

ФОРМАЛЬДЕГІД

НАУКОВА РОБОТА

**НА ТЕМУ: «ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ТЕХНОГЕННОГО
НАВАНТАЖЕННЯ НА НАСЕЛЕННЯ ПРОМИСЛОВИХ МІСТ»**

АНОТАЦІЯ

до наукової роботи під шифром «Формальдегід»

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.

Особливо гостро проблема забруднення атмосферного повітря відчувається в урбанізованих регіонах. Урбанізовані території є зонами ризику для здоров'я населення, оскільки атмосферне повітря цих територій містить підвищену кількість шкідливих домішок антропогенного походження. Сьогодні сумарний рівень забруднення повітря великих і середніх міст України у 2-4 рази перевищує гранично допустимий і є небезпечним для здоров'я населення. Саме тому оцінка сучасного рівня забруднення атмосферного повітря у нашій країні є надзвичайно актуальною проблемою.

Особливу увагу слід приділити таким домішкам, як завислі речовини (аерозолі, пил), монооксид вуглецю, двоокису азоту та формальдегіду. Адже середні концентрації в атмосферному повітрі саме цих речовин останнім часом стрімко збільшуються.

Агентством із питань захисту навколишнього середовища США (U. S. EPA) формальдегід класифікується як імовірний канцероген для людини. 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.

Високі концентрації формальдегіду в повітрі великих міст світу останнім часом стають серйозною проблемою. Навіть такі незначні концентрації формальдегіду в повітрі, як 100 част. на мільярд, призводять до значного подразнення слизової оболонки очей, носової порожнини, горла. Якщо ж

концентрація зростає до 100 част. на мільйон, то це стає вкрай небезпечним не лише для людського здоров'я, але й для життя.

У зв'язку з цим **метою** наукової роботи було встановлення канцерогенного ризику для здоров'я населення внаслідок забруднення атмосферного повітря викидами формальдегіду у місті з великим промисловим комплексом на прикладі м. Запоріжжя.

Об'єкт дослідження – вплив формальдегіду на формування канцерогенного ризику для здоров'я населення, що проживає у зоні дії антропогенних джерел викидів.

Предмет дослідження – канцерогенні ризики для здоров'я населення, обумовлені інгаляційним впливом забрудненого атмосферного повітря.

Методи дослідження. При виконанні роботи було використано загальну процедуру методології оцінки ризику для здоров'я населення (Human Health Risk Assessment), розроблену та рекомендовану Агентством США з охорони довкілля. Також використовували 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), статистичні, епідеміологічні (для вивчення стану захворюваності населення) методи дослідження. Статистична обробка результатів проводилась з використанням комп'ютеризованої програми Microsoft Excel.

У відповідності до поставленої мети, дослідження було спрямовано на вирішення наступних **завдань**: обґрунтувати використання методології оцінки ризику для здоров'я населення Вознесенівського та Заводського районів м. Запоріжжя, що зазнає впливу від викидів антропогенних джерел; оцінити токсичність викидів формальдегіду, що характеризує вплив на здоров'я населення з урахуванням вимог етапу ідентифікації небезпеки та оцінки залежності «доза-відповідь»; розрахувати та оцінити індивідуальні та популяційні канцерогенні ризики (ICR, PCR).

Наукова новизна одержаних результатів. Вперше в м. Запоріжжі оцінено ймовірність виникнення небезпеки для здоров'я населення, обумовленої забрудненням атмосферного повітря викидами формальдегіду.

Практичне значення одержаних результатів. Практична цінність роботи полягає у впровадженні результатів роботи у діяльність Державної установи «Запорізький обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України», лікувально-профілактичних закладів та екологічних служб. Матеріали роботи впроваджені у навчальний процес кафедри прикладної екології та охорони праці Запорізького національного університету.

Наукова робота включає 34 сторінки тексту, 13 рисунків, 8 таблиць, 3 додатки, 7 використаних джерел посилання. Обсяг основного тексту –30 сторінок.

ФОРМАЛЬДЕГІД, КАНЦЕРОГЕН, ОЦІНКА РИЗИКУ, АТМОСФЕРНЕ ПОВІТРЯ, РЕФЕРЕНТНА ДОЗА, ГРАНИЧНО ДОПУСТИМА КОНЦЕНТРАЦІЯ, ЕКСПОЗИЦІЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ У МІСТАХ УКРАЇНИ ТА М. ЗАПОРІЖЖЯ	7
1.1 Джерела утворення формальдегіду	7
1.2 Токсичність формальдегіду та наслідки його впливу	9
1.3 Класифікація міст України за рівнем забруднення атмосферного повітря формальдегідом	10
1.4 Якість атмосферного повітря у м. Запоріжжі	12
РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ	16
2.1 Характеристика об'єкту дослідження	16
2.2 Результати етапу ідентифікації небезпеки щодо оцінки токсичності викидів формальдегіду	17
2.3 Результати етапу оцінки експозиції формальдегіду	19
2.4 Результати етапу залежності «доза-відповідь» формальдегіду	20
2.5 Результати етапу характеристика ризику для здоров'я населення	21
ВИСНОВКИ	29
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	30
ДОДАТКИ	31
Додаток А. Концентрації формальдегіду	31
Додаток Б. Індивідуальний канцерогенний ризик при гострому впливі	32
Додаток В. Канцерогенні ризики при хронічному впливі	33

ВСТУП

В процесі забруднення атмосфери поряд із різними природними явищами (виверження вулканів, лісові пожежі, вивітрювання і ерозії, тощо) все більшу роль відіграє діяльність людини, яка пов'язана з освоєнням природних багатств, розвитком і вдосконаленням промисловості, сільського господарства, енергетики і транспорту.

В сучасний період у державі значно загострилась проблема здоров'я населення, особливо у великих промислових містах. Причинно-наслідкові джерела проблем здоров'я на популяційному рівні полягають у вкрай негативному стані навколишнього середовища.

Формальдегід є газоподібною забруднюючою речовиною, вміст якої у повітрі регулюється як природними процесами (лісові пожежі, вулканічні гази, виділення рослинами та тваринами), так і антропогенною діяльністю, а також процесами фотохімічного окиснення інших забруднюючих речовин прекурсорів (метану, етану, ізопрену, етилену, 1-бутену, пропілену, ізопрену, толуолу, алкенів C5-C8, метанолу, диметилсульфіду, стиролу, окремих ацетиленових вуглеводнів) у приземному шарі атмосфери.

Високі концентрації формальдегіду в повітрі великих міст світу останнім часом стають серйозною проблемою. В Україні рівень забруднення атмосферного повітря формальдегідом значно перевищує ГДК_{с.д.} (0,003 мг/м³). В останній десятирічній період концентрація формальдегіду, особливо в містах Донецько-Придніпровського регіону та в містах з інтенсивним транспортним потоком (Київ), відзначається динамікою зростання.

Формальдегід має різноманітну токсичну дію на живі організми. Він як генотоксична речовина може викликати соматичні мутації, які можуть передаватися нащадкам. Формальдегід має мутагенну, ембріотоксичну та канцерогенну дії. Сполучення цих якостей ставить формальдегід в ряд найнебезпечніших для людини сполук [1].

РОЗДІЛ 1. РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ У МІСТАХ УКРАЇНИ ТА М. ЗАПОРІЖЖЯ

1.1 Джерела утворення формальдегіду

Формальдегід (метаналь, мурашиний альдегід) (від лат. *formica* – мурашка) – хімічна речовина з формулою H_2CO , найпростіший із альдегідів, перший член гомологічного ряду аліфатичних альдегідів. Чистий мономерний формальдегід при звичайних умовах є безбарвним газом із характерним різким запахом [1].

Формальдегід належить до атмосферних забруднювачів, що надходять у повітря від значної кількості різноманітних джерел. Можна виділити наступні групи джерел надходження формальдегіду в атмосферне повітря:

I. Антропогенні джерела:

1. Підприємства, що використовують формальдегід у своїй діяльності. Формальдегід використовується при виробництві деревної продукції; ізоляційних матеріалів з карбомідоформальдегідних матеріалів; мінеральної вати та скловати; паперової продукції; лаків та фарб; текстилю; продуктів для чистки та догляду; дезінфікуючих засобів та консервантів; косметики.

