

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЗАБРУДНЕНЬ АТМОСФЕРИ ТА КУМУЛЯТИВНИХ РИЗИКІВ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ МІСТА ЧЕРКАСИ

Жицька Л.І.¹, Хоменко О.М.¹, Папач В.В.², Видра Н.М.²

¹Черкаський державний технологічний університет
бульв. Шевченка, 460, 18006, м. Черкаси

²Державна установа «Черкаський обласний центр контролю та профілактики хвороб
Міністерства охорони здоров'я України»
вул. Захисників України, 3, 18005, м. Черкаси

zhytska_lyudmila@ukr.net, o.khomenko@chdtu.edu.ua, vladimir.papah@gmail.com, vydra_nataliia@ukr.net

Розглянуто актуальні питання щодо безпеки атмосферних забруднень та ролі автотранспорту у канцерогенних і неканцерогенних ризиках для здоров'я населення міста Черкаси. Обґрунтовано, що забруднення атмосферного повітря та накопичення в ньому забруднень, особливо високих рівнів SO₂, NO₂, CH₂O, CO та ПАВ, спричиняє широкий спектр проблем зі здоров'ям респіраторної системи й смертності від хвороб органів дихання. В роботі використано результати особистого контролю атмосферних забруднень на території міста, які показали перевищення концентрацій деяких токсикантів у 25–50% відібраних проб. Зазначено, що антропогенне забруднення приземного шару канцерогенними сполуками, зокрема ПАВ на окремих територіях селітебних зон міста, може зумовити розвиток новоутворень, імуносупресивних станів організму, прискорити мутагенні зміни і призвести до скорочення тривалості життя людей. Проведені розрахунки на основі методики «Оцінка канцерогенного та неканцерогенного ризику для здоров'я населення від хімічного забруднення атмосферного повітря» показують, що створюються умови з формування високих кумулятивних ризиків для здоров'я. Встановлено також чітку тенденцію щодо збільшення рівня захворюваності населення респіраторними та алергічними захворюваннями, мутагенних новоутворень. Акцентується увага на тому, що існуюча система контролю забруднень є недосконалою, а порушення умов дотримання безпечності картерних викидів, що містять ПАВ та інші токсичні речовини, в сучасних умовах становить загрозу екологічній безпеці. Така ситуація потребує встановлення суворих правил і чіткої організації системи контролю за їх дотриманням. Висвітлюються напрямки практичного застосування результатів дослідження. *Ключові слова:* екологічна безпека, забруднення атмосфери, кумулятивний вплив, канцерогенні та неканцерогенні ризики, динаміка захворювання, методи контролю.

Environmental assessment of atmospheric pollution and cumulative risks to the health of the city Cherkasy. Zhytska L., Khomenko O., Papach V., Vydra N.

The article considers topical issues of air pollution safety and the role of motor vehicles in carcinogenic and non-carcinogenic risks to the health of the population of Cherkasy. It is substantiated that air pollution and the accumulation of contaminants in the air, especially high levels of SO₂, NO₂, CH₂O, CO and PAH, causes a wide range of respiratory health problems and mortality from respiratory diseases. The paper uses the results of personal monitoring of atmospheric pollution in the city, which showed an excess of concentrations of some toxicants in 25–50% of the samples taken. It is noted that anthropogenic pollution of the surface layer with carcinogenic compounds, in particular, PAH in certain areas of the city's urban areas, can cause the development of neoplasms, immunosuppressive conditions of the body, accelerate mutagenic changes and lead to a reduction in human life expectancy. The calculations based on the methodology «Assessment of carcinogenic and non-carcinogenic risks to public health from chemical air pollution» show that conditions are being created for the formation of high cumulative health risks. There is also a clear trend towards an increase in the incidence of respiratory and allergic diseases and mutagenic tumors. It is emphasized that the existing pollution control system is imperfect, and violation of the conditions for compliance with the safety of crankcase emissions containing PAH and other toxic substances in the current conditions poses a threat to environmental safety. This situation requires the establishment of strict rules and a clear organization of a system to monitor compliance with them. The article highlights the areas of practical application of the research results. *Key words:* environmental safety, atmospheric pollution, cumulative impact, carcinogenic and non-carcinogenic risks, disease dynamics, control methods.

Постановка проблеми. Державна екологічна політика України завжди була спрямована на збереження навколишнього середовища, захист життя і здоров'я населення від негативного впливу забруднень, досягнення гармонії у взаємодії суспільства та природи, охорону і раціональне її використання та відновлення [1]. Одним із основних життєво важливих сегментів навколишнього середовища є атмосферне повітря. Незважаючи на те, що спостерігається тенденція до зменшення об'ємів викидів від стаціо-

нарних джерел забруднення та індексу забруднення атмосфери (ІЗА), якість повітря міст не стала кращою, а ризики для погіршення стану здоров'я населення зросли. Державою ухвалено цілий ряд нормативно-правових актів, зокрема Порядок здійснення державного моніторингу в галузі охорони атмосферного повітря, затверджений Постановою Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря» [2]. Також

у жовтні 2023 року набув чинності Закон України «Про систему громадського здоров'я» № 2573-IX, відповідно до статті 5 якого до заходів щодо захисту здоров'я та забезпечення санітарно-епідемічного благополуччя населення в системі громадського здоров'я віднесено здійснення державного нагляду (контролю) [3], особливо у промислових містах та густонаселених пунктах. До підвищення рівня забруднення повітря внесла свої корективи і військова агресія росії на території нашої країни, концентрація населення і особистого транспорту у місцях зосередження суб'єктів переселення.

