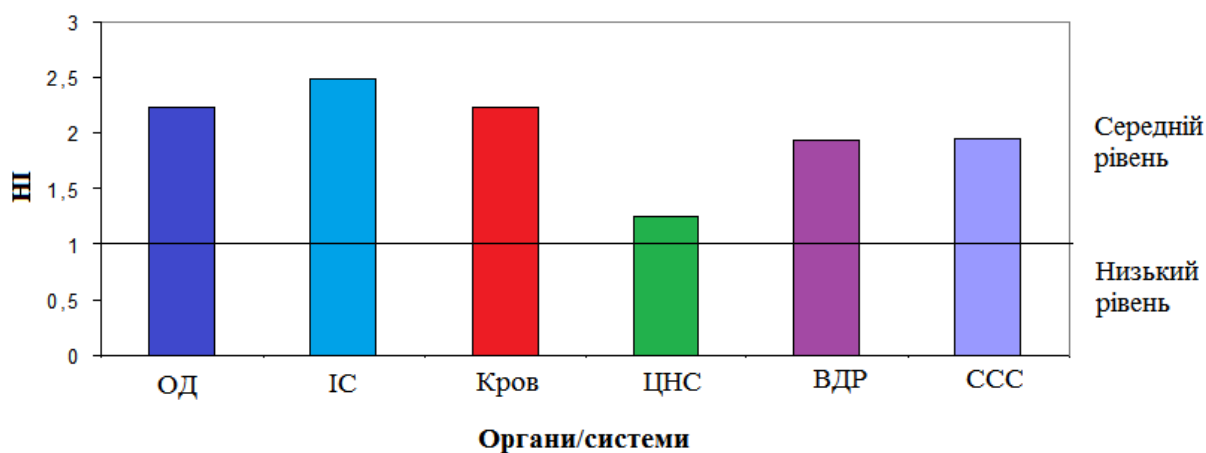


Рисунок 2.9 – Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Перемоги - вул.Тюленіна

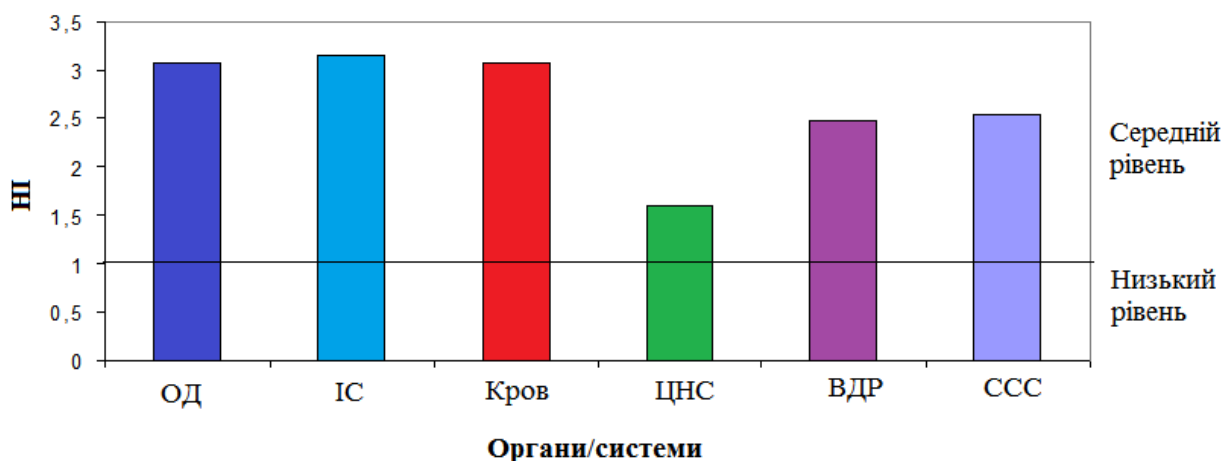


Рисунок 2.10 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Перемоги - вул. Патріотична

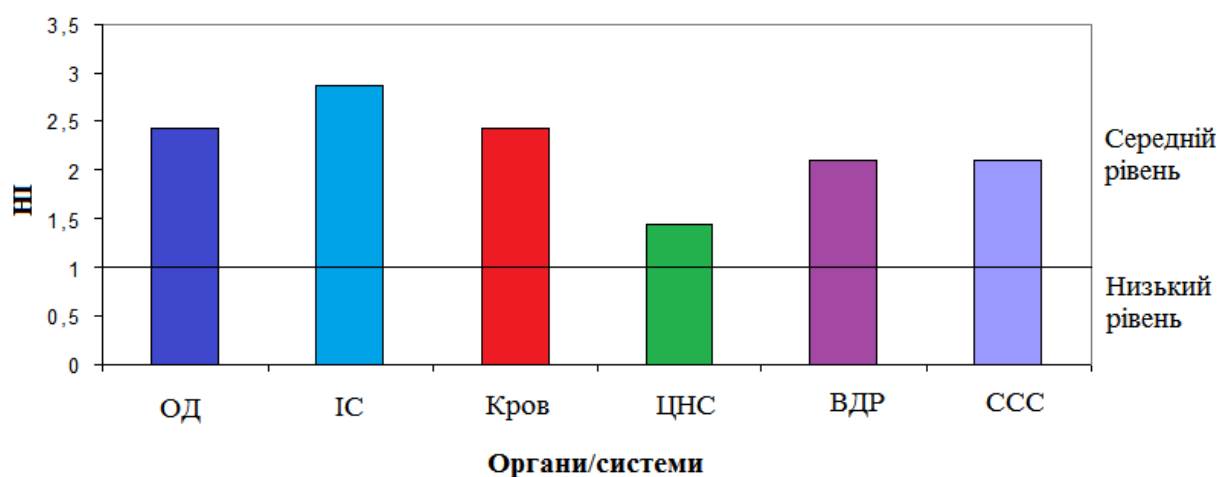


Рисунок 2.11 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - пр. Соборний - вул.Українська