В металургії формальдегід використовується в якості антикорозійної речовини для металу, в ливарному виробництві він входить до складу в'язучих речовин для виробництва стрижнів. Крім того, джерелами забруднення повітря формальдегідом є плавильні агрегати, печі термічної обробки та сушки для форм і ківшів.

2. Стаціонарне спалювання палива та відходів. Формальдегід утворюється завдяки фотохімічному окисленню вуглеводнів чи інших попередників, що вивільняються в процесі горіння як проміжний продукт. Зі збільшенням температури горіння реакційної суміші викиди формальдегіду збільшуються.

3. Пересувні джерела. Джерелом викидів формальдегіду від автотранспорту є вихлопні гази, в складі яких міститься більше цієї домішки порівняно з викидами стаціонарних установок, що спалюють паливо. Це спричинено тим, що в двигунах внутрішнього згорання тривалість горіння обмежена частками секунди, а холодні стінки камери перешкоджають повному згоранню пального, що призводить до викидів продуктів неповного згорання. Обсяги надходження формальдегіду в атмосферне повітря від різних автомобілів значною мірою визначаються типом пального – найбільша кількість цієї забруднювальної речовини надходить у повітря від автомобілів, що працюють на метані. Тому саме зі зростанням частки автомобільного транспорту, який працює на природному газі, і може бути пов'язано підвищення концентрацій формальдегіду в повітрі міст України, що спостерігається протягом останніх 5–7 років.

4. Матеріали, що містять формальдегід (відбувається його випаровування).

5. Міські пожежі, звалища побутових та промислових відходів. Вище зазначені антропогенні джерела формальдегіду належать до групи первинних.

Крім того, органічні сполуки практично усіх класів фотоокислюючись в атмосфері, утворюють формальдегід (або інші карбонільні сполуки). Відповідно цей процес є важливим вторинним антропогенним джерелом утворення формальдегіду у великих містах та промислових регіонах. Основними антропогенними джерелами викидів вуглеводнів, крім вихлопних газів автомобілів, є випаровування бензину, природного та зрідженого газу, нафтопереробка, лакофарбова промисловість, виробництво поліетилену.

Зазначається, що оскільки формальдегід належить до реакційно здатних сумішей, то його вміст в атмосфері формується як результат динамічної рівноваги між джерелами та стоками. Тривалість перебування в атмосфері визначається процесами фоторозкладу та взаємодією з реакційно здатними частинками. Тривалість перебування формальдегіду значною мірою визначається інтенсивністю сонячної радіації (яка залежить від географічної

широти місцевості і висоти Сонця над горизонтом) і може суттєво відрізнятися в різні се-зони та частини доби.

Утворення формальдегіду в реакційній суміші за умов близьких до атмосферних зафіксовано в процесах фотохімічного окислення метану, етану, ізопрену, етилену, 1-бутену, пропілену, ізопрену, толуолу, алкенів C5-C8, метанолу, диметилсульфіду, стирулу, окремих ацетиленових вуглеводнів. За наявності в повітрі оксидів азоту утворення формальдегіду з органічних домішок відбувається за участю атомів кисню та озону, що утворюються в результаті фотолізу NO₂. Ці процеси відбуваються в безвітряну ясну сонячну погоду – за метеорологічних умов, що сприяють накопиченню домішок та подальшими їх трансформаціями [2].

II. Природні джерела. Природні джерела формальдегіду поділяють на первинні та вторинні. До **первинних природних джерел** належать лісові пожежі та виділення тваринами, також до цієї групи джерел належать виділення рослинами та вулканічні гази. Значно більша частка формальдегіду в природі формується з вторинних джерел – при фотоокисленні різноманітних органічних сполук біологічного походження. Одним з основних попередників формальдегіду у фоновій атмосфері є метан (при фотоокисленні метану в атмосфері формальдегід утворюється як проміжний продукт).

1.2 Токсичність формальдегіду та наслідки його впливу

Формальдегід має нейротоксичну, місцево-подразнюючу, гепатоксичну дію. Всмоктується через слизові оболонки дихальних шляхів і шлунково-кишкового тракту. Виводиться через легені і з сечею у вигляді нетоксичних метаболітів.

Гостра токсичність: LD₅₀= 100 мг/кг (щур, перорально). LD₅₀= 42 мг/кг (миша, перорально). LD₅₀= 385 мг/кг (миша, перорально). LD₅₀= 260 мг/кг (морська свинка, внутрішньошлунково). LD₅₀= 270 мг/кг (кролик, наскірно). LC₅₀= 578 мг/м³ (щур, 4 години). LC₅₀= 505 мг/м³ (миша, 2 години). LC₅₀=

454 мг/м³ (миша, 4 години). LC₅₀= 1000 мг/м³ (щур, 30 хвилин).

Кумулятивність: помірна (щур, 19 мг/кг, внутрішньошлунково, 20 днів; Функціональна кумуляція).

Клінічна картина гострого отруєння: при вдиханні: гіперемія обличчя, сильне подразнення слизових оболонок очей і верхніх дихальних шляхів (сльозотеча, першіння в горлі, різкий кашель, асфіксія, нежить, печіння за грудиною, порушення ритму дихання), сплутаність свідомості, у важких випадках – кома. При пероральному надходженні (формаліну): опіки травного тракту, печіння у роті, за грудиною і в надчеревній ділянці. Блювання з кров'ю. Спрага. Токсичний шок. Ураження печінки (жовтяниця) і нирок (олігурія). Озноб, кашель, задишка, бронхіт, ларингіт, пневмонія, психомоторне збудження.

Органи і системи, що зазнають найбільшого ураження: центральна нервова система, верхні дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт, печінка, нирки, селезінка, наднирники, очі, шкіра.

Подразнююча дія: шкіра: так (людина – розм'якшення, ламкість, болючість нігтьового ложа, пухирчасті висипання, на шкірі, пізніше виникають вогнища некрозу і щільні вузлики; можливий розвиток мокрої екземи. Очі: так (людина). Дихальні шляхи: так (людина).

Канцерогенна дія. Людина існує доказ позитивного зв'язку між впливом формальдегіду і раком носової порожнини та придаткових пазух носа, між впливом формальдегіду і лейкімією. Оцінка Міжнародного агентства з вивчення раку: група 1 (речовина, канцероген для людини).

1.3 Класифікація міст України за рівнем забруднення атмосферного повітря формальдегідом

В Україні та країнах СНД в якості гігієнічного нормативу для формальдегіду, як і для інших атмосферних забруднювальних речовин, використовують величини середньої добової гранично допустимої концентрації

(ГДК_{с.д.}) та максимальної разової гранично допустимої концентрації (ГДК_{м.р.}). Відповідно до документів, що регламентують вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі населених місць України, ГДК_{с.д.} формальдегіду становить $0,003 \text{ мг/м}^3$, а ГДК_{м.р.} – $0,035 \text{ мг/м}^3$ [2].

У багатьох містах України в атмосферному повітрі селітебної зони спостерігаються значні концентрації формальдегіду (перевищення ГДК від 3,3 до 16,7 разів). Зони високих ($0,012$ - $0,018 \text{ мг/м}^3$) концентрацій формальдегіду сформувались на території Донецько-Придніпровського регіону, на півдні країни (Одеса), на півночі Криму (Армянськ, Красноперекопськ), у районі міста Світловодськ Кіровоградської області.

Підвищені ($0,010$ - $0,012 \text{ мг/м}^3$) концентрації формальдегіду виявлено в повітрі міст на заході країни (Луцьк, Ужгород). Найменші ($0,003 \text{ мг/м}^3$) концентрації цієї домішки були в повітрі таких міст, як Алчевськ, Керч, Полтава, Тернопіль та Харків.

Значне зростання вмісту формальдегіду в атмосферному повітрі міст в останній період суттєво залежить від зміни метеорологічних умов. Порівняно з іншими домішками проявляється найчіткіша закономірність його сезонного ходу, яка характеризується збільшенням концентрації в літній період. Хід місячних концентрацій формальдегіду змінюється залежно від температури повітря й інтенсивності прямої сонячної радіації на горизонтальну поверхню.

Осереднене по всіх досліджених містах значення концентрацій формальдегіду в повітрі більше, ніж удвічі перевищує ГДК, у переважній більшості міст, в яких здійснюється моніторинг цієї домішки, навіть найнижчі із середніх концентрацій перевищують ГДК. Таких міст налічується 23. Для більшості міст характерним є перевищення ГДК у межах усього діапазону коливань концентрацій формальдегіду в повітрі.

