

TO THE ASSESSMENT OF AMBIENT AIR POLLUTION AND ITS DANGER FOR THE POPULATION

Chernichenko I.A., Persheguba Ya.V., Litvichenko O.N.

ДО ПИТАННЯ ОЦІНКИ СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ І ЙОГО БЕЗПЕКИ ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ



**ЧЕРНИЧЕНКО І.О.,
ПЕРШЕГУБА Я.В.,
ЛИТВИЧЕНКО О.М.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України", м. Київ

УДК 614.71:614.8.086.4

**К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ
ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
И ЕГО ОПАСНОСТИ
ДЛЯ НАСЕЛЕНИЯ
Черниченко И.А.,
Першегуба Я.В.,
Литвиченко О.Н.**

В работе дана сравнительная оценка информативности ПДК и риска как критериальных показателей в процессе определения степени опасности химических веществ для здоровья населения в условиях взаимодействия с атмосферным воздухом, обоснована целесообразность применения в гигиенической практике обоих показателей, использование которых позволяет более полно оценивать характер загрязнения атмосферы, его опасность для населения и ранжировать вещества по их приоритетности.

цінка небезпеки хімічного впливу на здоров'я населення та пошук оптимальних критеріїв їх визначення донині є одним з найважливіших питань гігієнічної науки.

В Україні критерієм безпечного стану докілья є гігієнічні нормативи допустимого вмісту шкідливих речовин у повітрі, питній воді, ґрунті та допустимі рівні у харчових продуктах. Однак за сучасних умов та наявності даних світового досвіду, коли йдеться про здоров'я, слід враховувати такі реалії.

Вітчизняні гігієнічні нормативи, які регулюють умови проживання і безпосередню дію на організм людини шкідливих факторів, обґрунтовувались з урахуванням прямого та опосередкованого впливу речовини. Рівень допустимих концентрацій визначався за лімітуючою ознакою шкідливості. Внаслідок цього для великої кількості речовин рівень ГДК встановлено за органолептичними, рефлекторними чи загальносанітарними ознаками, тобто за показниками, що прямо не пов'язані з біологічними ефектами і не можуть бути критерієм порушень у стані здоров'я.

Зокрема, з переліку речовин, для яких визначено ГДК в атмосферному повітрі, 38% сполук віднормовано за їхньою рефлекторною дією. При цьому лише 37% сполук мають визначені граничні рівні резорбтивної дії. Для двох третин сполук, нормованих у воді водойм, величина ГДК встановлена за органолептичними чи загальносанітарними показниками шкідливості [1].

До того ж нормативна база містить декілька сотень речовин, для деяких з них розро-

блено гігієнічні нормативи прискореним способом (ОБРВ, ОДР), які взагалі не несуть інформації щодо можливих біологічних ефектів. Тож зрозуміло, що порівняння реальних рівнів експозиції з такими нормативами не дає об'єктивної уяви щодо ймовірних ризиків для здоров'я.

Останнім часом вітчизняні та закордонні дослідники все частіше зазначають, що порівняння реальних концентрацій забруднюючих речовин з нормативними рівнями не відображає справжньої картини погіршення стану здоров'я, зумовленого впливом навколишнього середовища. Це твердження базується на тому, що

□ чутливість населення до впливу тієї чи іншої сполуки характеризується широким діапазоном коливань, що пов'язане з віком, статтю, рівнем імунітету тощо [2];

□ для низки речовин, лімітуючою ознакою яких є канцерогенний, мутагенний, імунотоксичний та ембріотоксичний ефект, згідно з сучасними поглядами, характерною є безпороговість дії [2-3];

□ у навколишньому середовищі спостерігаються різноманітні комбінації хімічних сполук, з одного боку, та комплексна дія багатьох з них — з іншого, однак оцінка, переважно, здійснюється за величиною ГДК окремих сполук.

Окрім того, реальна надійність більшості вітчизняних нормативів перевірялася на тваринах (щурах, мишах), для людини ж вона практично не оцінювалась у клініко-гігієнічних чи епідеміологічних дослідженнях. Відомі лише поодинокі спостереження такого напрямку [5, 6], які стосувалися канцерогенних сполук, ГДК яких було обґрунтовано за специфічною біологічною дією.