Аналіз вітчизняної медико-демографічної ситуації висвітлює різні аспекти негативного впливу несприятливих факторів природного й антропогенного характеру в регіонах України на динаміку захворюваності, інвалідизації, тривалості життя та смертності населення. Забруднення атмосферного повітря та накопичення в ньому шкідливих речовин, особливо високих рівнів SO_2 , NO_2 , CH_2O та CO , спричиняє широкий спектр проблем зі здоров'ям респіраторної системи від її легкого подразнення до порушення функції легень й проявляється у зростанні показників захворювання на туберкульоз і смертності від хвороб органів дихання [4, 5]. Тому якість атмосферного повітря і здоров'я населення за рахунок оцінки показників канцерогенних і неканцерогенних ризиків та їх кумулятивної дії повинні стати пріоритетними у здійсненні програми екологічної безпеки населення.

Актуальність дослідження. Місто Черкаси відноситься до міст, у якому автотранспортні підприємства, промисловість та енергетика є основними забруднювачами атмосферного повітря. Не останнє місце у викидах забруднюючих речовин до атмосферного повітря займає переробна промисловість, експлуатація підприємств паливозабезпечення, приватний транспорт та АЗС [6], що призводить до концентрації забруднень і парникового ефекту в атмосфері. Окрім цього, антропогенне забруднення приземного шару канцерогенними сполуками, зокрема поліциклічними ароматичними вуглеводнями (ПАВ) на окремих територіях селітебних зон міста, може зумовити розвиток новоутворень, імунодепресивних станів організму, прискорити мутагенні зміни і призвести до скорочення тривалості життя людей [7]. Проведені міжнародною науковою спільнотою моніторингові та епідеміологічні дослідження доводять, що численні негативні ефекти для здоров'я, в тому числі захворювання та смерть від респіраторної та серцево-судинної патології, спричиняються саме забрудненням атмосферного повітря та обумовлені горінням палива на стаціонарних установках, технологічними процесами в промисловості та викидами автотранспорту [8–10]. В попередніх наших дослідженнях оцінено вплив викидів на здоров'я населення [11].

Мета роботи. Провести екологічну оцінку канцерогенних і неканцерогенних ризиків для здоров'я

населення внаслідок хімічного забруднення атмосферного повітря міста Черкаси.

Методи дослідження. Були використані загально-наукові підходи: аналіз, синтез, порівняння, оцінювання, узагальнення. Зокрема, дослідження проведено у декілька етапів: перший – проведення власних експериментальних досліджень щодо відбору проб повітря у атмосфері міста Черкаси на перехрестях вулиць із найбільшим транспортним рухом і лабораторного аналізу наявності хімічних речовин, що виконані впродовж 2022–2023 рр. за загальноприйнятими методиками, та розрахунки максимально – разових і середньодобових концентрацій забруднень [12]; другий – розрахунок канцерогенних і неканцерогенних ризиків відповідно до існуючих рекомендацій за методикою [13] (визначення коефіцієнту небезпеки, використовуючи рівні впливу й референтні концентрації забруднень, мг/м^3) на основі отриманих результатів та імовірності розвитку неканцерогенних та канцерогенних ефектів внаслідок одночасного надходження в організм усіма можливими шляхами хімічних речовин, що мають схожий механізм дії (кумулятивний ризик); третій – узагальнення отриманих показників та їх порівняння з даними щодо захворюваності населення міста.

Для первинної підготовки таблиць та проміжних розрахунків використовували пакет Microsoft Excel.

Новизна. Вперше було використано методику розрахунку неканцерогенних і канцерогенних ризиків для здоров'я населення від хімічного забруднення атмосферного повітря саме для міста Черкаси та розглянуто причинно-наслідковий зв'язок забруднення атмосфери із зростанням первинних захворювань населення міста.

Результати дослідження можуть бути використані для пошуку шляхів скорочення об'ємів забруднювальних речовин в атмосфері, контролю транспортних викидів, формування комплексних комунікативних профілактичних програм стосовно співпраці між різними секторами та можливістю використання передових профілактичних заходів закладами охорони здоров'я, виявлення вагомості негативного впливу додаткових ризиків, пов'язаних, зокрема, з війною.

Результати досліджень. Контроль стану повітря міста відносять до ключових ланок існуючої системи моніторингу оточуючого середовища. Отримані ж, наразі, показники надають чітку інформацію стосовно рівня забрудненості цього важливого компонента довкілля, який в першу чергу, безпосередньо впливає на здоров'я великої маси населення. Для дослідження токсикантів у атмосфері по території міста було визначено 14 точок відбору відповідно до напрямків рози вітрів. Відібрані в трикратній послідовності за допомогою пересувних постів спостереження, проби досліджувались у лабораторії санітарно-гігієнічного контролю Державної установи «Черкаський обласний центр контролю та про-

філактики хвороб Міністерства охорони здоров'я України», з використанням сучасних методів аналізу [2, 13–16]. Проводилась статистична обробка результатів досліджень, що представлені в таблиці 1.