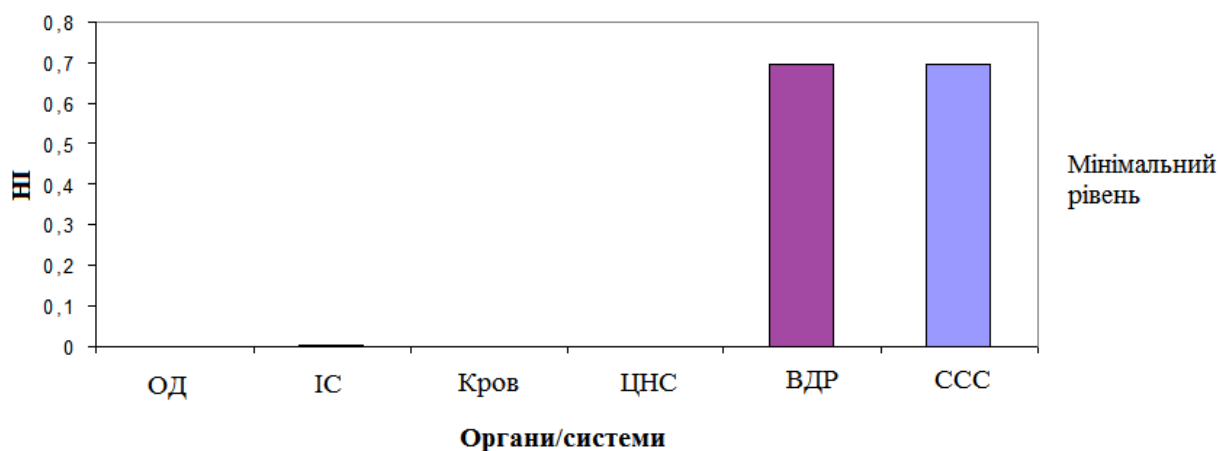


Рисунок 2.12 – Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Лепіка - Набережна

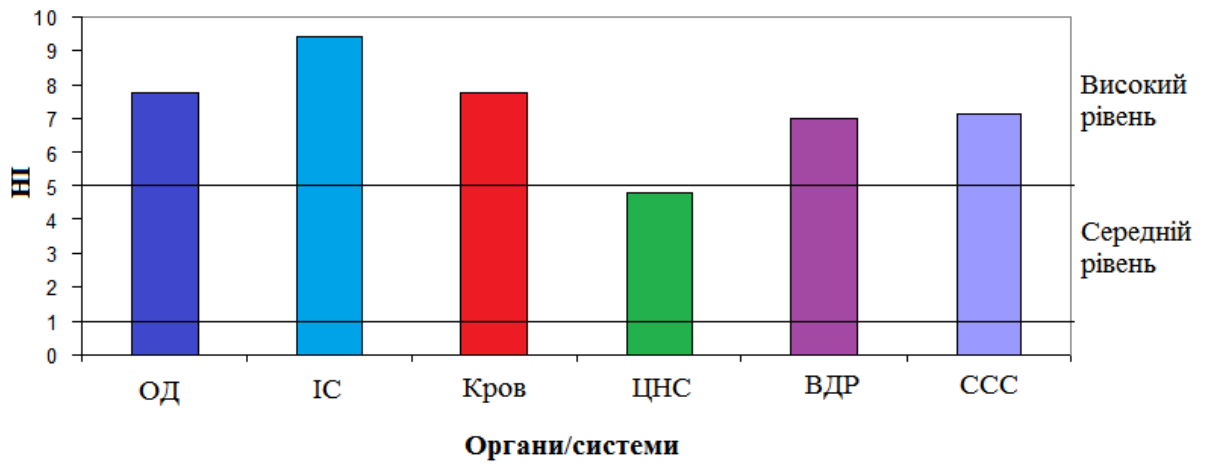


Рисунок 2.13 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - пр. Соборний - вул. Святого Миколая

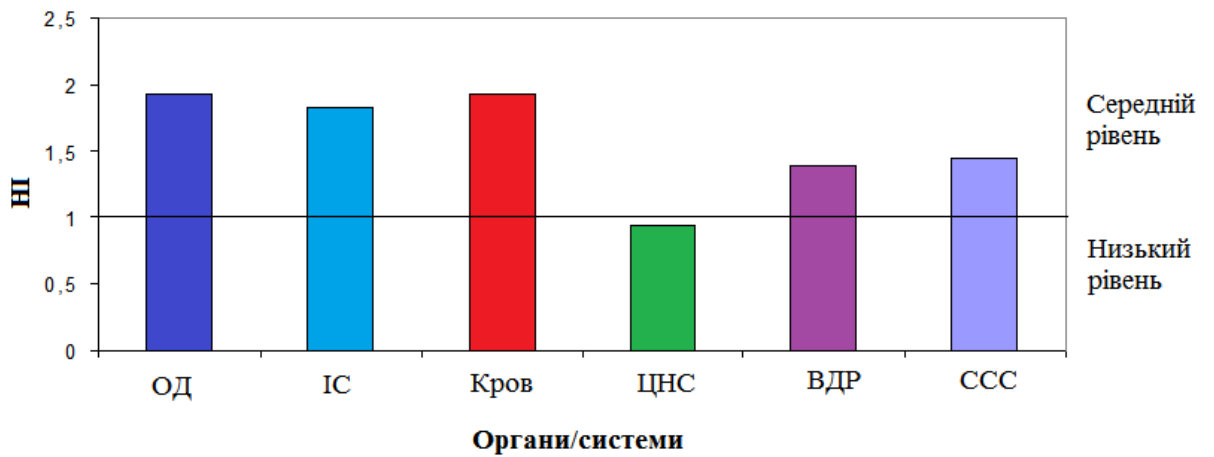


Рисунок 2.14 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Радгоспний провулок - вул. Культурна

