

УДК 504.3.054 (045)

АНАЛІЗ РИЗИКУ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ ЗАЛЕЖНО ВІД ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Руденко Н. В.

Національний авіаційний університет, Київ, nataliya.rudenko@meta.ua

Встановлено залежності ризиків захворюваності населення на основі особливостей зонального розподілу забруднення атмосферного повітря. Визначено пріоритетні хімічні речовини, які в найбільшій мірі формують величину неканцерогенного ризику для здоров'я населення. Розраховано рівні ризику захворюваності населення м. Києва, що проживає у місцях небезпечного забруднення атмосферного повітря.

Ключові слова: забруднення атмосфери, оцінка ризику, здоров'я населення.

ВСТУП

Визначено, що майже дві третини населення Києва мешкає на територіях, де, згідно з експертними оцінками, стан забруднення атмосферного повітря не відповідає гігієнічним нормам [1].

Одним з ключових моментів реалізації стратегії екологічної безпеки є впровадження оцінки ризику, тобто визначення реальної небезпеки здоров'ю населення та навколишньому середовищу. Методика оцінки ризику передбачає, як оцінку комплексного впливу шкідливих факторів довкілля, так і впливу окремих джерел або окремих шкідливих речовин [2, 3]. Наукове дослідження як опосередкований метод вивчення несприятливого впливу хімічного забруднення атмосфери на людину дозволяє змодельовати взаємозв'язок у цій системі з метою вивчення та прогнозування можливого впливу факторів навколишнього середовища на здоров'я населення.

АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Здоров'я людини визначається взаємодією цілої низки факторів: спадковість, спосіб життя, наявність шкідливих звичок, соціально-економічне і психологічне благополуччя, доступність медичного обслуговування, умови життєдіяльності та якість навколишнього середовища [1]. Як зазначає у своїх наукових працях В.М. Боев з співавторами [2] у структурі факторів, що формують ризик здоров'ю, перше місце займає повітряне середовище (66,7%), друге – харчові продукти (13,5%) і третє – шумове навантаження (12,6%).

Багаточисельними дослідженнями вітчизняних та зарубіжних авторів [1, 3, 4] було встановлено, що одним із найбільш ефективних підходів до встановлення зв'язків між станом навколишнього природного середовища та здоров'ям населення в певному регіоні чи місті є методологія оцінки ризику.

За останні десятиріччя методологія оцінки ризику для здоров'я людини від дії шкідливих факторів довкілля стала не тільки провідним напрямком наукових

досліджень в області екології, але й одним з вагомих інструментів удосконалення системи контролю управлінських рішень. Вона дозволяє виявити пріоритетні фактори впливу забруднення навколишнього середовища та визначити збитки здоров'ю населення [5].

Визначення ризику захворюваності населення, що проживає у місцях небезпечного забруднення атмосферного повітря дає можливість прогнозувати імовірність порушень здоров'я при різних сценаріях його впливу та встановлювати першочерговість пріоритетність заходів щодо управління чинниками ризику на індивідуальному та популяційному рівнях.

Ціль наших досліджень – проведення оцінки ризику виникнення захворювань від впливу забруднення атмосферного повітря на прикладі м. Києва з використанням міжнародної методології.

МЕТЕРІАЛ І МЕТОДИ

Розрахунки неканцерогенного ризику для населення по фактору атмосферного повітря здійснювали за міжнародною методологією, адаптованою до умов України і викладеною у методичних рекомендаціях «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» МР 2.2.12 142 2007 [6] (наказ № 184 МОЗ України від 13.04.07).

Повна, або базова, схема оцінки ризику за даною методологією передбачала проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів, а саме: ідентифікацію небезпеки; оцінку експозиції; характеристику небезпеки (оцінку залежності „доза-відповідь»); характеристику ризику.