На основі величин перевищення ГДК середніми річними концентраціями формальдегіду усі міста України за рівнем забруднення даними речовинами можна розділити на групи (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Класифікація міст України за рівнем перевищення ГДК середніми річними концентраціями формальдегіду осередненими за багаторічний період

Кратність перевищення ГДК	< 1 ГДК (допустимий рівень забруднення)	1–2 ГДК (підвищений рівень забруднення)	2–3 ГДК (високий рівень забруднення)	3–6 ГДК (екстремально-високий рівень забруднення)
Міста України	Тернопіль, Алчевськ, Харків, Полтава	Ізмаїл, Керч, Кропивницький, Суми, Хмельницький, Запоріжжя, Львів, Чернівці, Севастополь, Київ, Кременчук, Сімферополь, Вінниця	Макіївка, Рівне, Горлівка, Херсон, Кривий Ріг, Донецьк, Ялта, Єнакієве, Toreцьк, Черкаси, Світловодськ, Дніпро	Луганськ, Краматорськ, Миколаїв, Луцьк, Армянськ, Рубіжне, Северодонецьк, Слов'янськ, Ужгород, Маріуполь, Кам'янське, Лисичанськ, Одеса

Проаналізувавши дані табл. 1.1, можна виділити міста, які за кратністю перевищення ГДК формальдегіду у період з 1998 по 2018 рр., доречно було б назвати відносно чистими (Тернопіль, Харків, Полтава, Алчевськ), міста, які можна назвати дуже забрудненими (Луганськ, Краматорськ, Миколаїв, Луцьк, Армянськ, Рубіжне, Северодонецьк, Слов'янськ, Ужгород, Маріуполь, Кам'янське, Лисичанськ, Одеса), решту міст можна назвати забрудненими.

1.4 Якість атмосферного повітря у м. Запоріжжі

Запорізька область - є однією з навантажених областей по промисловому потенціалу, який обумовлений наявністю і концентрацією підприємств чорної і кольорової металургії, теплоенергетики, атомної енергетики, хімії, машинобудування. Значна частина промислових підприємств розташована в центрі житлових забудов, що формує основне техногенне навантаження на навколишнє середовище населених пунктів.

Ситуацію загострює розташування основного промислового вузла з навітряної сторони стосовно житлових районів міста, що сприяє їхній загазованості. Цьому також сприяє рельєф місцевості, який являє собою хвилясту рівнину з яружно-балочною мережею, що погіршує провітрювання території та умови розсіювання пило газових викидів. Таким чином, забруднення атмосферного повітря над основними районами міста відбувається при напрямках вітру від північно-західного через північ – до східного. При південному напрямку вітру забруднюється Заводський район, у якому крім промислових підприємств, також мешкають люди. Південно-західний та західний вітер сприяє виносу забрудненого повітря за місто. Вітер зі швидкістю у межах 0-4 м/с сприяє забрудненню міста незалежно від напрямку.

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

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

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

Найбільшу кількість викидів забруднюючих речовин в атмосферу здійснюють основні промислові підприємства області, обсяги викидів яких за рік склали: ВП Запорізька ТЕС АТ «ДТЕК ДНІПРОЕНЕРГО» – 98,059 тис. т (проти 105,238 тис. т у 2018 р.); ПАТ «Запоріжсталь» – 52,294 тис. т (проти

50,834 тис. т у 2018 р.); АТ «Запорізький завод феросплавів» – 7,512 тис. т (проти 7,656 тис. т у 2018 р.); ПрАТ «Дніпроспецсталь» – 0,731 тис. т (проти 0,752 тис. т у 2018 р.); ПрАТ «Запорізький абразивний комбінат» – 2,488 тис. т (проти 1,974 тис. т у 2018 р.); ПрАТ «Запоріжжкокс» – 1,804 тис. т (проти 1,946 тис. т у 2018 р.); ПАТ «Український графіт» – 1,426 тис. т (проти 1,254 тис. т у 2018 р.); ПрАТ «Запоріжвогнетрив» – 0,281 тис. т (проти 0,35 тис. т у 2018 р.); ТОВ «Запорізький титано-магнієвий комбінат» – 0,816 тис. т (проти 0,92 тис. т у 2018 р.); АТ «Мотор Січ» – 0,575 тис. т (проти 0,707 тис. т у 2018 р.) [3].

Як свідчить динаміка викидів забруднюючих речовин по м. Запоріжжя та області, найбільший внесок в забруднення атмосферного повітря Запорізької області (84%) вносять ПАТ «Запоріжсталь» та ВП Запорізька ТЕС ПАТ «ДТЕК Дніпроенерго».

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

Серед районів м. Запоріжжя найбільше забруднення атмосфери у 2019 році зафіксовано у Вознесенівському (39% від загальної кількості перевищень) та Заводському (37,5%) районах. Нижче середньобагаторічного показника (17,3%) реєструвалося забруднення атмосфери в Дніпровському (15,2%), Шевченківському (6,3%) та Олександрівському (1%) районах м. Запоріжжя. У Хортицькому та Комунарському районах перевищення не реєструвались. Багаторічний моніторинг якості атмосферного повітря свідчить про стабільно високе його забруднення як на межі санітарно-захисних зон, так і в житлових районах [4].

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

Запоріжжя наведено у таблицях 1.2 та рис. 1.1.

Таблиця 1.2 – Динаміка середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя, значення середньорічних концентрацій у кратності ГДК

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

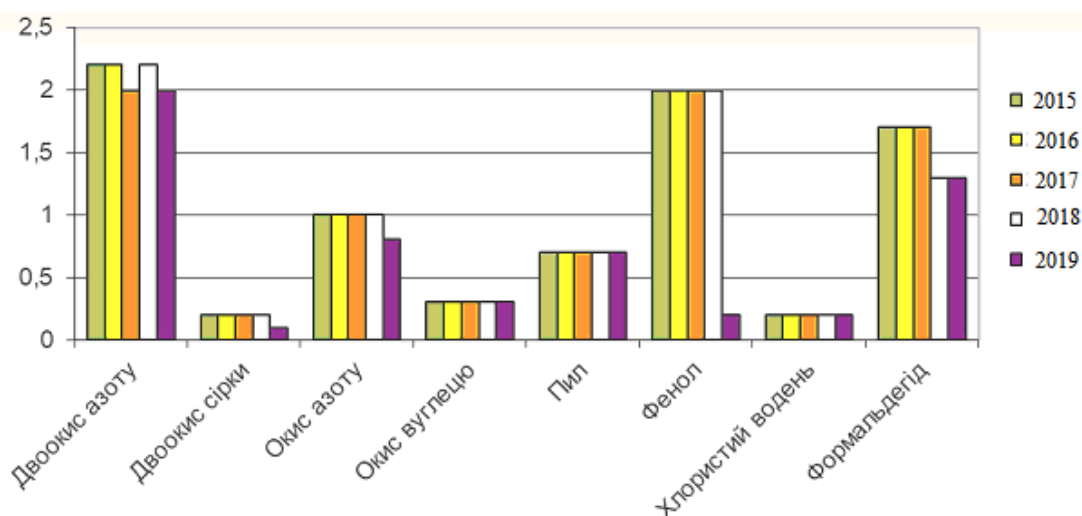


Рисунок 1.1 – Динаміка середньорічних концентрацій забруднюючих речовин в атмосферному повітрі м. Запоріжжя

Отже, в м.Запоріжжі ступінь забруднення атмосферного повітря характеризується як слабо небезпечний в Хортицькому та Дніпровському, помірно небезпечний – в Шевченківському, небезпечний – в Олександрівському та Комунарському, та дуже небезпечний – в Заводському та Вознесенівському.

РОЗДІЛ 2 ОЦІНКА КАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ФОРМАЛЬДЕГІДОМ

Повна, або базова, схема оцінки ризику передбачає проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів, а саме: ідентифікацію небезпеки, оцінку експозиції, характеристику небезпеки (оцінку залежності «доза-відповідь»), характеристику ризику, методика виконання яких описана в [5].

2.1 Характеристика об'єкту дослідження

Місто Запоріжжя - обласний центр Запорізької області, один з найбільших адміністративних, індустріальних і культурних центрів півдня України. В зоні впливу Запоріжжя як обласного центра розташовано 14 міст, 23 селища міського типу, багато сіл. Чисельність мешканців міста на 1 січня 2018 року складає 745 тис.чол., що є шостим показником в Україні.