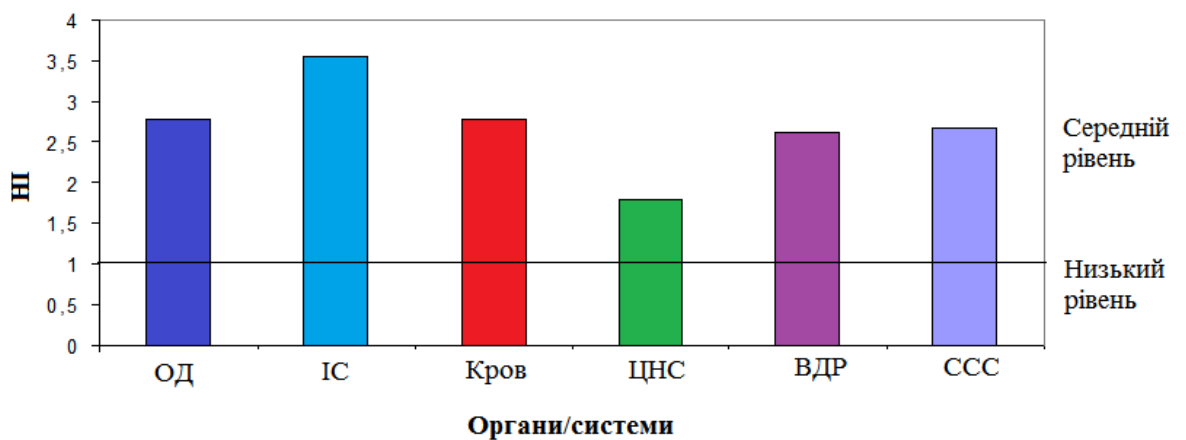


Рисунок 2.15 - Індекс небезпеки в зоні перехрестя - вул. Василя Сергієнко - вул.Новгородська

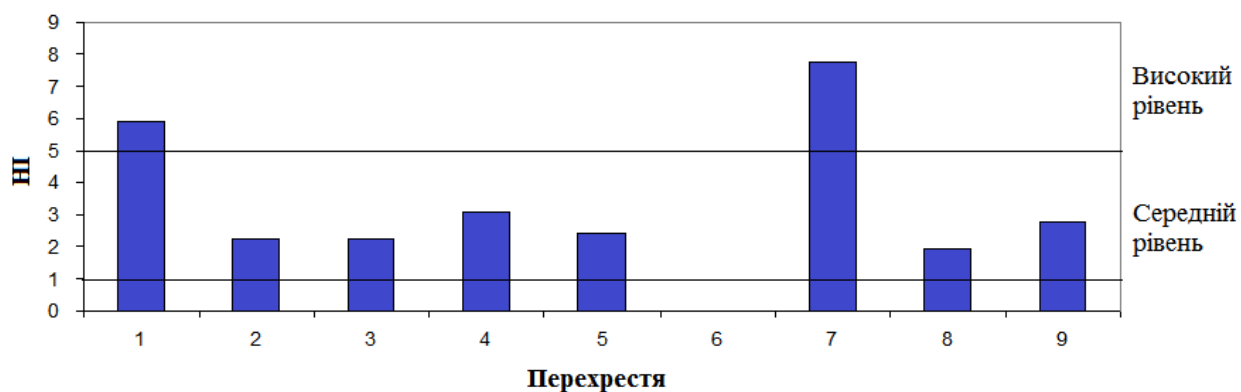


Рисунок 2.16 - Індекс небезпеки розвитку захворювань органів дихання в зонах перехресть

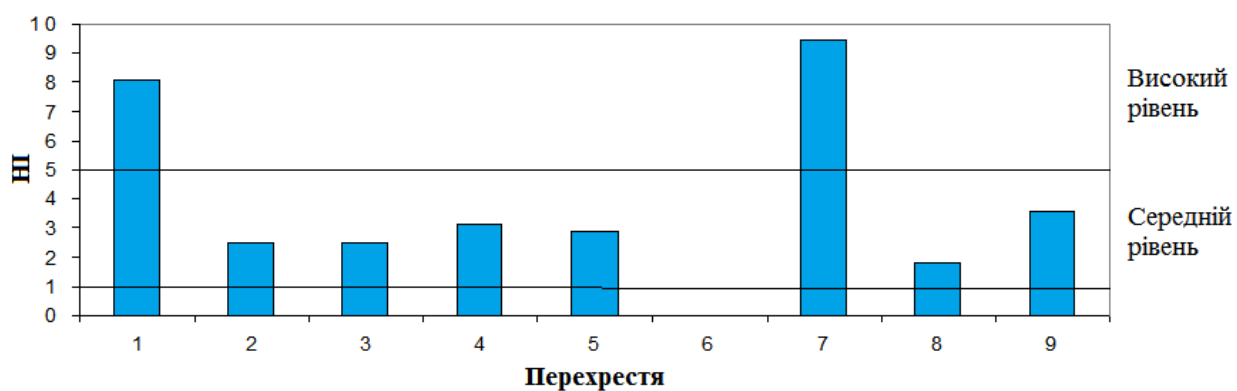


Рисунок 2.17 - Індекс небезпеки розвитку захворювань імунної системи в зонах перехресть

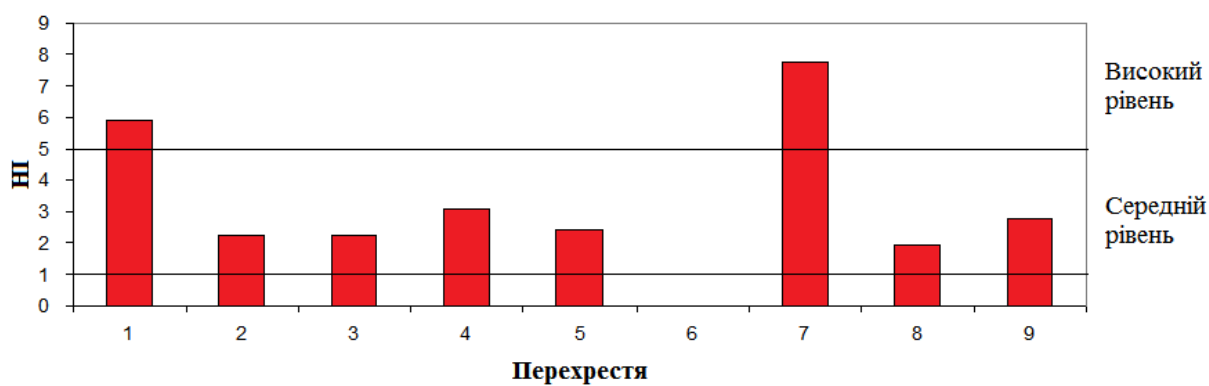


Рисунок 2.18 - Індекс небезпеки розвитку захворювань кровоносної системи в зонах перехресть