Для характеристики ризику розвитку неканцерогенних ефектів найчастіше використовують два показники: максимальна недіюча доза і мінімальна доза, що викликає пороговий ефект. Дані показники є основою для установаження рівнів мінімального ризику – референтних доз (RfD) і концентрацій (RfC). Перевищення референтної дози не обов'язково пов'язане із розвитком шкідливого ефекту, але чим вища доза впливу і чим більше вона перевищує референтну, тим більша імовірність його виникнення, однак оцінити цю імовірність за даного методичного підходу неможливо. У зв'язку з цим кінцевими характеристиками оцінки експозиції на основі референтних доз і концентрацій є коефіцієнти (HQ) та індекси (HI) небезпеки.

Якщо референтна доза не перевищена, то ніяких регулюючих втручань не потрібно. У випадку, коли вплив речовини перевищує RfD, виникає небезпека, величину якої можна оцінити лише за допомогою вивчення залежності «доза-відповідь» та спектра шкідливих ефектів. Значення референтних концентрацій деяких хімічних речовин, а також критичних органів та систем, на які вони впливають, наведено у додатку методичних рекомендацій [6].

Характеристику ризику розвитку не канцерогенних ефектів здійснювали шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними (референтними) рівнями впливу та визначенням коефіцієнта небезпеки:

$$HQ = AD / RfD \text{ або } HQ = AC / RfC,$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки; AD – середня доза, мг/кг; AC – середня концентрація, мг/м³; RfD – референтна (безпечна) доза, мг/кг; RfC – референтна концентрація, мг/м³.

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів за комбінованого впливу хімічних речовин проводили на основі розрахунку індексу небезпеки за формулою:

$$HI = \sum HQ_i,$$

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

Розрахунок індексів небезпеки, проводили з урахуванням критичних органів та систем, які зазнають негативного впливу досліджуваних речовин.

Статистичний розрахунок ризиків виникнення захворювань від забруднення атмосферного повітря виконано за допомогою персонального комп'ютера з використанням стандартних програм пакету Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Для дослідження було використано матеріали строкових спостережень Центральної Геофізичної Обсерваторії за станом атмосферного повітря у 2011 році. На основі даних моніторингу якості атмосферного повітря 16-ти стаціонарних пунктів спостереження забруднення (ПСЗ) з періодичністю відбору проб 6 разів на тиждень було визначено забруднюючі речовини, які вносили найбільший вклад у забруднення атмосфери міста.

За допомогою прикладного програмного забезпечення – геоінформаційної системи QuantumGIS на аерознімок м. Києва, нанесено 16 постів постійного спостереження (рис. 1), у подальшому – рецепторні точки.

Для побудови місць розташування постів спостережень за станом забруднення атмосферного повітря до відповідних модулів програми імпортовано табличний набір координатних даних – широта і довгота рецепторних точок.

На основі багаторічних спостережень за вмістом полутантів в атмосферному повітрі визначили пріоритетні хімічні речовини, які в найбільшій мірі формують величину неканцерогенного ризику для здоров'я населення м. Києва. Сформований перелік включив 19 речовин, які характеризували склад емісій відібраних для дослідження. У подальшому розраховували рангові індекси неканцерогенної активності всіх хімічних речовин, що забруднюють атмосферне повітря міста.

Встановили, що пріоритетними неканцерогенними хімічними речовинами, які забруднюють атмосферне повітря м. Києва, є діоксид азоту, оксид вуглецю, пил та формальдегід (рис. 2). У результаті проведених досліджень було встановлено, що у зоні найвищих рівнів неканцерогенного ризику населення зазнає найбільшого впливу від: формальдегіду HQ=29,7 та діоксиду азоту HQ=28,9.