Аналіз даних виявив перевищення максимально разових значень концентрацій забруднювачів за наявності формальдегіду, бензину і у деяких випадках за наявності оксидів нітрогену. Значення концентрацій

Таблиця 1

Визначені показники концентрацій забруднень в атмосфері міста Черкаси

Найменування точок відбору проб (перехрестя вулиць)	Інгредієнт	ГДК _{мр} , мг/м ³	Результати дослідження шкідливих речовин, мг/м ³		
			Середня концентрація	Мінімальна концентрація	Максимальна концентрація
Проспект хіміків – Чорновола	Оксид карбону	5,0	3,0	2,0	5,0
	Формальдегід	0,035	0,03	0,025	0,035
	Діоксид нітрогену	0,20	0,010	0,08	0,12
	Бензин	5,0	6,0	3,0	8,0
Булвар Шевченка – Чорновола	Оксид карбону	5,0	4,00	1,10	7,00
	Формальдегід	0,035	0,03	0,026	0,039
	Діоксид нітрогену	0,20	0,10	0,085	0,12
	Бензин	5,0	4,00	1,09	7,0
Площа 700-річчя – булвар Шевченка	Оксид карбону	5,0	4,0	1,09	8,0
	Формальдегід	0,035	0,03	0,025	0,041
	Діоксид нітрогену	0,20	0,10	0,08	0,12
	Бензин	5,0	4,0	1,09	7,0
Смілянська – булвар Шевченка	Оксид карбону	5,0	3,00	1,1	7,0
	Формальдегід	0,035	0,032	0,024	0,038
	Діоксид нітрогену	0,20	0,09	0,06	0,011
	Бензин	5,0	4,0	1,09	7,00
Смілянська – Вернигори	Оксид карбону	5,0	2,0	1,12	5,00
	Формальдегід	0,035	0,03	0,022	0,043
	Діоксид нітрогену	0,20	0,03	0,08	0,12
	Бензин	5,0	3,00	1,08	7,00
Смілянська – Благовісна	Оксид карбону	5,0	4,00	1,11	8,00
	Формальдегід	0,035	0,032	0,026	0,039
	Діоксид нітрогену	0,20	0,09	0,07	0,12
	Бензин	5,0	4,00	1,11	8,00
Вулиця Сумгайтська 124/126	Оксид карбону	5,0	1,0	1,12	5,00
	Формальдегід	0,035	0,03	0,023	0,042
	Діоксид нітрогену	0,20	0,09	0,07	0,11
	Бензин	5,0	3,00	1,08	7,00
Перша міська лікарня – Дахнівська	Оксид карбону	5,0	1,0	1,11	5,00
	Формальдегід	0,035	0,03	0,023	0,042
	Діоксид нітрогену	0,20	0,09	0,07	0,11
	Бензин	5,0	3,00	1,08	7,00
Надпільна – Пастерівська	Оксид карбону	5,0	5,0	2,12	5,00
	Формальдегід	0,035	0,032	0,024	0,039
	Діоксид нітрогену	0,20	0,09	0,07	0,11
	Бензин	5,0	3,00	2,00	7,00
Припортова – Амброса	Оксид карбону	5,0	2,0	1,08	6,00
	Формальдегід	0,035	0,033	0,022	0,035
	Діоксид нітрогену	0,20	0,07	0,05	0,11
	Бензин	5,0	3,00	1,08	6,00

оксиду карбону на рівні гранично-допустимих концентрацій (ГДК). Разом із цим значення середньодобових концентрацій перевищують гранично – допустимі показники, що продемонстровано на рисунках 1–4.

Приведені рисунки засвідчують перевищення середньодобових концентрацій на вулицях промислового району міста, біля котелень, центру міста та

проспекту Хіміків, що межує з промисловими районами та деяких перехрестях вулиці Смілянської, що також є показником скупчення автотранспорту. Визначені концентрації показують, що є небезпечними для довкілля та здоров'я людей. У зоні їх короткострокового впливу люди можуть відчувати головний біль, нудоту, першіння у горлі, а також