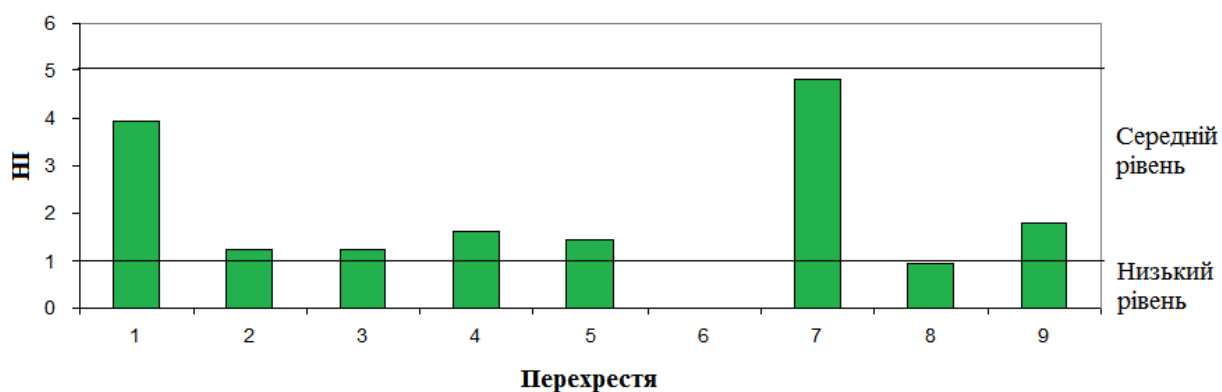


Рисунок 2.19 - Індекс небезпеки розвитку захворювань центральної нервової системи в зонах перехрестя

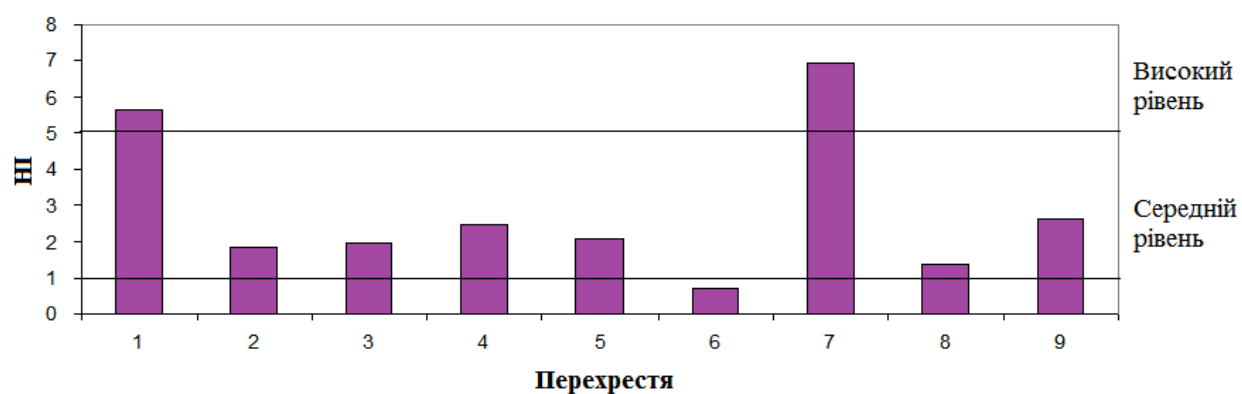


Рисунок 2.20 - Індекс небезпеки вроджених дефектів розвитку в зонах перехрестя

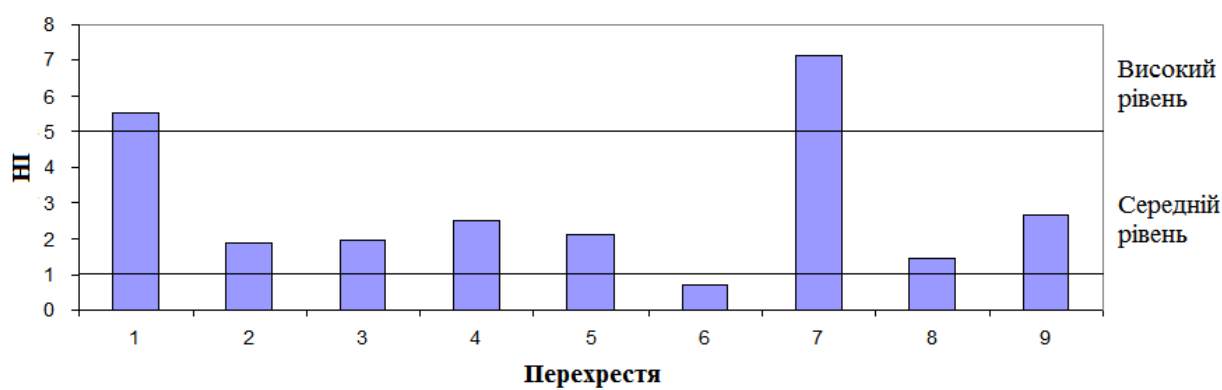


Рисунок 2.21 - Індекс небезпеки розвитку захворювань серцево-судинної системи в зонах перехрестя

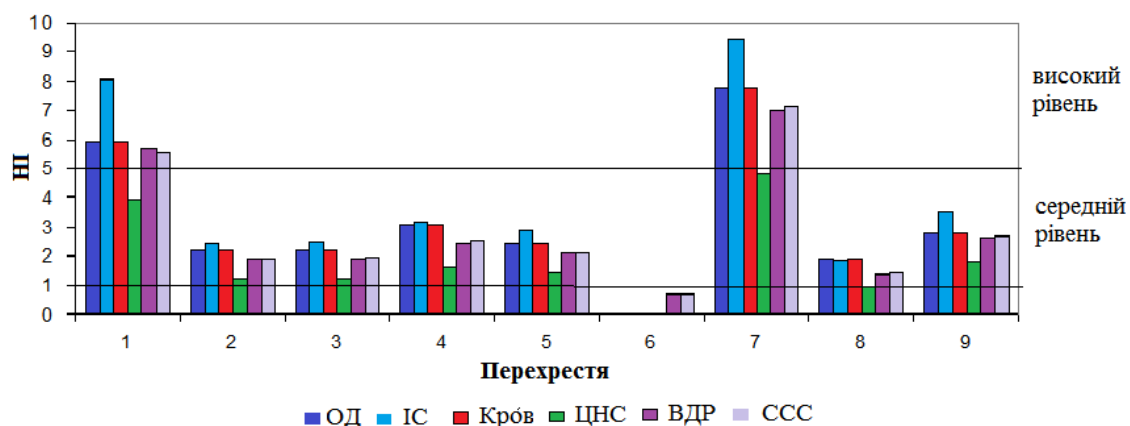


Рисунок 2.22 – Загальний вид: індекси небезпеки на системи та органи на досліджуваних перехрестях