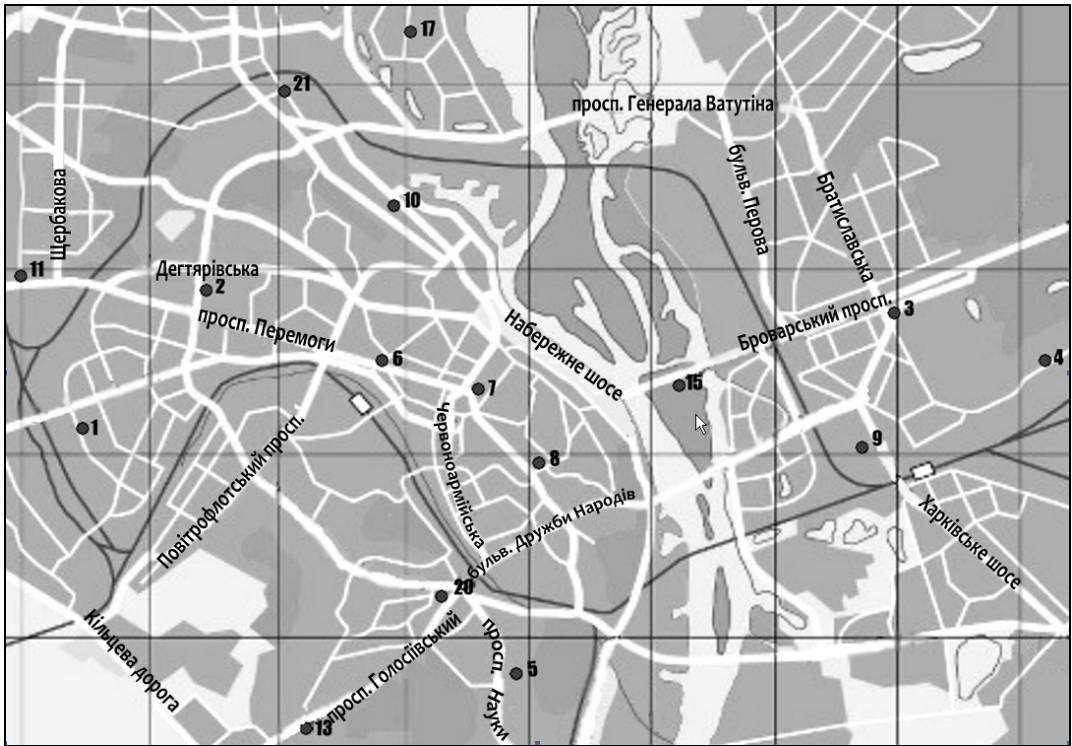


Рис. 1. Розташування постів спостережень за станом атмосферного повітря міста Києва

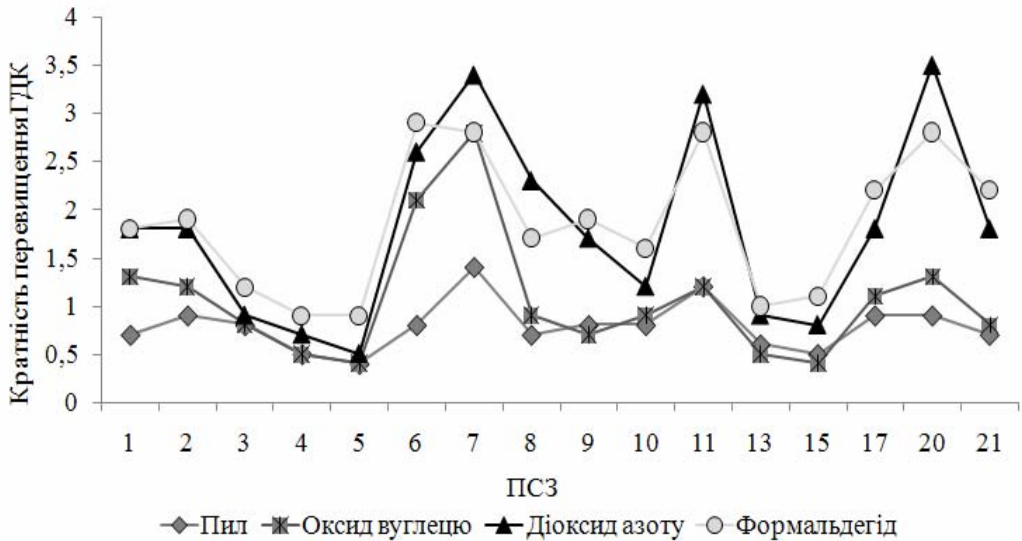


Рис. 2. Концентрації пріоритетних забруднюючих речовин (в кратності ГДК) в атмосферне повітря у рецепторних точках