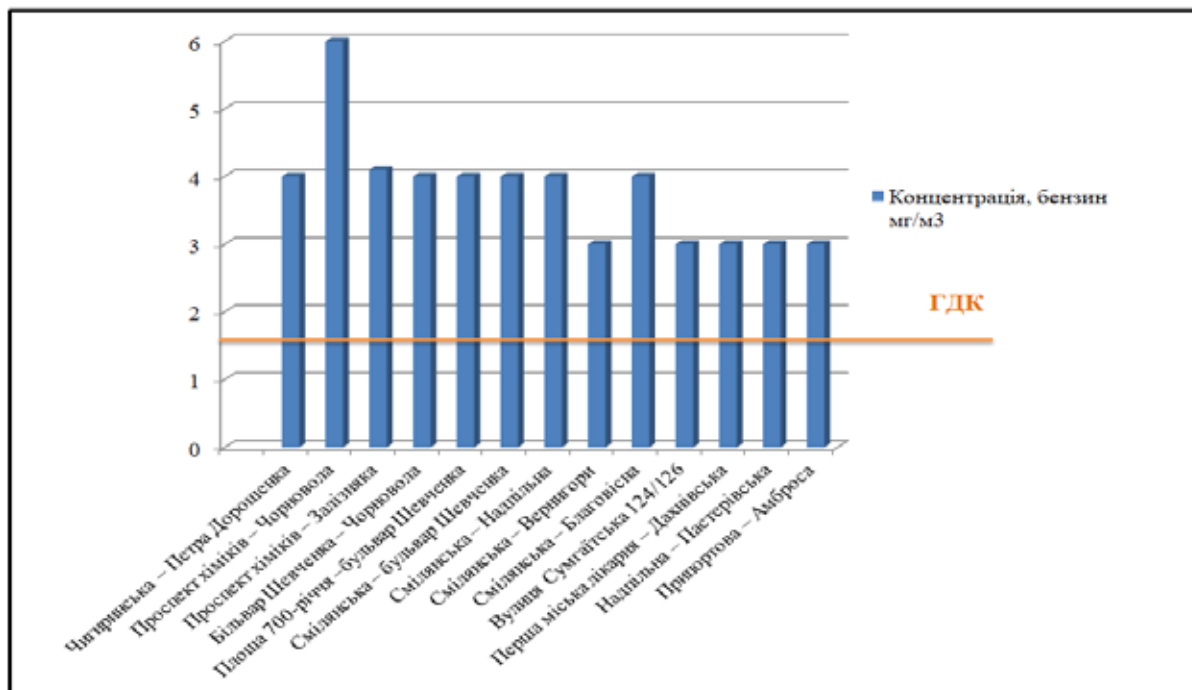


Рис. 1. Середньодобові концентрації бензину у повітрі міста Черкаси

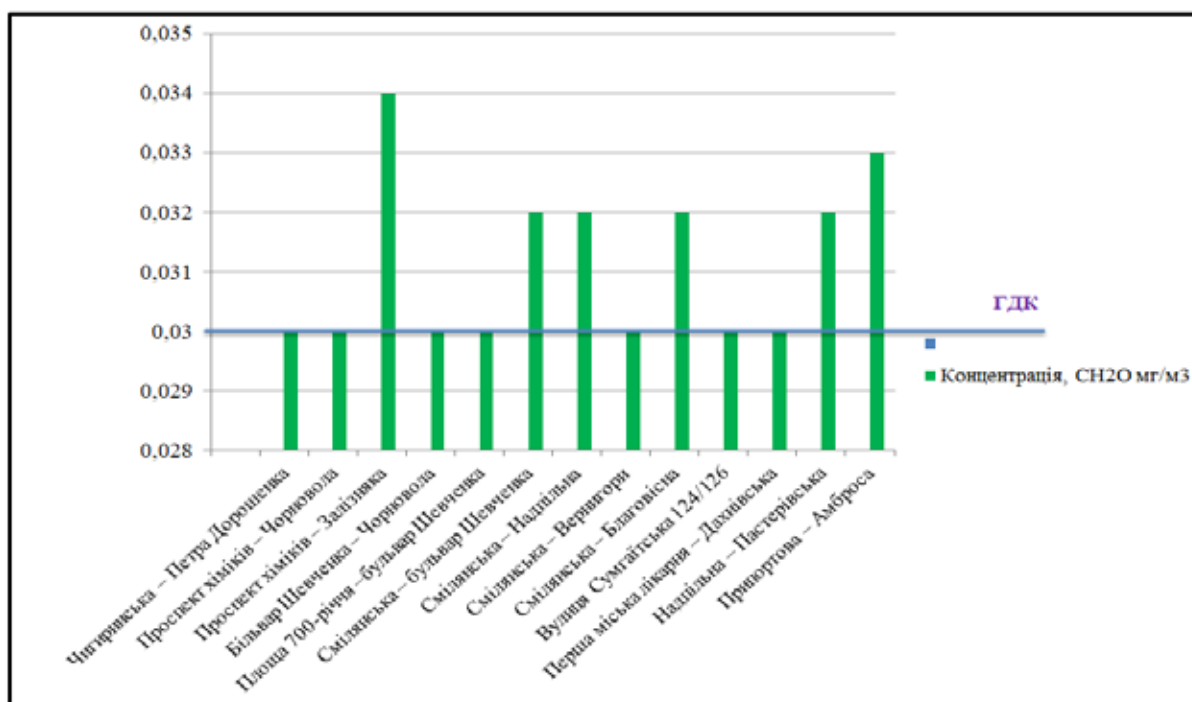


Рис. 2. Середньодобові концентрації формальдегіду у повітрі міста Черкаси

загострення хронічних респіраторних захворювань за умови перманентного впливу зазначених вище концентрацій. Окрім короточасних гострих станів, можуть створюватись умови й відтермінованого впливу, тобто наслідки у погіршенні здоров'я

людини, що проявляється через певний час. Тому важливо передбачати наслідки впливу на основі розрахунку канцерогенного та неканцерогенного ризиків для здоров'я населення від хімічного забруднення атмосферного повітря [13].