Запоріжжя – важливий транспортний вузол півдня України. Транспортна інфраструктура міста включає шляхи зовнішнього сполучення, внутрішню транспортну мережу і мережу громадського пасажирського транспорту.

Запоріжжя розкинулося на обох берегах Дніпра, між якими розташований острів Хортиця. Площа міста – 331 кв.км, і це п'яте за площею місто України. Водні ресурси займають 13% території, промислові та складські об'єкти розмістилися на 24%, під сільське господарство використовуються 18%, решту займає житлова забудова.

Місто розділене на сім адміністративних районів: Олександрівський, Заводський, Комунарський, Дніпровський, Вознесенівський, Хортицький, Шевченківський. Центром міста вважається лівобережна частина Дніпровського району, Вознесенівський та Олександрівський райони. У Заводському районі зосереджені промислові підприємства, але також є житлові масиви. Решта районів — переважно спальні [4].

Об'єктом дослідження було обрано Заводський та Вознесенівський райони міста.

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.

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

Вознесенівський район є адміністративним, промисловим, торговим, культурним та оздоровчим центром м. Запоріжжя з розвинутою соціальною інфраструктурою. На території району розташовано 43 промислових підприємства, у т.ч.: в галузі машинобудування та металообробки - 12; в галузі будівельних матеріалів - 4; в галузі металургії - 4; у харчовій промисловості - 6; у поліграфічній промисловості - 3 [4].

2.2 Результати етапу ідентифікації небезпеки щодо оцінки токсичності викидів формальдегіду

Характеристика сценарію і маршруту впливу забруднюючих речовин, обраних для умов Вознесенівського та Заводського районів, представлена в табл. 2.1 [6, 7].

Пріоритетним шляхом надходження забруднюючих речовин в організм

людини є інгаляційний шлях, аналізованим середовищем визначено – атмосферне повітря.

Таблиця 2.1 – Сценарій і маршрут впливу забруднюючих речовин

Елементи аналізу експозиції	Характеристика експозиції			
Агенти	хімічна забруднююча речовина			
Джерела	антропогенні			
Шлях впливу	інгаляційний (дихання повітрям)			
Тривалість експозиції	канцерогенні ефекти – 70 років,			
Географічне охоплення	м. Запоріжжя, Вознесенівський та Заводський райони			
Період оцінки	2018 рік			
Тип впливу за часом контакту	гострий	хронічний (70 років)		
Вік експонованої групи	середня людина (30 років)	≤ 6	6-18	18≥

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

На даному етапі ідентифікації небезпеки встановлюються ступені доказу канцерогенності досліджуваної речовини для людини, визначаються умови реального прояву канцерогенного ефекту.

На даному етапі було проведено аналіз наявності даних відносно референтних рівнів при гострих та хронічних впливах хімічної речовини та вказані ті критичні органи/системи та ефекти, які відповідають встановленим референтним дозам/концентраціям.

Для оцінки канцерогенного ризику для здоров'я населення в якості потенційного хімічного канцерогену розглядається речовина - формальдегід, який відноситься до 1 групи згідно класифікації Міжнародного агентства з вивчення раку (МАВР) (табл. 2.2) та має фактор канцерогенного потенціалу $SF = 0,046$ мг/кг на добу.

Хронічне отруєння формальдегідом викликає такі симптоми: алергію, постійний кашель, подразнення очей, носа, горла і шкіри, напади астми,

порушення сну, психічне збудження, тремтіння, схуднення, головні болі, розлад зору і координації, хронічну втому, сонливість, млявість, загальмованість, розлад потовиділення, і регуляції температури тіла. Деякі дослідження здоров'я людей, що піддавалися впливу формальдегіду в повітрі на робочому місці, показали багато випадків раку носа.

Таблиця 2.2 – Параметри токсичності формальдегіду

Назва речовини	CAS	ГДК _{м.р.} , мг/м ³	ГДК _{с.д.} , мг/м ³	Класифікація канцерогенів МАВР / ЕРА	RfC, мг/м ³ , вплив на органи і системи*	ARfC, мг/м ³ , вплив на органи і системи*
Формальдегід	50-00-0	0,035	0,003	2A/B1	0,003, ОД, ОЗ, ІС	0,048, ОД ОЗ

Примітка.* ОД – вплив на органи дихання; кров – вплив на кровоносну систему; ОЗ – вплив на органи зору; ІС – вплив на імунну систему, включаючи розвиток алергічних реакцій.

2.3 Результати етапу оцінки експозиції формальдегіду

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.

Статистика населення за 2019 рік в Вознесенівському та в Заводському районі представлена в табл. 2.3. Вулиці на яких проводилися заміри концентрацій формальдегіду ДУ «Запорізьким обласним лабораторним центром Міністерства охорони здоров'я України» представлено в табл. 2.4.

Середня за рік концентрація формальдегіду, яка визначена у зонах замірів ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України», представлені в додатку А (табл. А.1, табл. А.2).

Таблиця 2.3 – Статистика населення в місті Запоріжжі, Заводському і Вознесенівському районах

Район м. Запоріжжя	Чисельність населення
Заводський	55 500
Вознесенівський	101 500
Разом	157 000

Таблиця 2.4 – Досліджувані вулиці Вознесенівського та Заводського районів м. Запоріжжя ДУ «Запорізьким ОЛЦ МОЗ України»

№	Вознесенівський район	Заводський район
1	Рекордна	Фінальна
2	Незалежної України	Фундаментальна
3	бул. Центральний	Морфлотська
4	Волгоградська	Зразкова
5	Адмірала Нахімова	
6	Сєдова	
7	пр. Соборний	
8	бул. Шевченко	
9	Сталеварів	

2.4 Результати етапу залежності «доза-відповідь» формальдегіду

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.

Запорізький гідрометеорологічний центр щоденно веде спостереження за забрудненням атмосферного повітря в місті Запоріжжя на 5-ти стаціонарних постах, які розташовані в Вознесенівському, Дніпровському та

Олександрівському районах міста (ПСЗ №№ 9-13). Визначення вмісту забруднюючих речовин в пробах повітря, які були відібрані на цих постах, виконують фахівці Комплексної лабораторії спостережень за забрудненням природного середовища Запорізького обласного центру з гідрометеорології.

Перевищення ГДК концентрацією формальдегіду спостерігається протягом усього року.

Вплив викидів формальдегіду на здоров'я населення представлено в табл. 2.5 [2].

Таблиця 2.5 – Вплив викидів пріоритетних забруднюючих речовин на здоров'я населення

Формальдегід	Хронічне отруєння викликає такі симптоми: алергію, постійний кашель, подразнення очей, носа, горла і шкіри, напади астми, порушення сну, психічне збудження, тремтіння, схуднення, головні болі, розлад зору і координації, хронічну втому, сонливість, млявість, загальмованість, розлад потовиділення, і регуляції температури тіла.
--------------	--

2.5 Результати етапу характеристика ризику для здоров'я населення

За результатами розрахунків по даними ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» на досліджуваних вулицях Вознесенівського району індивідуальний канцерогенний ризик ICR для здоров'я населення склав - $1,62 \cdot 10^{-4} \div 2,59 \cdot 10^{-4}$, що свідчить про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$, який є неприйнятним для населення, характерний для більшості великих промислових міст) при гострому впливі (дод. Б, табл. Б.1) (рис. 2.1) [6, 7].

За результатами розрахунків по даними ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» на досліджуваних вулицях Заводського району індивідуальний канцерогенний ризик ICR для здоров'я населення склав – $1,9 \cdot 10^{-4} \div 2,5 \cdot 10^{-4}$, що

свідчить про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$, який є неприйнятним для населення, характерний для більшості великих промислових міст) при гострому впливі (дод. Б, табл. Б.2) (рис. 2.2).