**АНАЛІЗ РИЗИКУ ЗАХВОРЮВАНОСТІ НАСЕЛЕННЯ ЗАЛЕЖНО
ВІД ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ**

Розрахунок сумарних індексів неканцерогенної небезпеки (НІ) для здоров'я населення проводили з урахуванням критичних органів та систем організму, які в першу чергу зазнають негативного впливу пріоритетних речовин. Вважають, що найбільш імовірним типом комбінованої дії компонентів суміші є сумація.

Результати розрахунків, наведені у таблиці 1, показали, що найбільшого неканцерогенного ризику зазнає населення району Бесарабської площі (НІ=10,4), а найменшого – району проспекту Науки (НІ=2,2); поряд з цим вагомий негативний вплив пріоритетні хімічні речовини чинять на органи дихання, значно менший – на серцево-судинну систему, а ризик ураження репродуктивних органів та порушення розвитку у населення є несуттєвим.

Таблиця 1

Сумарні індекси неканцерогенної небезпеки (НІ) пріоритетних хімічних речовин

Рецепторні точки	Індекси неканцерогенної небезпеки HQ				Індекси неканцерогенної небезпеки HQ
	Пил	Пил	Пил	Пил	
№1	0,7	1,3	1,8	1,8	5,6
№2	0,9	1,2	1,8	1,9	5,8
№3	0,8	0,8	0,9	1,2	3,7
№4	0,5	0,5	0,7	0,9	2,6
№5	0,4	0,4	0,5	0,9	2,2
№6	0,8	2,1	2,6	2,9	8,4
№7	1,4	2,8	3,4	2,8	10,4
№8	0,7	0,9	2,3	1,7	5,6
№9	0,8	0,7	1,7	1,9	5,1
№10	0,8	0,9	1,2	1,6	4,5
№11	1,2	1,2	3,2	2,8	8,4
№13	0,6	0,5	0,9	1	3
№15	0,5	0,4	0,8	1,1	2,8
№17	0,9	1,1	1,8	2,2	6
№20	0,9	1,3	3,5	2,8	8,5
№21	0,7	0,8	1,8	2,2	5,5

У ході дослідження, визначили маршрут впливу пріоритетних хімічних речовин на населення міста: джерелами надходження речовин в атмосферне повітря є промислові підприємства та автотранспорт, середовищем надходження і трансформації – атмосферне повітря м. Києва, середовищем впливу – повітря всередині та поза приміщенням, шлях надходження пріоритетних хімічних речовин до організму людини – інгаляційний. На даному етапі проведена робота дозволила оцінити рівні осереднених річних концентрацій, необхідних для розрахунків ризику від пріоритетних чинників атмосферного повітря, які у малих дозах на протязі життя надходять до організму мешканців міста Києва інгаляційним шляхом. Серед речовин що забруднюють атмосферне повітря м. Києва у зазначених рецепторних

точках, перевищують значення референтних концентрацій (RfC) та створюють небезпеку для здоров'я населення наступні поллютанти [7]:

- пи́л (рівні осередненої річної концентрації знаходяться в межах $C=0,06\div 0,21$ мг/м³),
- оксид вуглецю ($C=1,2\div 8,4$ мг/м³),
- діоксид азоту ($C=0,02\div 1,4$ мг/м³),
- формальдегід ($C=0,0027\div 0,0087$ мг/м³).