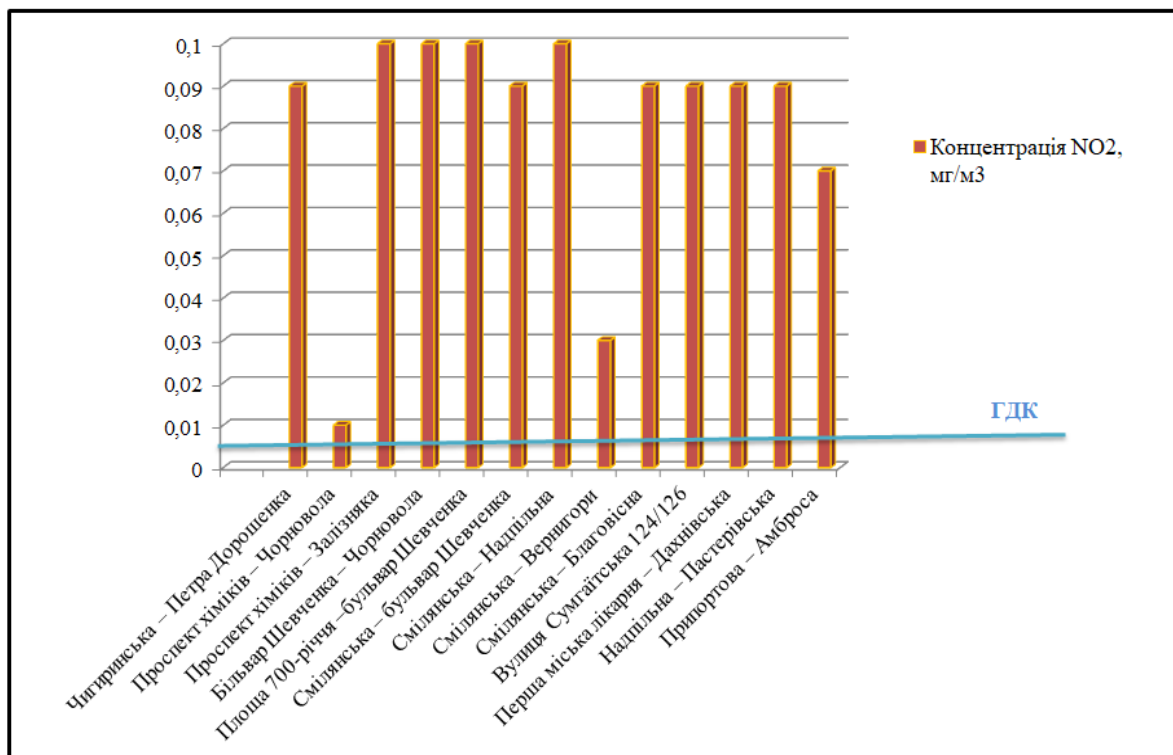


Рис. 3. Середньодобові концентрації діоксиду нітрогену у повітрі міста Черкаси

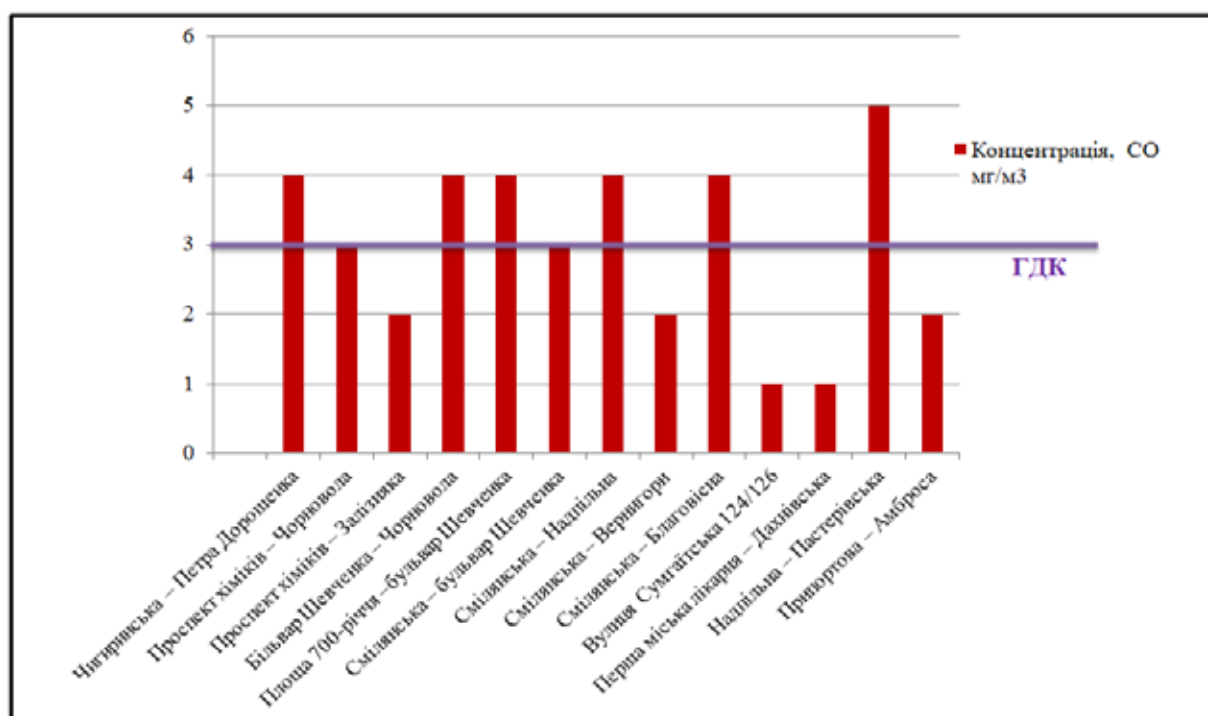


Рис. 4. Середньодобові концентрації оксиду карбону в повітрі міста Черкаси

Класифікація рівнів неканцерогенного ризику на основі середньодобових показників концентрацій за розрахованими коефіцієнтами небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів (HQ) для окремих сполук показує високі показники для NO_2 і CH_2O . Показники коефіцієнтів для концентрацій бензину мають насторожуюче значення. Рівень неканцерогенних ефектів для зафіксованих концентрацій СО знаходиться в межах допустимого значення. Розраховані нами індекси небезпеки розвитку неканцерогенних ефектів (HI) для групи сполук односпрямованої дії представлено у таблиці 2.

Дані таблиці 2 показують, що особи, які знаходяться в зоні ураження накопиченими токсичним та шкідливими речовинами, до яких, зокрема, віднесено й NO_2 , мають прямі та опосередковані наслідки для здоров'я. Оскільки під час вдихання ця речовина може легко проникати в організм і до 90% абсорбуватися кров'ю, що є потенційною загрозою для усіх функціональних систем організму. Від потрапляння в організм людини формальдегіду страждають імунна система й органи дихання [17, 18].