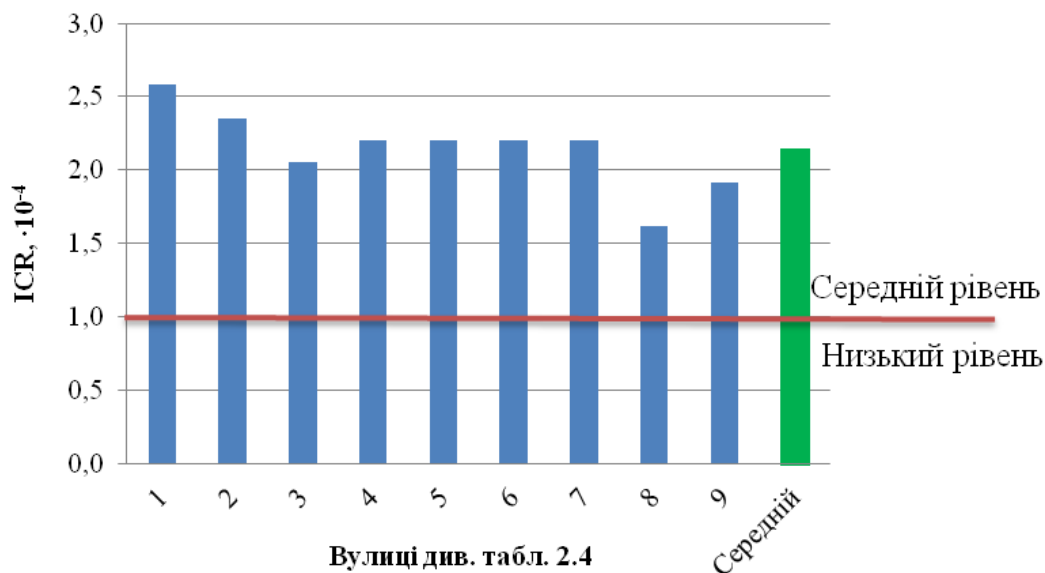


Рисунок 2.1 – Індивідуальний канцерогенний ризик від формальдегіду при гострій дії за 2019 р. на досліджуваних вулицях Вознесенівського району

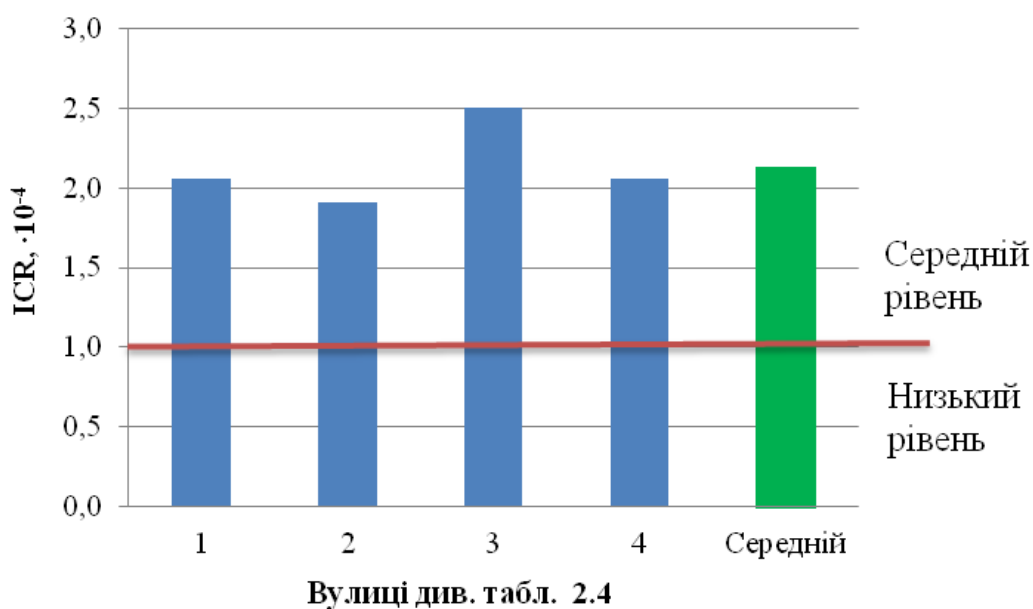


Рисунок 2.2 – Індивідуальний канцерогенний ризик від формальдегіду при гострій дії за 2019 р. на досліджуваних вулицях Заводського району

Розрахований індивідуальний канцерогенний ризик при гострому впливі потребує проведення та розробки планових оздоровчих заходів.

Популяційний канцерогенний ризик PCR при гострому впливі складає в середньому в Вознесенівському районі – 21,82 на все населення, 2,15 - на 10 000 населення (рис. 2.3, 2.4) та в Заводському 11,83 на все населення, 2,13 на 10 000 населення (рис 2.5, 2.6) додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію, яка підпадає під дію концентрації речовини (дод. В, табл. В.1, табл. В.2).

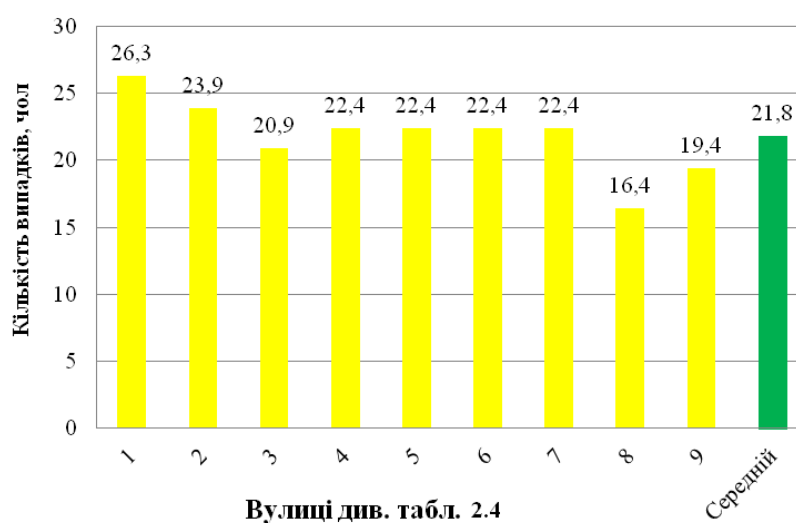


Рисунок 2.3 – Число додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію при гострому впливі в Вознесенівському районі

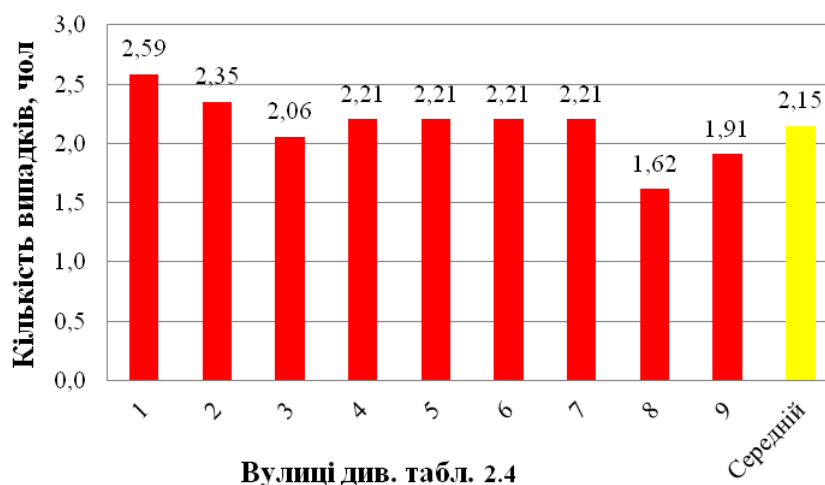


Рисунок 2.4 – Число додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на 10 000 чоловік при гострому впливі в Вознесенівському районі

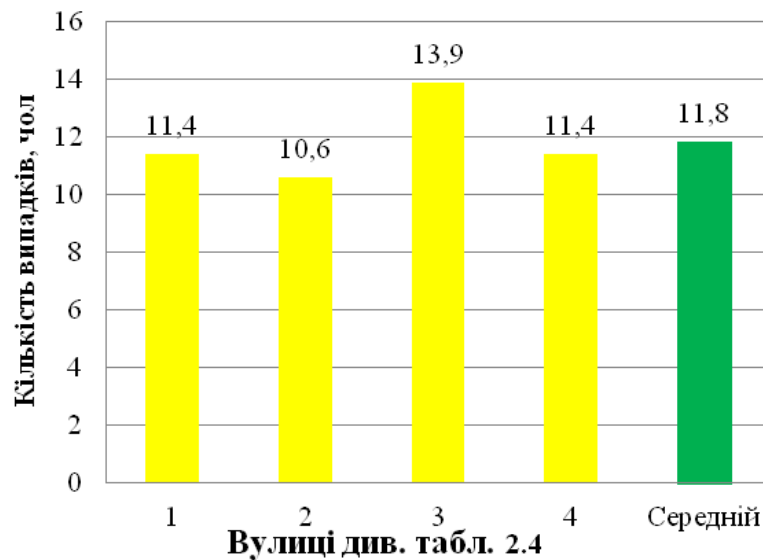


Рисунок 2.5 – Число додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію при гострому впливі в Заводському районі