Зважені частки завдають значних незворотних збитків у вигляді скорочення тривалості життя за рахунок додаткових випадків смерті. Гострий вплив PM_{10} за 24 години призводить до підвищення добової смертності від 0,5 до 1,6% на кожні 10 мкг/м^3 , а при збільшенні середньодобової концентрації PM_{10} на 10 мкг/м^3 , частота патологічних симптомів з боку органів дихання підвищується на 2,4%.

Середні за розміром частинки осідають на поверхні бронхів і альвеол. Якщо частки розчинні у воді, то вони розчиняються в слизу, всмоктуються через епітелій слизової оболонки і потрапляють в кров, міжклітинну рідину і лімфу. Нерозчинні частки від $1,0$ до $0,1 \text{ мкм}$ 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.

Розрахунки показали, що додаткові випадки смерті становлять 0,049 на 5504 населення протягом року (дод. В, табл. В.16).

Аналізуючи вищевикладене, на підставі проведених досліджень з оцінки ризику для здоров'я населення від впливу викидів автотранспорту, необхідно проведення природоохоронних заходів з мінімізації викидів оксиду вуглецю та вуглеводнів від вихлопів автотранспорту.

ВИСНОВКИ

1. Розраховано для неканцерогенних речовин коефіцієнти небезпеки, індекси небезпеки для сукупності речовин та сумарні індекси небезпеки, для канцерогенних речовин – індивідуальні канцерогенні ризики на протязі життя від впливу автотранспорту м. Запоріжжя. Знайдені величини були графічно відображені та проаналізовані.

2. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення на контрольних перехрестях свідчать про середній рівень ризику при довічному впливі.

3. На перехресті пр. Соборний - вул. Святого Миколая (Артема) спостерігається найвищий рівень ризику, що свідчить про необхідний динамічний контроль за впливом викидів і поглиблене вивчення джерел і можливих наслідків шкідливих впливів.

4. На контрольних перехрестях значення коефіцієнтів небезпеки для пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі перевищують допустимий рівень та знаходяться на середньому рівні, окрім перехресття вул. Дніпровська-Набережна, де ризик для здоров'я експонованого населення – мінімальний.

5. Результати розрахунків індексів небезпеки свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу сукупності пріоритетних забруднюючих речовин при довічному інгаляційному впливі на органи дихання, кровоносну систему, імунну систему, центральну нервову систему, вроджені дефекти розвитку, серцево-судинну систему та знаходяться на середньому рівні.

6. На вулицях б.Вінтера - вул. Гребельна та пр. Соборний - вул. Святого Миколая значення індексів небезпеки при довічному інгаляційному впливі знаходяться на високому рівні, в результаті чого існує ризик розвитку несприятливих ефектів у більшій частини населення.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. «Про Програму розвитку автомобільного транспорту в Запорізькій області на 2013-2017 роки» [Електронний ресурс]. Режим доступу : <http://www.rada.zp.ua/content/dvadcyat-persha-sesiya-shostogo-sklykannya>.
2. Про автомобільний транспорт: Закон України від 2001 року (зі змінами) [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/2344-14>.
3. Стратегічний план розвитку автомобільного транспорту України на період до 2020 року [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.insat.org.ua/files/project/project2020_part1.doc.
4. Стан та розвиток транспорту області за 2014 рік. Статистичний збірник: за ред. О.Є. Усової. Запоріжжя : Головне управління статистики у Запорізькій області, 2015. 49с.
5. Масляк П.О. Економічна і соціальна географія України. Київ : Зодіак-ЕКО, 2006. 288 с.
6. Статистичний щорічник Запорізької області за 2014 рік: за редакцією В.П. Голоवेशка. Запоріжжя: Головне управління статистики у Запорізькій області, 2015. 459 с.
7. Резнюк А.М., Гутаревич Ю.Ф., Агєєв В.Б., Клименко О.А. Інтеграція України до ЕС у сфері захисту довкілля від шкідливих викидів автомобільного транспорту: задачі та перспективи. *Автошляховик України*. 2005. № 1. С. 375.
8. Хесин А.И. Некоторые решения проблем техносферы и экологической безопасности технополиса. *Экологическая безопасность жизнедеятельности человека в XXI веке – проблемы и решения*: тезисы меж. конф. М.: Информациология, 2005. С. 73-79.
9. Козлов Ю.С., Маньшова В.П., Светкин И.А. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. М. : Агар, 2000. 175 с.

10. 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.

11. Белоконь К. В., Олійник О. В., Єрьоменко В. Дослідження впливу викидів автотранспорту на здоров'я населення міста Запоріжжя. Міжнародна науково-практична конференція «Біоекономіка як ключовий фактор розвитку виробництва та екологізації промислового регіону» Запоріжжя: ІННІ ЗНУ, 2020. С. 402-405.