У загальному ці речовини впливають на обмін речовин у легенях, збільшують уразливість органів дихання до бактеріальних та вірусних інфекцій і підвищують ризики передчасної смертності.

Незважаючи на те, що така сполука як оксид карбону показала допустимі значення неканцерогенних ризиків за середньостатистичними показниками, проте визначені максимально – разові показники на окремих локаціях можуть негативно позначитись на здоров'ї мешканців. Адже монооксид карбону (чадний газ) проникає через тканини легень у кров й ускладнює постачання кисню до клітин людського організму. Вдихання його разом із повітрям, що містить високі концентрації цього компоненту, спричиняє різного роду реакції людського організму та тканинну гіпоксію. Токсичність цього газу пов'язують із окислювальним стресом для клітин, розвитком запальних процесів, що може призвести до зміни мітохондрій у клітинах, захворювань артерій,

підвищення чутливості органів дихання до впливу інших забруднювальних речовин тощо.

Викликає занепокоєння і той факт, що у атмосфері міста Черкаси виявлено значні концентрації парів бензину, при використанні якого та інших нафтопродуктів й багатокомпонентних природних сумішей, що використовуються автотранспортом та АЗС, в атмосферу можуть потрапляти ПАВ. Адже основна частина ПАВ належить до хімічних канцерогенів, що можуть індукувати злужкісні пухлини молочної залози, м'язових і сполучних тканин. До типових ПАВ також віднесено 7,12-диметилбензантрацен та бенз-(а)-пірен (БП), 20-метилхоланрен, 1,2,5,6-добензантрацен й сполуки, що мають гетероциклічні атоми нітрогену, наприклад 9-метил-3,4-бензакридин та 4-нітрохінолін-N-оксид. Тому їх визначення потребує особливої уваги.

Враховуючи це, нами були визначені також показники канцерогенних ризиків для здоров'я населення. А саме, розраховано середню добову дозу впливу канцерогена LADD на населення міста, де концентрація в атмосферному повітрі становить: формальдегіду – 0,003 мг/м³, бензину – 4,0 мг/м³.

Величину індивідуального канцерогенного ризику впливу цих концентрацій CR розраховано за формулою:

$$CR = LADD \cdot SF,$$

де SF – коефіцієнт інгалаційного впливу речовин, або фактор канцерогенного потенціалу, які використовуються для розрахунку (додаток 2 методики [14]) й характеризує ступінь розвитку канцерогенного ризику зі збільшенням діючої дози на одну одиницю.

Показник демонструє верхню, консервативну оцінку ризику канцерогенності за очікувану тривалість життя людини (70 років).

Розрахунок CR величини індивідуального канцерогенного ризику впливу концентрацій хімічних речовин, пов'язаного із забрудненням атмосферного повітря за показниками LADD – середніх добових

Таблиця 2

**Розрахунок сумарного неканцерогенного ризику впливу сполук (HI)
на критичні органи та системи організму**

Речовина	C, мг/м³	RfC, мг/м³	HQ	Критичні органи
Азоту діоксид	0,09	0,04	3,75	органи дихання
Вуглецю оксид	4,0	3,0	1,03	Кров, нервова система
Бензин	4,0	1,5	2,02	печінка
Формальдегід	0,03	0,003	9,6	Органи дихання, імунна система
Сумарні неканцерогенні ризики				Рівень ризику
	HI загальне		16,4	Високий
	HI кров, нервова система		1,03	Допустимий
	HI органи дихання		13,35	Високий
	HI печінка		2,02	Насторожуючий

доз канцерогена, мг/(кг·доба) із врахуванням фактору канцерогенного потенціалу речовин відповідно до методики розрахунку показав високий, – неприйнятний для населення показник, що має значення $>10^{-3}$. Зокрема сумарний канцерогенний ризик $CR_{\text{формальдегід+бензин}}$ становить $3,9 \cdot 10^{-2}$. Існує висока імовірність розвитку шкідливого ефекту впливу токсичних канцерогенних речовин внаслідок одночасного їх надходження в організм людини усіма можливими шляхами. Схожий механізм дії посилюється формуванням кумулятивного ризику, тому необхідно здійснення заходів із його усунення або зниження.

Аналіз динаміки первинного захворювання населення міста хворобами нервової системи, алер-

гічними захворюваннями та злоякісними новоутвореннями показав їх зростання за останні роки (рисунк 5).

Зростання рівнів первинного захворювання спостерігається також із захворювань системи кровообігу, органів дихання, хвороб шкіри та інших (рисунк 6).