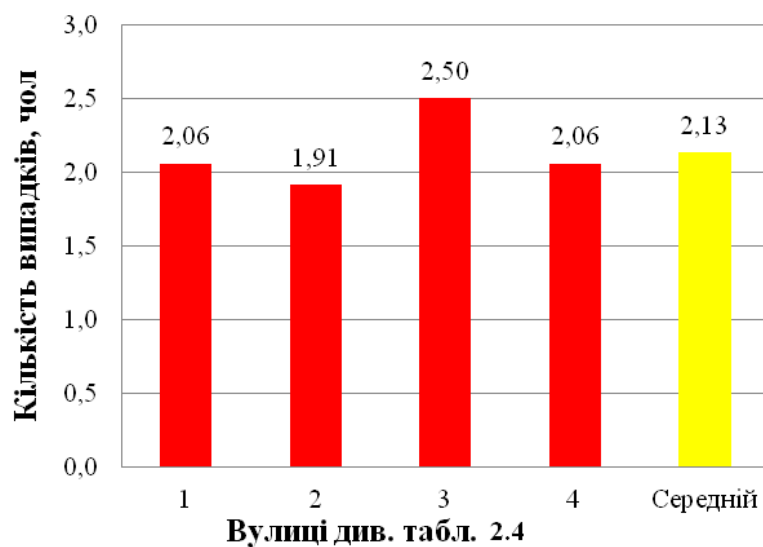


Рисунок 2.6 – Число додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на 10 000 чоловік при гострому впливі в Заводському районі

За результатами розрахунків по даними ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» на досліджуваних вулицях Вознесенівського району, крім бульвару Шевченка, індивідуальний канцерогенний ризик ICR_{abc} для здоров'я населення склав – $0,9 \cdot 10^{-4} \div 1,44 \cdot 10^{-4}$, що свідчить про середній рівень ризику ($10^4 < ICR < 10^3$,

який є неприйнятним для населення, характерний для більшості великих промислових міст) при хронічному впливі (дод. В, табл. В.1) (рис. 2.7).

Індивідуальний канцерогенний ризик ICR_{abc} для здоров'я населення на бульварі Шевченка свідчить про низький – припустимий ризик ($10^{-6} < ICR < 10^{-4}$ рівень, на якому, як правило, встановлюються гігієнічні нормативи для населення) при хронічному впливі [2, 3].

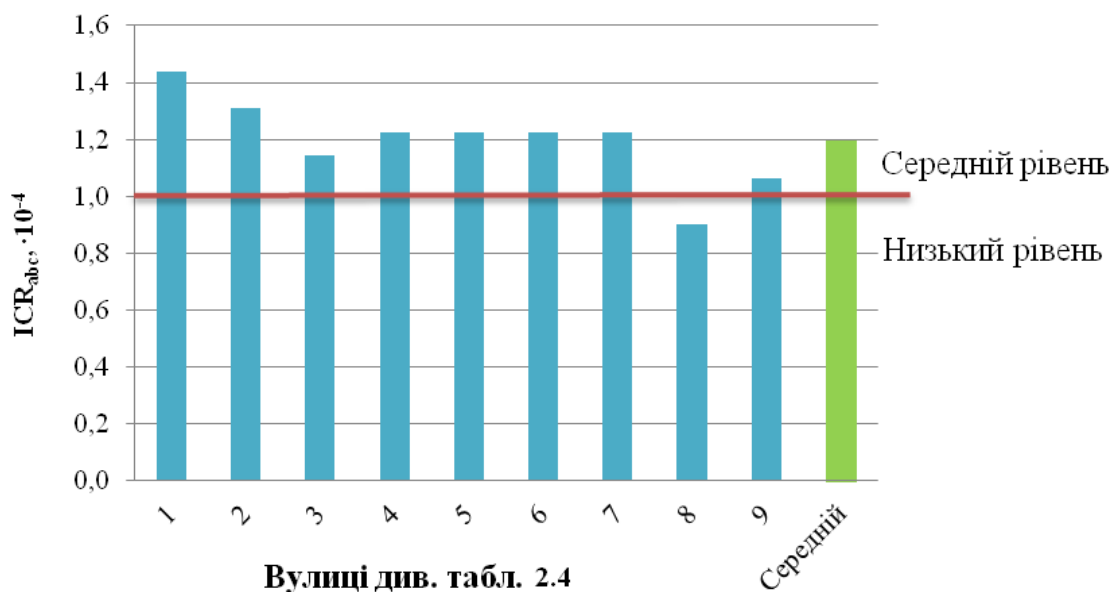


Рисунок 2.7 – Індивідуальний канцерогенний ризик від формальдегіду при хронічній дії за 2019 р. на досліджуваних вулицях Вознесенівського району

За результатами розрахунків по даними ДУ «Запорізький ОЛЦ МОЗ України» на досліджуваних вулицях Заводського району індивідуальний канцерогенний ризик ICR_{abc} для здоров'я населення склав – $1,06 \cdot 10^{-4} \div 1,144 \cdot 10^{-4}$, що свідчить про середній рівень ризику ($10^{-4} < ICR < 10^{-3}$, який є неприйнятним для населення, характерний для більшості великих промислових міст) при хронічному впливі (дод. В, табл. В.2) (рис. 2.8).

Розрахований індивідуальний канцерогенний ризик при хронічному впливі потребує проведення та розробку планових оздоровчих заходів [2].

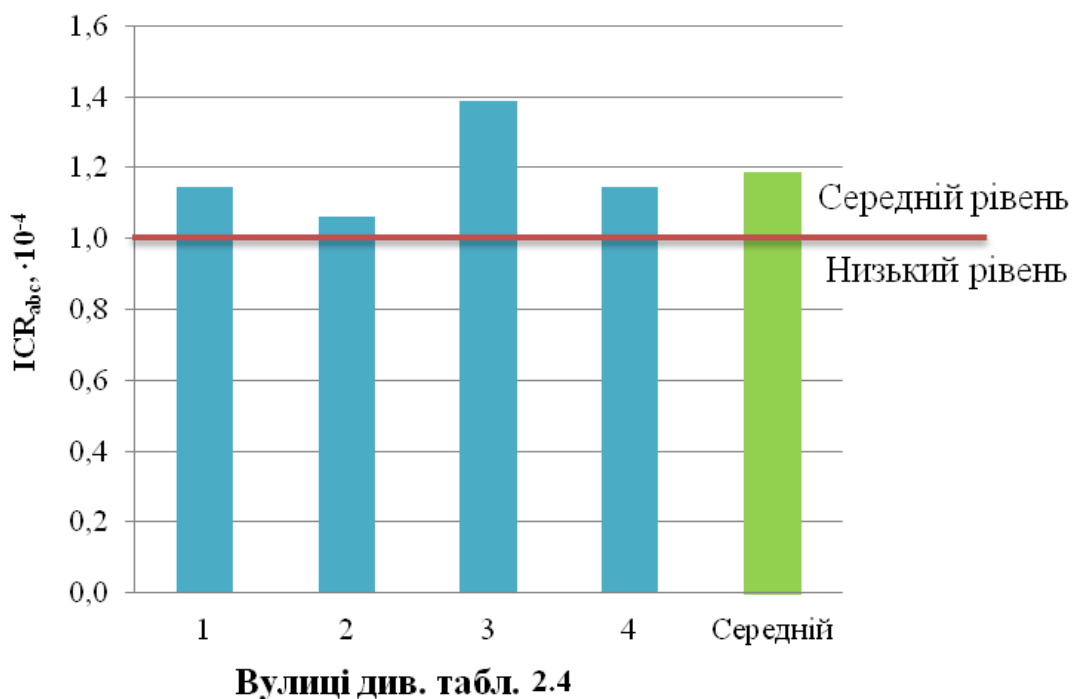


Рисунок 2.8 – Індивідуальний канцерогенний ризик від формальдегіду при хронічній дії за 2019 р. на досліджуваних вулицях Заводського району

Популяційний канцерогенний ризик PCR_{abc} при хронічному впливі складає в середньому в Вознесенівському районі – 12,13 на все населення, 1,2 – на 10 000 населення (рис. 2.9, 2.10) та в Заводському районі - 6,58 на все населення, 1,19 – на 10 000 населення (рис 2.11, 2.12) додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію, яка підпадає під дію концентрації речовини (дод. В, табл. В.1, табл. В.2) [2].