12. Белоконь К. В., Єрьоменко В. О., Полив'яна А. К., Ригас Т. Є. Оцінка ризику для здоров'я населення внаслідок забруднення довкілля автотранспортом. 6-й Міжнародний молодіжний конгрес "Сталий розвиток: захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування" Львів: Західно-Український Консалтинг Центр, 2021. С. 305.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А.1 – Транспортно-екологічна характеристика перехресть

№ перехрестя	Добова витрата палива, тон/добу		Добові викиди шкідливих речовин потоками автотранспортних засобів					
	бензин	дизпаливо	тон/добу					
			СО	С _x Н _y	NO ₂	ТЧ (сажа)	SO ₂	Бенз(а)пірен
1.	162,38	1,85	71,68	13,10	4,13	0,13	0,38	37,93
2.	147,85	0,575	65,12	11,86	3,72	0,096	0,31	34,18
3.	115,93	1,03	51,13	9,33	2,93	0,09	0,25	27,0
4.	90,93	0,83	40,1	7,33	2,3	0,07	0,2	21,18
5.	208,5	0,8	91,85	16,72	5,25	0,14	0,44	48,20
6.	0,22	0,002	0,1	0,02	0,005	0,0002	0,0005	0,05
7.	103,57	0,34	45,62	8,3	2,61	0,06	0,21	23,93
8.	80,23	0,8	35,4	6,48	2,03	0,08	0,18	18,7
9.	49,03	0,53	21,65	3,95	1,25	0,04	0,11	11,45

Таблиця А.2 – Рівні концентрацій оксиду вуглецю на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний- пр. Металургів	вул. Перемоги- вул. Тюленіна	вул. Перемоги- вул. Патріоти- чна	пр. Соборний- вул. Українська	вул. Дніпровська- Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна- вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородсь- ка
Рівні концентрацій, мг/м ³									
1	0,11	0,06	0,05	0,11	0,03	0,05	0,15	0,03	0,08
2	1,03	0,41	0,46	0,65	0,42	0,46	1,52	0,33	0,6
3	1,95	0,78	0,87	1,18	0,81	0,86	2,9	0,63	1,1
4	2,86	1,16	1,27	1,72	1,19	1,27	4,27	0,93	1,61
5	3,78	1,52	1,68	2,24	1,58	1,67	5,65	1,23	2,12
6	4,7	1,9	2,1	2,78	1,97	2,08	7,02	1,52	2,63

Таблиця А.3 – Рівні концентрацій азоту діоксиду на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/м ³									
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,02	0	0	0,02	0	0	0,02	0	0
3	0,039	0,02	0,02	0,02	0,02	0	0,039	0,0196	0,0196
4	0,039	0,02	0,02	0,039	0,02	0	0,079	0,0196	0,0196
5	0,059	0,039	0,039	0,039	0,039	0	0,098	0,0393	0,0393
6	0,079	0,039	0,039	0,059	0,039	0	0,118	0,0393	0,0393

Таблиця А.4 – Рівні концентрацій C_xH_y на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/м ³									
1	0,01	0,006	0,01	0,01	0,01	0	0,02	0,00886	0,006
2	0,17	0,054	0,06	0,08	0,06	0	0,21	0,04476	0,077
3	0,32	0,103	0,11	0,14	0,12	0	0,39	0,08066	0,148
4	0,48	0,151	0,16	0,2	0,17	0	0,58	0,11656	0,218
5	0,63	0,2	0,2	0,26	0,23	0	0,77	0,15246	0,289
6	0,79	0,248	0,25	0,32	0,29	0	0,96	0,18836	0,359

Таблиця А.5 – Рівні концентрацій РМ₁₀ на перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/м ³									
1	0,11	0,02	0,07	0,11	0,05	0	0,12	0,07	0,06
2	1,64	0,41	1,59	0,73	0,53	0	1,65	0,5	0,83
3	3,17	0,8	1,1	1,34	1	0	3,17	0,94	1,59
4	4,71	1,2	1,62	1,96	1,48	0	4,7	1,37	2,36
5	6,24	1,59	2,13	2,57	1,95	0	6,22	1,81	3,12
6	7,77	1,98	2,65	3,19	2,43	0	7,75	2,24	3,89

Таблиця А.6 – Рівні концентрацій без(а)пірену на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
Рівні концентрацій, мг/м ³									
1	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,00003	0,05	0,02	0,02
2	0,53	0,16	0,17	0,22	0,19	0,00035	0,59	0,13	0,23
3	1,01	0,31	0,32	0,4	0,36	0,00068	1,14	0,23	0,43
4	1,49	0,45	0,46	0,57	0,52	0,001	1,68	0,33	0,64
5	1,98	0,6	0,61	0,75	0,69	0,00133	2,23	0,43	0,85
6	2,46	0,74	0,76	0,93	0,86	0,00165	2,77	0,53	1,05

Таблиця Б.1 – Параметри токсичності викидів забруднюючих речовин від автотранспорту

Назва речовини	CAS	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	ГДК _{с.д.} , мг/м ³	к.н.	RfC, мг/м ³	ARfC, мг/м ³	Класифікація канцеро- генів МАВР/ ЕРА	Sf мг/кг- день	Вплив на органи і системи**
Діоксид азоту	10102-44-0	0,085	0,04	2	0,04	0,47	-	-	ОД, КС
Бенз(а)пірен	50-32-8	-	0,000001	1	1,00E- 0,6	-	2A/B2	3,9	ІС, ВДР
Зважені речовини з розміром не менш 10 мкм	-	0,5	0,15	3	0,05	0,15	-	-	ОД, системні, ССС, ВДР
Оксид вуглецю	630-08-0	5,0	3	4	3	23	-	-	ССС, ВДР
Вуглеводні	-	200	200	4	0,2	0,2	-	-	ЦНС, ОД кров, СССР, ІС

Таблиця Б.2 – Вплив на критичні органи і системи організму

Скорочене найменування	Характеристика впливу
ІС	вплив на імунну систему, включаючи розвиток алергічних реакцій (сенс.), імунотоксична дію (иммуноток.)
КС	вплив на кісткову систему
ОД	вплив на органи дихання
ССС	вплив на серцево-судинну систему
ЦНС	вплив на центральну нервову систему
КЕ	канцерогенні ефекти
Кров	вплив на кровоносну систему
ВДР	вплив на процеси розвитку організму, включаючи ембріотоксична і тератогенну дію, порушення інтелектуального розвитку і здібності до навчання

Таблиця В.1 – Індивідуальний канцерогенний ризик (ICR) для бензапірену

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$4,7 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$	$1,9 \cdot 10^{-5}$
2	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$5,6 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-4}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$
3	$3,9 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$3,1 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-7}$	$1,09 \cdot 10^{-3}$	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$
4	$5,4 \cdot 10^{-4}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$9,4 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-3}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$
5	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$5,8 \cdot 10^{-4}$	$7,2 \cdot 10^{-4}$	$6,6 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-6}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$8,2 \cdot 10^{-4}$
6	$8,9 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-4}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$	$8,9 \cdot 10^{-4}$	$8,3 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	$5,1 \cdot 10^{-4}$	$9,9 \cdot 10^{-4}$