Таким чином, забруднення атмосферного повітря діоксидом нітрогену, формальдегідом, монооксидом карбону та бензином прямо та опосередковано може бути причиною зростання випадків первинного захворювання мешканців міста Черкаси, а також впливати на рівень смертності від інфекційних і вірусних хвороб легеневої системи. Особливо

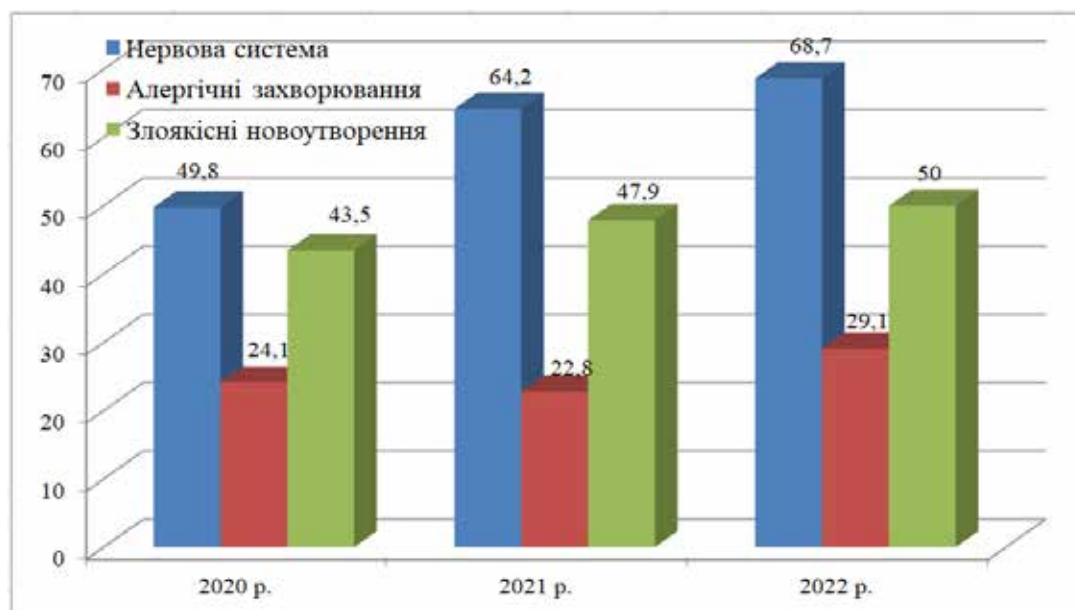


Рис. 5. Динаміка зростання рівнів первинного захворювання мешканців міста Черкаси, випадків на 10 тис. населення

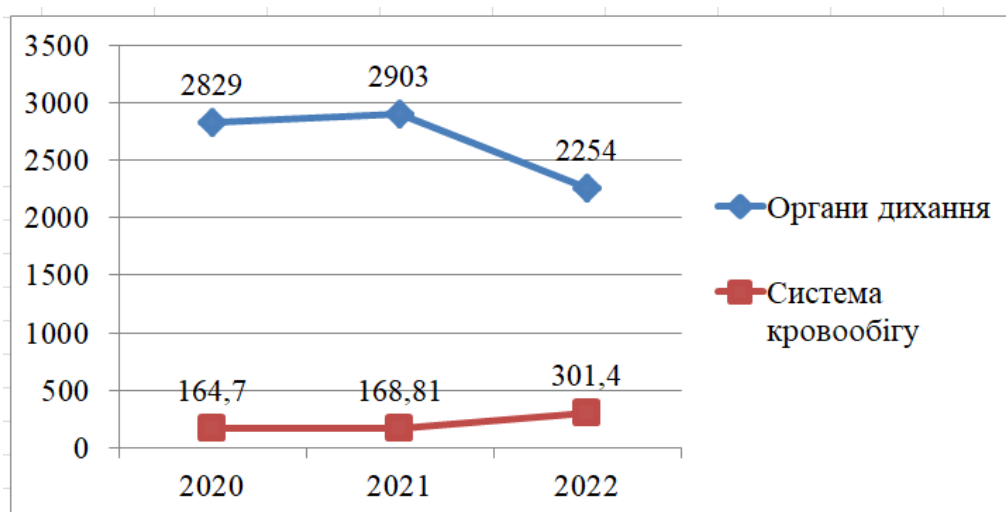


Рис. 6. Динаміка зростання рівнів первинного захворювання органів дихання та системи кровообігу населення міста Черкаси, випадків на 10 тис.

це стосується вразливої категорії населення, до якої належать немовлята, діти та літні люди.

Приведений аналіз динаміки захворюваності є своєрідним індикатором екологічного і соціального благополуччя людей, якості атмосфери міста та рівня антропогенного забруднення повітряного середовища. А розраховані показники неканцерогенних та канцерогенних ризиків для здоров'я населення від хімічного забруднення атмосферного повітря є свідченням несприятливого впливу на організм, що може підвищувати ймовірність виникнення захворювання чи смертності. Усунення таких ризиків сприятиме підвищенню рівня національної безпеки.

Висновки. Забруднення атмосферного середовища промисловими та автотранспортними викидами представляє останнім часом все більшу небезпеку через зростання ризиків неканцерогенного і канцерогенного впливу на здоров'я людей не тільки через зростання транспортних мереж та кількості автотранспорту, а й через військові дії на території нашої країни. В зв'язку з цим виникає необхідність дослідження рівня забруднення атмосферного повітря та оцінювання ризику розвитку неканцерогенних ефектів за комбінованого впливу хімічних речовин.

Також досить актуальним є характеристика індексів небезпеки неканцерогенних ефектів із використанням інгалаційних ефектів референтних концентрацій забруднень для конкретного населеного пункту.

В роботі за показниками LADD – середніх добових доз канцерогена, мг/(кг·доба) з врахуванням фактору канцерогенного потенціалу речовин, визначено величину індивідуального канцерогенного ризику впливу концентрацій хімічних речовин CR – рівень якого класифікували як високий $>10^{-3}$, – неприйнятний для здоров'я населення показник. А сумарний кумулятивний канцерогенний ризик $CR_{\text{формальдегід+бензин}}$ $3,9 \cdot 10^{-2}$ вказує на ймовірність розвитку новоутворень протягом життя людини, що обумовлено впливом потенційного канцерогена. Тому необхідно запровадження превентивних заходів для усунення або ж зниження ризику.