Порівнюючи середні індивідуальні канцерогенні рівні ризику для здоров'я населення по двом досліджуваним районам при гострому та хронічному впливі, можна зазначити, що в Вознесенівському районі рівень канцерогенного ризику більший ніж у Заводському (табл. 2.6).

Порівнюючи середні популяційні канцерогенні рівні ризику для здоров'я населення по двом досліджуваним районам при гострому та хронічному впливі, на все населення та на 10 000 чоловік, можна зазначити, що в Вознесенівському районі число додаткових випадків смертності населення більше (табл. 2.6).

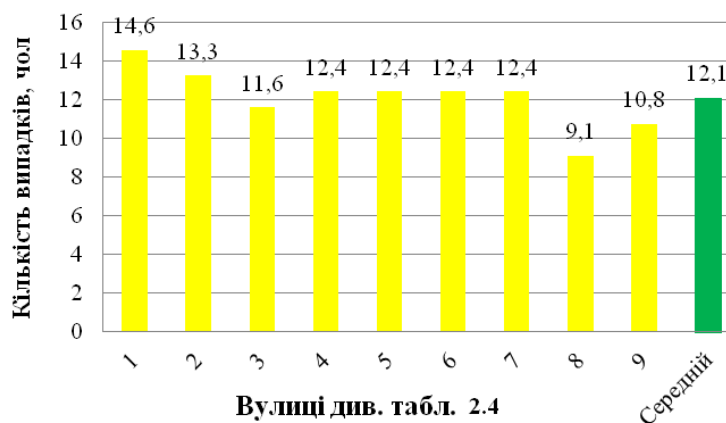


Рисунок 2.9 – Число додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію при хронічному впливі в Вознесенівському районі

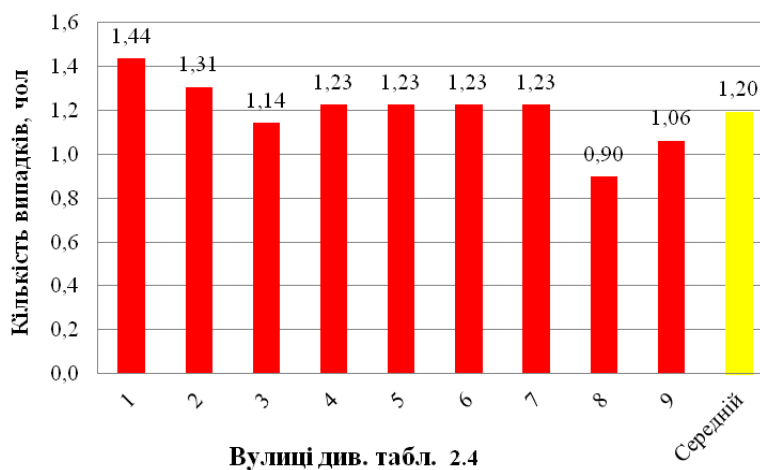


Рисунок 2.10 – Число додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на 10 000 чоловік при хронічному впливі в Вознесенівському районі

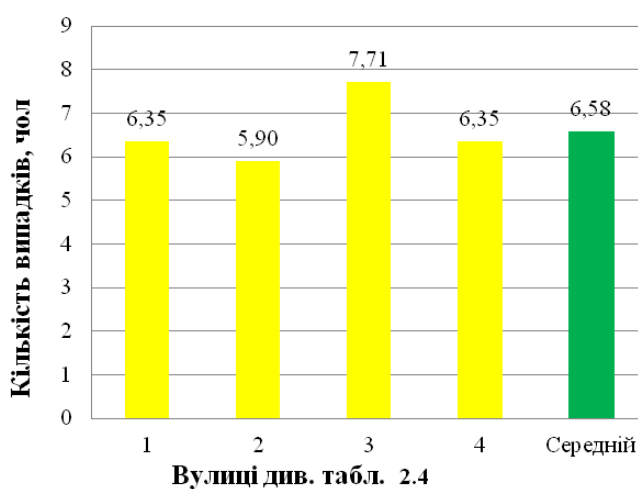


Рисунок 2.11 – Число додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію при хронічному впливі в Заводському районі

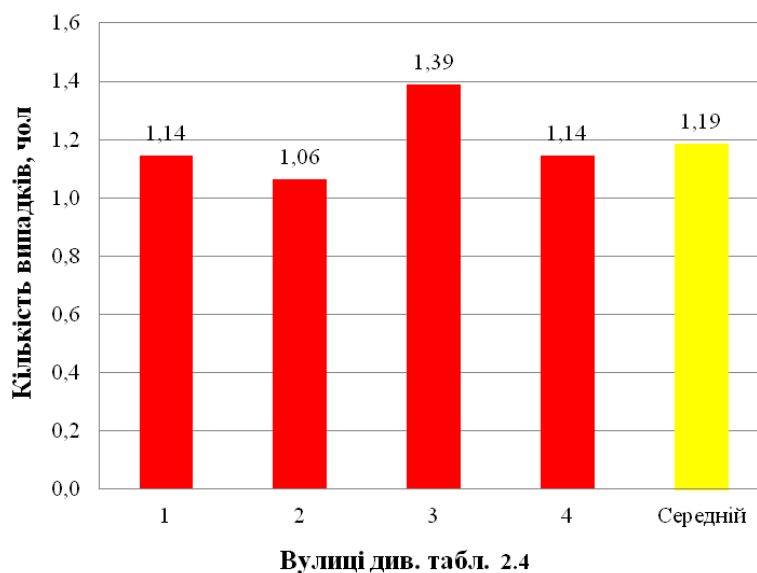


Рисунок 2.12 – Число додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на 10 000 чоловік при хронічному впливі в Заводському районі

Таблиця 2.6 – Розраховані канцерогенні ризики

Райони	$C, \text{мг/м}^3$	ICR	IRC_{abc}	PCR	PRC_{abc}	PCR (на 10 тис. чол)	PRC_{abc} (на 10 тис. чол)
Вознесенівський	0,0146	$2,150 \cdot 10^{-4}$	$1,195 \cdot 10^{-4}$	21,822	12,131	2,150	1,195
Заводський	0,0145	$2,132 \cdot 10^{-4}$	$1,185 \cdot 10^{-4}$	11,832	6,578	2,132	1,185

ВИСНОВКИ

1. За результатами розрахунків на досліджуваних вулицях Вознесенівського району індивідуальний канцерогенний ризик ICR для здоров'я населення свідчить про середній рівень ризику при гострому та хронічному впливах.

2. За результатами розрахунків на досліджуваних вулицях Заводського району індивідуальний канцерогенний ризик ICR для здоров'я населення свідчить про середній рівень ризику при гострому та хронічному впливах.

3. Популяційний канцерогенний ризик PCR при гострому впливі складає в середньому в Вознесенівському районі – 21,82, в Заводському районі - 11,83 додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію, яка підпадає під дію концентрації речовини.

4. Популяційний канцерогенний ризик PCR при гострому впливі складає в середньому в Вознесенівському районі – 2,15 та в Заводському районі - 2,13 додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на 10 000 чоловік.

5. Популяційний канцерогенний ризик PCR_{abc} при хронічному впливі складає в середньому в Вознесенівському районі – 12,13 та в Заводському районі - 6,58 додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на популяцію, яка підпадає під дію концентрації речовини.

6. Популяційний канцерогенний ризик PCR_{abc} при хронічному впливі складає в середньому в Вознесенівському районі – 2,15 та в Заводському районі - 2,13 додаткових випадків онкозахворювань на протязі життя на 10 000 чоловік.

7. Порівнюючи середні індивідуальні канцерогенні рівні ризику для здоров'я населення по двом досліджуваним районам при гострому та хронічному впливі, можна зазначити, що в Вознесенівському районі рівень канцерогенного та популяційного ризику більший ніж у Заводському.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белоконь К.В., Тарабан Є.В. Дослідження забруднення атмосферного повітря промислового міста як фактор ризику для здоров'я його мешканців. Матеріали науково-практичної конференції Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт за спеціальністю «Екологія». Полтава: РолтНТУ, 2019. С. 49.