На основі отриманих рівнів осередненої експозиції були розраховані неканцерогенні ризики для здоров'я населення [6, 7]. Характеристика неканцерогенного ризику включала розрахунок коефіцієнтів неканцерогенної небезпеки (HQ) пріоритетних неканцерогенних речовин та сумарних індексів неканцерогенної небезпеки (HI) від сукупності речовини в досліджуваних районах. Характеризуючи величину ризику для здоров'я населення міста врахували, що при $HQ\leq 1$ ризик виникнення шкідливих ефектів розглядають як зневажливо малий; якщо ж $HQ>1$, імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає, пропорційно збільшенню HQ [6].

ВИСНОВКИ

1. Результати проведених досліджень свідчать про те, що основне навантаження викидів хімічних речовин на населення міста за різними рівнями концентрацій представлено 4-ма основними хімічними речовинами, на які припадає 86,3–96,5% всього навантаження.

2. Ранжування ідентифікованих викидів за величиною сумарної річної емісії і ступеня небезпеки для здоров'я населення дозволило виявити пріоритетні хімічні речовини, що володіють неканцерогенною дією. Пріоритетними речовинами, що визначили рівень ризику для досліджуваних зон, є: формальдегід питомий внесок якого становить 36,3%, діоксид азоту – 26,4%, оксид вуглецю – 18,1% і пи́л – 7,0%.

3. Встановлено, що найбільшу потенційну небезпеку становлять викиди діоксиду азоту та формальдегіду. Результати аналізу неканцерогенних ефектів показали, що найбільш високі значення індексу небезпеки (HQ) від впливу речовин однонаправленої дії на органи дихання встановлені в межах 28,9–29,7.

4. Отримані результати дозволили встановити, що населення м. Києва має дуже високі значення сумарного ризику хронічного ураження різних критичних груп органів і систем.

5. В результаті проведених розрахунків було встановлено, що сумарний аерогенний ризик надзвичайно великий для жителів району Бессарабської, Московської та площі Перемоги.

Список літератури

1. Качинський А.Б. Екологічна безпека України: Системний аналіз перспектив покращення / А.Б. Качинський // Київ: Екобезпека, 2001. – 157 с.
2. Боев В.М. Гигиеническая оценка формирования суммарного риска популяционному здоровью на урбонизованных территориях / В.М. Боев, В.И. Дунаев, Р.М. Шагеев // Гиг. и сан. – 2007. – №5. – С. 12–14.

3. Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А. и др. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
4. Avaliani S. Human health risk assessment for air pollution by industrial emissions / S. Avaliani, A. Golub, G. Safonov // World Development, 2004. – Vol. 23, №10. – P. 1905–1911.
5. Lars J. Health and environment information systems for exposure and disease mapping, and risk assessment / J. Lars // Environmental health perspectives. – 2004. – Vol. 112, №9. – P. 995–998.
6. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: МР 2.2.12–142. – 2007. – Офіц. вид. – К.: М-во охорони здоров'я України, 2007. – 27 с.
7. Праці Центральної геофізичної обсерваторії / під ред. О.О. Косовця; Держ. гідрометеорол. служба. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2011. – 116 с.

Руденко Н. В. Анализ риска заболеваемости населения в зависимости от качества атмосферного воздуха // Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2012. Вып. 6. С. 269–275.

Установлены зависимости рисков заболеваемости населения на основе особенностей зонального распределения загрязнения атмосферного воздуха. Определены приоритетные химические вещества, которые в наибольшей степени формируют величину неканцерогенного риска для здоровья населения. Рассчитаны уровни риска заболеваемости населения г. Киева, проживающего в местах опасного загрязнения атмосферного воздуха.

Ключевые слова: загрязнение атмосферы, оценка риска, здоровье населения.

Rudenko N. V. The analysis of risk of population morbidity in dependence of air quality // Optimization and Protection of Ecosystems. Simferopol: TNU, 2012. Iss. 6. P. 269–275.

The Dependences of morbidity risk based on the characteristics of zonal distribution of air pollution were established. Priority chemicals that have the greatest value not form carcinogenic risk to public health were defined. At-risk population of Kyiv, living in dangerous areas of air pollution was calculated.

Key words: air pollution, risk assessment, health.

Поступила в редакцию 26.09.2012 г.