Отримані при дослідженні результати є основою для розробок природоохоронних рекомендацій відносно зменшення викидів забруднювальних речовин в атмосферне повітря міста, в першу чергу це стосується викидів пересувних джерел, та виявлення вагомості негативного впливу додаткових ризиків, пов'язаних, зокрема, з військовою агресією.

Література

1. Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» від 25.06.1991 р. № 1264-XI/ Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text> (дата звернення 15.01.2025).
2. Постанова Кабінету Міністрів України від 14 серпня 2019 року № 827 «Деякі питання здійснення державного моніторингу у галузі охорони атмосферного повітря»/ Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/827-2019-%D0%BF#Text> (дата звернення 15.01.2025).
3. Закон України «Про систему громадського здоров'я» від 18.12.2024 р. № 2573-IX/ Верховна Рада України. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2573-20#Text> (дата звернення 15.01.2025).
4. Мокієнко А.В., Гушук І.В. Щодо визначення детермінант здоров'я. *Актуальні питання громадського здоров'я та екологічної безпеки України (XX Марзєєвські читання): збірник тез доповідей науково-практичної конференції з міжнародною участю* (Київ, 24-25 жовтня 2024 р.). Київ: «Інтердрук», 2024. С. 47-48.
5. Давиденко Г.М., Петросян А.А. Дослідження забруднення атмосферного повітря зваженими частками пилу: оцінка наслідків. *Вісник ВНМУ «Соціальна медицина, організація охорони здоров'я»*. 2017, № 1. Ч. 1 (Т.21). С. 165-168.
6. Регіональна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Черкаській області у 2023 році/ *Управління екології та природних ресурсів Черкаської обласної державної адміністрації*. Черкаси, 2024. 227 с. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ck-oda.gov.ua/ekologiya/> (дата звернення 15.01.2025).
7. Черниченко І.О., Баленко Н.В., Литвиченко О.М., Бабій В.Ф., Главачек Д.О., Кондратенко О.Є. Вплив деяких хімічних канцерогенів довкілля на захворюваність на гормонозалежні пухлини та можливі механізми його реалізації. *Довкілля та Здоров'я*. 2021. № 2 (99). С. 44-55. <https://doi.org/10.32402/dovkil2021.02.044>.
8. Черниченко І.О., Баленко Н.В., Бабій В.Ф., Литвиченко О.М., Главачек Д.О., Кондратенко О.Є. Захворюваність на рак молочної залози і роль хімічних забруднювачів довкілля (аналіз даних літератури). *Довкілля та Здоров'я*. 2019. № 3 (92). С. 52-60.
9. Ковальов О.О., Ковальов К.О. Атмосферні канцерогени та рак під час війни в Україні. *Спеціалізований медичний портал* [Електронний ресурс]. 2023. 15 травня. Режим доступу: <https://health-ua.com/onkologiya-i-gematologiya/onkologiya/72757-atmosfern-kantserogeni-tarak-pdchas-vjni-vukran> (дата звернення 15.01.2025).
10. Стаднік В.Ю., Тихомирова Т.С. Вплив канцерогенних речовин на безпеку життєдіяльності молоді. *Проблеми формування здорового способу життя у молоді: зб. матеріалів XII Всеукр. наук.-практ. конф. молодих учених та студентів з міжнар. участю* (Одеса, 03-05 жовтня 2019 р.). Одеса: ОНАХТ, 2019. С. 280-281.
11. Mislyuk O., Khomenko O., Yehorova O., Zhytska L. Assessing risk caused by atmospheric air pollution from motor vehicles to the health of population in urbanized areas Eastern-European. *Journal of Enterprise Technologies*. 2023. № 1 (10), 121, pp. 19-26 <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.274174>.
12. Перелік методик виконання вимірювань (визначень) складу та властивостей проб об'єктів довкілля, викидів, відходів і скидів, тимчасово допущених до використання Мінприроди. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/pdf/perelik_metodik_vikonannya_vimir-3-477206.pdf
13. Методичні рекомендації «Оцінка канцерогенного та неканцерогенного ризику для здоров'я населення від хімічного забруднення атмосферного повітря». Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 18 жовтня 2023 року № 1811. – 11 с.

14. Державні медико-санітарні нормативи із змінами, внесеними згідно з Наказом Міністерства охорони здоров'я № 953 від 03.06.2024 «Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць». – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763-24#n9> та <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0763-24#Text> (дата звернення 15.01.2025).
15. Газоаналізатор з контролю забруднення атмосфери, модель КОЛІОН-1В-02. Настанова з експлуатації ЯРКГ 2.840.003-04 РЄ, 2006. 40 с.
16. РД 52.04.186-89. Настанова з контролю забруднення атмосфери. Чинний до 01.01.2025, наказ Державної служби України з надзвичайних ситуацій від 31.08.2017 № 473.
17. Чугай А.В., Колісник А.В., Дем'яненко О.В., Романенко С.Е. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря міст прибережної зони північно-західного Причорномор'я. *Вісник національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія: Екологія*. 2015. Вип. 13. С. 91-97.
18. Сніжко С., Шевченко О., Яценко Ю., Данілова Н. Особливості часових змін концентрацій формальдегіду в атмосферному повітрі міст України. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Військово-спеціальні науки*. 2016. Вип. 2 (35). С. 24-29.