2. Белоконь К.В., Тарабан Є.В. Оцінка канцерогенного ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря формальдегідом. Матеріали XXIII наук.-тех. конф. студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА, 23-26 жовт. 2018 р. Запоріжжя: ЗДІА, 2018. Том II. С. 102.

3. Белоконь К.В., Троїцька О.О., Тарабан Є.В. Аналіз та оцінка ризику впливу забрудненого атмосферного повітря для здоров'я населення м. Запоріжжя. Еко Форум – 2019: збірник тез доповідей III спеціалізованого міжнародного Запорізького екологічного форуму. Запоріжжя: Запорізька торгово-промислова палата, 2019. С. 31-32.

4. Белоконь К. В., Тарабан Є. В. Оцінка сумарного рівня забруднення атмосфери в м. Запоріжжя. XXIV Науково-технічна конференція студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів інженерного інституту ЗНУ Запоріжжя: II ЗНУ, 2019. Т. 4 С. 130.

5. Методичні рекомендації. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: Наказ МОЗ № 184 від 13.04.2007 р. К., 2007. 28 с.

6. Белоконь К.В., Тарабан Є.В. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами металургійних підприємств м. Запоріжжя. Тези доповідей Всеукраїнської науково-технічної конференції студентів і молодих учених «Молода академія – 2019». Дніпро, НМетАУ, 2019. Том 1. С. 133-134.

7. Белоконь К. В., Тарабан Є.В. Аналіз та оцінка ризику впливу забрудненого атмосферного повітря для здоров'я населення Заводського району м. Запоріжжя. Збірник наукових праць студентів, аспірантів і молодих вчених «Молода наука-2019». Запоріжжя: ЗНУ, 2019. Т. 5 С. 367-369.

ДОДАТКИ

Додаток А

Концентрації формальдегіду

Таблиця А.1 – Середня за місяць концентрація формальдегіду (СН₂О), яка визначена ДУ «Запорізьким ОЛЦ МОЗ України» на досліджуваних вулицях* Вознесенівського району

Вулиці*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Середня**
С, мг/м ³	0,0176	0,016	0,014	0,015	0,015	0,015	0,015	0,011	0,013	0,0146

Примітка. * – Досліджувані вулиці: 1 – Рекордна; 2 – Незалежної України; 3 – бул. Центральний; 4 – Волгоградська; 5 – Адмірала Нахімова; 6 – Седова; 7 – пр. Соборний; 8 – бул. Шевченко; 9 – Сталеварів.

** – середньорічна концентрація.

Таблиця А.2 – Середня за місяць концентрація формальдегіду (СН₂О), яка визначена ДУ «Запорізьким ОЛЦ МОЗ України» на досліджуваних вулицях* Заводського району

Вулиці*	1	2	3	4	Середня**
С, мг/м ³	0,014	0,013	0,017	0,014	0,0145

Примітка. * – Досліджувані вулиці: 1 – Фінальна, 2 – Фундаментальна, 3 – Морфлотська, 4 – Зразкова.

** – середньорічна концентрація.

Індивідуальний канцерогенний ризик при гострому впливі

Таблиця Б.1 – Індивідуальний канцерогенний ризик ICR для здоров'я населення при гострому впливі на досліджуваних вулицях Вознесенівського району

Вулиці*	LADD	ICR	PCR	PCR (на 10 тис. чол)
1	0,00563	$2,59 \cdot 10^{-4}$	26,27	2,59
2	0,00511	$2,35 \cdot 10^{-4}$	23,88	2,35
3	0,00447	$2,06 \cdot 10^{-4}$	20,89	2,06
4	0,00479	$2,21 \cdot 10^{-4}$	22,39	2,21
5	0,00479	$2,21 \cdot 10^{-4}$	22,39	2,21
6	0,00479	$2,21 \cdot 10^{-4}$	22,39	2,21
7	0,00479	$2,21 \cdot 10^{-4}$	22,39	2,21
8	0,00352	$1,62 \cdot 10^{-4}$	16,42	1,62
9	0,00416	$1,91 \cdot 10^{-4}$	19,40	1,91
Середня	0,00467	$2,15 \cdot 10^{-4}$	21,82	2,15

Примітка. * – Досліджувані вулиці: 1 – Рекордна; 2 – Незалежної України; 3 – бул. Центральний; 4 – Волгоградська; 5 – Адмірала Нахімова; 6 – Седова; 7 – пр. Соборний; 8 – бул. Шевченко; 9 – Сталеварів.

Таблиця Б.2 – Індивідуальний канцерогенний ризик ICR для здоров'я населення при гострому впливі на досліджуваних вулицях Заводського району

Вулиці*	LADD	ICR	PCR	PCR (на 10 тис. чол)
1	0,00447	$2,06 \cdot 10^{-4}$	11,42	2,06
2	0,00416	$1,91 \cdot 10^{-4}$	10,61	1,91
3	0,00543	$2,50 \cdot 10^{-4}$	13,87	2,50
4	0,00447	$2,06 \cdot 10^{-4}$	11,42	2,06
Середня	0,00463	$2,13 \cdot 10^{-4}$	11,83	2,13

Примітка. * – Досліджувані вулиці: 1 – Фінальна, 2 – Фундаментальна, 3 – Морфлотська, 4 – Зразкова.

Канцерогенні ризики при хронічному впливі

Таблиця В.1 – Індивідуальний канцерогенний ризик ICR для здоров'я населення при хронічному впливі на досліджуваних вулицях Вознесенівського району

Вулиці*	ADD _{chb}	ADD _{chc}	ADD _{cha}	LADD _{abc}	IRC _{abc}	PRC _{abc}	PRC _{abc} (на 10 тис. чол)
1	0,00450	0,00804	0,00530	0,00313	$1,44 \cdot 10^{-4}$	14,60	1,44
2	0,00409	0,00731	0,00482	0,00284	$1,31 \cdot 10^{-4}$	13,27	1,31
3	0,00358	0,00639	0,00422	0,00249	$1,14 \cdot 10^{-4}$	11,61	1,14
4	0,00384	0,00685	0,00452	0,00267	$1,23 \cdot 10^{-4}$	12,44	1,23
5	0,00384	0,00685	0,00452	0,00267	$1,23 \cdot 10^{-4}$	12,44	1,23
6	0,00384	0,00685	0,00452	0,00267	$1,23 \cdot 10^{-4}$	12,44	1,23
7	0,00384	0,00685	0,00452	0,00267	$1,23 \cdot 10^{-4}$	12,44	1,23
8	0,00281	0,00502	0,00332	0,00195	$8,99 \cdot 10^{-4}$	9,13	0,90
9	0,00332	0,00594	0,00392	0,00231	$1,06 \cdot 10^{-4}$	10,79	1,06
Середня	0,00374	0,00668	0,00441	0,00260	$1,20 \cdot 10^{-4}$	12,13	1,20

Примітка. * – Досліджувані вулиці: 1 – Рекордна; 2 – Незалежної України; 3 – бул. Центральний; 4 – Волгоградська; 5 – Адмірала Нахімова; 6 – Седова; 7 – пр. Соборний; 8 – бул. Шевченко; 9 – Сталеварів.

Таблиця В.2 – Індивідуальний канцерогенний ризик ICR для здоров'я населення при хронічному впливі на досліджуваних вулицях Заводського району

Вулиці*	ADD _{chb}	ADD _{chc}	ADD _{cha}	LADD _{abc}	IRC _{abc}	PRC _{abc}	PRC _{abc} (на 10 тис. чол)
1	0,00358	0,00639	0,00422	0,00249	$1,14 \cdot 10^{-4}$	6,35	1,14
2	0,00332	0,00594	0,00392	0,00231	$1,06 \cdot 10^{-4}$	5,90	1,06
3	0,00435	0,00776	0,00512	0,00302	$1,39 \cdot 10^{-4}$	7,71	1,39
4	0,00358	0,00639	0,00422	0,00249	$1,14 \cdot 10^{-4}$	6,35	1,14
Середня	0,00371	0,00662	0,00437	0,00258	$1,19 \cdot 10^{-4}$	6,58	1,19

Примітка. * – Досліджувані вулиці: 1 – Фінальна, 2 – Фундаментальна, 3 – Морфлотська, 4 – Зразкова.