Таблиця В.2 - Коефіцієнти небезпеки (HQ) оксиду вуглецю

Назва перехрестя	б. Вінтера -вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,037	0,02	0,0177	0,0377	0,01	0,0177	0,05	0,01	0,027
2	0,343	0,137	0,153	0,217	0,14	0,153	0,507	0,11	0,2
3	0,65	0,26	0,29	0,393	0,27	0,287	0,967	0,21	0,367
4	0,953	0,387	0,423	0,573	0,397	0,423	1,423	0,31	0,5367
5	1,26	0,507	0,56	0,747	0,527	0,557	1,883	0,41	0,707
6	1,567	0,633	0,7	0,927	0,657	0,693	2,34	0,507	0,877

Таблиця В.3 - Коефіцієнти небезпеки (HQ) діоксиду азоту

Назва перехрестя	б. Вінтера -вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний - вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна -вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0,5	0	0	0,5	0	0	0,5	0	0
3	0,975	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,975	0,49	0,49
4	0,975	0,5	0,5	0,975	0,5	0	1,975	0,49	0,49
5	1,475	0,975	0,975	0,975	0,975	0	2,45	0,9825	0,9825
6	1,975	0,975	0,975	1,475	0,975	0	2,95	0,9825	0,9825

Таблиця В.4 - Коефіцієнти небезпеки (HQ) вуглеводніх

Назва перехрестя	б. Вінтера -вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко – вул. Новгородська
1	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,1	0,044	0,03
2	0,85	0,27	3	0,4	0,3	0	1,05	0,224	0,385
3	1,6	0,515	0,55	0,7	0,6	0	1,95	0,403	0,74
4	2,4	0,755	0,8	1	0,85	0	2,9	0,583	1,09
5	3,15	1	1	1,3	1,15	0	3,85	0,762	1,445
6	3,95	1,24	1,25	1,6	1,45	0	4,8	0,942	1,795

Таблиця В.5 - Коефіцієнти небезпеки (HQ) бенз(а)пірену

Назва перехрестя	б. Вінтера -вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний -вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,067	0,033	0,033	0,067	0,033	0,0001	0,083	0,033	0,033
2	0,883	0,267	0,2833	0,367	0,316	0,0006	0,983	0,2167	0,383
3	1,683	0,517	0,533	0,667	0,6	0,001	1,9	0,383	0,717
4	2,483	0,75	0,767	0,95	0,867	0,002	2,8	0,55	1,066
5	3,3	1	1,0167	1	1,15	0,002	3,717	0,716	1,416
6	4,1	1,233	1,237	1,55	1,433	0,003	4,617	0,883	1,75

Таблиця В.6 - Індекси небезпеки ($HI = \sum HQ_i$) – органи дихання

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний-вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,1	0,044	0,3
2	1,35	0,27	3	0,9	0,3	0	1,55	0,224	0,385
3	2,575	1,015	1,05	1,2	1,1	0	2,925	0,893	1,23
4	3,375	1,255	1,3	1,975	1,35	0	4,875	1,073	1,58
5	4,625	1,975	1,975	2,275	2,125	0	6,3	1,7445	2,427
6	5,925	2,215	2,225	3,075	2,425	0	7,75	1,9245	2,777

Таблиця В.7 - Індекси небезпеки ($HI = \sum HQ_i$) – імунна система

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний-вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культур-на	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,117	0,063	0,083	0,117	0,083	0,0001	0,183	0,077	0,063
2	1,733	0,537	3,283	0,767	0,61	0,0006	2,033	0,4407	0,768
3	3,283	1,032	1,083	0	1,2	0,001	3,85	0,786	1,457
4	4,883	1,505	1,567	1,95	1,72	0,002	5,7	1,133	2,156
5	6,45	2	2,017	2,3	2,3	0,002	7,567	1,478	2,861
6	8,05	2,473	2,487	3,15	2,88	0,003	9,417	1,825	3,545

Таблиця В.8 - Індеси небезпеки ($HI = \sum HQ_i$) – кров

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний-вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,1	0,044	0,3
2	1,35	0,27	3	0,9	0,3	0	1,55	0,224	0,385
3	2,575	1,015	1,05	1,2	1,1	0	2,925	0,893	1,23
4	3,375	1,255	1,3	1,975	1,35	0	4,875	1,073	1,58
5	4,625	1,975	1,975	2,275	2,125	0	6,3	1,7445	2,427
6	5,925	2,215	2,225	3,075	2,425	0	7,75	1,9245	2,777

Таблиця В.9 - Індеси небезпеки ($HI = \sum HQ_i$) – центральна нервова система

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний-вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,05	0,03	0,05	0,05	0,05	0	0,1	0,044	0,03
2	0,85	0,27	3	0,4	0,3	0	1,05	0,224	0,385
3	1,6	0,515	0,55	0,7	0,6	0	1,95	0,403	0,74
4	2,4	0,755	0,8	1	0,85	0	2,9	0,583	1,09
5	3,15	1	1	1,3	1,15	0	3,85	0,762	1,445
6	3,95	1,24	1,25	1,6	1,45	0	4,8	0,942	1,795

Таблиця В.10 - Індокси небезпеки ($HI = \sum HQ_i$) – вроджені дефекти розвитку

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний-вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,104	0,053	0,0507	0,1047	0,043	0,0178	0,133	0,043	0,06
2	1,226	0,13	0,4363	0,584	0,456	0,1536	1,49	0,3267	0,583
3	2,333	0,777	0,823	1,06	0,87	0,288	2,867	0,593	1,084
4	3,436	1,137	1,19	1,523	1,264	0,425	4,223	0,86	1,6027
5	4,56	1,507	1,5767	1,747	1,677	0,559	5,6	1,126	2,123
6	5,667	1,866	1,937	2,477	2,09	0,696	6,957	1,39	2,627