© Черниченко И.О., Першегуба Я.В., Литвиченко О.Н.
СТАТТЯ, 2009.

хімічних чинників атмосферного повітря населених місць для здоров'я населення.

Матеріали та методи досліджень. Проаналізовано матеріали власних досліджень та дані Центральної геофізичної обсерваторії Міністерства з надзвичайних ситуацій України "Про стан забруднення атмосферного повітря" за 2004-2007 роки.

Дослідження провадили на прикладі м. Києва шляхом аналізу лише тих речовин з усього спектру ідентифікованих сполук, біологічна дія яких характеризується канцерогенним ефектом. При цьому використовували методичні підходи, викладені у відповідних рекомендаціях [12-14].

Результати та їх обговорення. Проведені динамічні дослідження у різних районах міста засвідчили стабільне забруднення атмосферного повітря широким спектром хімічних канцерогенів. При цьому переважають сполуки класів поліциклічних ароматичних вуглеводнів, нітрозамінів та важких металів, що добре корелює з попередніми даними [15]. Водночас нами було ідентифіковано поблизу автомагістралей ще й такі канцерогенонебезпечні речовини, як бензол та 1,3-бутадієн. Перелік визначених речовин та рівні їхніх середньодобових концентрацій наведено у таблиці 1.

Аналізуючи наведені дані, ми насамперед маємо відзначити, що для багатьох речовин гігієнічні нормативи на сьогодні взагалі не встановлено. Однак навіть за наявності гігієнічних стандартів для низки сполук їх обґрунтування здійснено лише за токсикологічним критерієм безпеки без урахування специфічних ефектів. Зокрема, як видно з табл. 2, переважає більшість вітчизняних гігієнічних нормативів суттєво перевищує рівні референтних концентрацій, установлених фахівцями EPA USA на підставі урахування усього спектру біологічних ефектів, у тому числі канцерогенних властивостей [13, 14]. Причому рівень ГДК перевищував відповідні референтні концентрації від 3,3 разів для бензолу до 15-20 разів для хрому, кадмію та нікелю. А для 1,3-бутадієну рівень перевищення сягає 500 кратностей.

І лише для бенз(а)пірену та формальдегіду, для яких ГДК було обґрунтовано з урахуванням специфічних ефектів (канцерогенних, алергенних), вітчизняні стандарти відповідають референтним концентраціям, визнаним на міжнародному рівні.

Зазначене свідчить, що дотримання існуючих ГДК не є настільки безпечним, як це вважається у гігієнічній практиці, а з іншого боку, отримані резуль-

В останні 15-20 років після широкої дискусії за кордоном, передусім у США, пріоритет було віддано такому критерію безпеки, як ризик для здоров'я людини.

Основними параметрами, що використовуються для оцінки ризику канцерогенних сполук, є фактори канцерогенного потенціалу, а для загальнопошкоджуючих речовин — індекси безпеки, а також так звані референтні дози та концентрації, які визначаються лише на основі вивчення безпосередньо ефектів дії на здоров'я людини.

Останніми роками метод оцінки ризику факторів довкілля набуває дедалі більшого поширення у роботі санітарних лікарів та науковців Російської Федерації [1-4, 6, 8] та України [6, 9-11].

Метою роботи була порівняльна оцінка інформативності критеріїв (ГДК та ризик) визначення рівня безпеки впливу

Таблиця 1

Перелік ідентифікованих канцерогенних речовин, що впливають на здоров'я людини з атмосферним повітрям