Таблиця В.11 - Індокси небезпеки ($HI = \sum HQ_i$) – серцево - судинна система

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріоти-чна	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний-вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	0,087	0,05	0,0677	0,0877	0,06	0,0177	0,15	0,054	0,057
2	1,193	0,407	3,153	0,617	0,44	0,153	1,557	0,334	0,585
3	2,25	0,775	0,84	1,093	0,87	0,287	2,917	0,613	1,107
4	3,353	1,142	1,223	1,573	1,247	0,423	4,323	0,893	1,6267
5	4,41	1,507	1,56	2,047	1,677	0,557	5,733	1,172	2,152
6	5,517	1,873	1,95	2,527	2,107	0,693	7,14	1,449	2,672

Таблиця В.12 - Середнедобова доза (ADD) бенз(а)пірену

Назва пере-хрестя	б. Вінтера -вул. Гребельна			пр. Соборний- пр. Металургів			вул. Перемоги-вул. Тюленіна		
	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі
1	0,00001	0,00002	0,00001	0,000005	0,0000009	0,000006	0,000005	0,000009	0,000006
2	0,00013	0,00024	0,00015	0,000040	0,000073	0,000048	0,00004	0,000078	0,000051
3	0,00025	0,00046	0,00030	0,000079	0,000141	0,000093	0,000082	0,00015	0,000096
4	0,00038	0,00068	0,00044	0,000115	0,000205	0,000135	0,000117	0,00021	0,00014
5	0,00050	0,00090	0,00059	0,000153	0,000273	0,000180	0,000155	0,00028	0,00018
6	0,00062	0,00112	0,00074	0,000194	0,000337	0,000223	0,000194	0,00035	0,00023

Таблиця В.13 - Середнедобова доза (ADD) бензапірену

Назва пере-хрестя	вул. Перемоги-вул. Патріотична			пр. Соборний- вул. Українська			вул. Дніпровська-Набережна		
	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі
1	0,00001	0,0000182	0,000012	0,000005	0,000009	0,000006	7,6E-09	0,00000002	0,00000009
2	0,000056	0,0001004	0,000066	0,000048	0,000087	0,00006	0,0000009	0,00000015	0,000001
3	0,000103	0,0001826	0,0001205	0,000092	0,000164	0,00011	0,0000002	0,0000003	0,0000002
4	0,000145	0,0002602	0,0001717	0,0001329	0,000237	0,00016	0,0000002	0,0000005	0,0000003
5	0,000192	0,0003425	0,0002268	0,0001764	0,000315	0,00021	0,0000003	0,0000006	0,0000004
6	0,000238	0,0004247	0,0002803	0,000219	0,000393	0,00025	0,0000004	0,0000007	0,0000005

Таблиця В.14 - Середнедобова доза (ADD) бензапірену

Назва перехрестя	пр. Соборний -вул. Святого Миколая			вул. Радгоспна-вул. Культурна			вул. Василя Сергієнко -вул. Новгородська		
	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі	діти до 6	від 6 до 18	дорослі
1	0,000013	0,000022	0,000015	0,000005	0,000009	0,000006	0,000005	0,000009	0,000006
2	0,000151	0,000269	0,000177	0,000033	0,000059	0,000039	0,000059	0,000105	0,000069
3	0,000291	0,000520	0,000343	0,000058	0,000105	0,000069	0,000109	0,000196	0,000129
4	0,000429	0,000767	0,000506	0,000084	0,000150	0,000099	0,000163	0,000292	0,000193
5	0,000570	1,000018	0,000672	0,000109	0,000196	0,000129	0,000217	0,000388	0,000256
6	0,000708	1,000264	0,000835	0,000135	0,000242	0,000159	0,000217	0,000479	0,000316

Таблиця В.15 - Довічна середнедобова доза (LADD) бенз(а)пірену

Назва перехрестя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний- пр. Металургів	вул. Перемоги- вул. Тюленіна	вул. Перемоги- вул. Патріотична	пр. Соборний- вул. Українська	вул. Дніпровськ а- Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна- вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко - вул. Новгородська
1	$9,8 \cdot 10^{-6}$	$2,6 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-6}$	$9,8 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-6}$	$9,2 \cdot 10^{-8}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$4,9 \cdot 10^{-6}$	$4,9 \cdot 10^{-6}$
2	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$3,9 \cdot 10^{-5}$	$4,2 \cdot 10^{-5}$	$5,4 \cdot 10^{-5}$	$4,6 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-7}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$
3	$9,9 \cdot 10^{-5}$	$7,6 \cdot 10^{-5}$	$7,9 \cdot 10^{-5}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$	$8,9 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-6}$	$2,8 \cdot 10^{-4}$	$5,7 \cdot 10^{-5}$	$1,06 \cdot 10^{-4}$
4	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,1 \cdot 10^{-4}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$	$8,1 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
5	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-6}$	$5,5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$
6	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$1,8 \cdot 10^{-4}$	$1,9 \cdot 10^{-4}$	$2,3 \cdot 10^{-4}$	$2,1 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-6}$	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-4}$	$2,5 \cdot 10^{-4}$

Таблиця В.16 - Число додаткових випадків смерті в кожній рецепторній точці від концентрації PM_{10}

Назва перехрес-тя	б. Вінтера - вул. Гребельна	пр. Соборний-пр. Металургів	вул. Перемоги-вул. Тюленіна	вул. Перемоги-вул. Патріотична	пр. Соборний-вул. Українська	вул. Дніпровська-Набережна	пр. Соборний - вул. Святого Миколая	вул. Радгоспна-вул. Культурна	вул. Василя Сергієнко -вул. Новгородська
1	0,0029	0,0005	0,0019	0,0030	0,0013	0	0,0032	0,0019	0,0016
2	0,0442	0,01118	0,0434	0,0199	0,0144	0	0,0450	0,0136	0,0226
3	0,0864	0,0218	0,0300	0,0365	0,0272	0	0,0864	0,0256	0,0433
4	0,1284	0,0327	0,0441	0,0534	0,0403	0	0,1282	0,0373	0,0643
5	0,1702	0,0433	0,0581	0,0701	0,0531	0	0,1696	0,0493	0,0851
6	0,2119	0,0540	0,0722	0,0870	0,0662	0	0,2114	0,0611	0,1061