Хімічна речовина	Вміст в атмосферному повітрі, мг/м ³			Середньодобова ГДК, мг/м ³	Референтна концентрація, мг/м ³
	мінімальне	середнє	максимальне		
Бенз(а)пірен	1,7x10 ⁻⁶	3,20 x10 ⁻⁶	6,1 x10 ⁻⁶	1,0 x10 ⁻⁶	1,0 x10 ⁻⁶
Бенз(а)антрацен	1,2 x10 ⁻⁶	2,4 x10 ⁻⁶	3,4 x10 ⁻⁶	відсутня	відсутня
Бенз(в)флуорантен	1,8 x10 ⁻⁶	2,8 x10 ⁻⁶	4,0,0 x10 ⁻⁶	відсутня	відсутня
Дибенз(а, h)антрацен	1,1 x10 ⁻⁶	2,4 x10 ⁻⁶	2,8 x10 ⁻⁶	5,0 x10 ⁻⁶	відсутня
Нитрозодиметиламін	3,0 x10 ⁻⁵	5,5x10 ⁻⁵	8,2 x10 ⁻⁵	5,0 x10 ⁻⁵	відсутня
Нитрозодіетиламін	8,0 x10 ⁻⁶	1,6 x10 ⁻⁵	2,4 x10 ⁻⁵	відсутня	відсутня
Бензол	0,02	0,06	0,16	0,1	0,03
1,3-бутадієн	0,01	0,14	2,2	1,0	0,002
Кадмій	8,0 x10 ⁻⁵	2,0 x10 ⁻⁴	3,1 x10 ⁻⁴	3,0 x10 ⁻⁴	2,0 x10 ⁻⁵
Хром	6,0 x10 ⁻⁵	2,0 x10 ⁻⁴	8,0 x10 ⁻⁴	1,5 x10 ⁻³	1,0 x10 ⁻⁴
Свинець	0,0002	0,0003	0,0007	0,0003	0,0005
Нікель	0,0002	0,0003	0,0004	0,001	0,00005
Формальдегід	0,002	0,007	0,013	0,003	0,003

тати вказують на необхідність більш ретельного аналізу реальної ситуації в окремих об'єктах довкілля при проведенні її гігієнічної оцінки.

Для вирішення такого питання ми визначили канцерогенні та неканцерогенні ризики дії канцерогенонебезпечних сполук на населення м. Києва, пов'язаних з атмосферним повітрям. Нині ми зупинимося лише на неканцерогенних ризиках, розглядаючи їх як результат загальноотоксичної дії.

Характеристику ризику здійснювали за критерієм індексу небезпеки шляхом порівняння фактичного рівня забруднення з безпечним рівнем впливу, позначеним референтною концентрацією, відповідно до такої формули:

$$HQ_i = C_i / RfC_i,$$

де HQ_i — індекс небезпеки впливу речовини; C_i — концентрація речовини в атмосферному повітрі, мг/м³; RfC_i — значення референтної концентрації, мг/м³.

Зважаючи, що у розрахунках не було прив'язки безпосередньо до конкретного пункту спостережень, ми врахували весь діапазон середньодобових

TO THE ASSESSMENT OF AMBIENT AIR POLLUTION AND ITS DANGER FOR THE POPULATION

Chernichenko I.A., Persheguba Ya.V., Litvichenko O.N.

A comparative assessment of the MAC informativeness and a risk as the criterial indices in the process of the danger degree determination of the chemical substances for the population's health in the conditions of the interaction with ambient air is presented in the article. The advisability of the use of both indices that allow to assess the character of air pollution, its danger for the population and to range the substances by their priority has been rationalized.

вих концентрацій, що реєструвалися на території міста за трирічний період (з 2004 р. до 2007 р.).

Проведені розрахунки, де видними даними були матеріали табл. 1, дозволили визначити індекси небезпеки для умов дії усього діапазону реальних концентрацій — від мінімальних до максимальних (табл. 2). При цьому визначався рівень перевищення як ГДК, так і референтних концентрацій, що насправді і характеризує неканцерогенний ризик (HQ).

Отримані результати дозволяють зробити висновок, що у разі оцінки стану забруднення атмосферного повітря за критерієм ГДК концентрації лише двох сполук (бенз/а/пірену та формальдегіду) перевищують

гігієнічні нормативи до 3-х разів за середніми показниками і до 4-6 — за максимальними. Ще 5 речовин (1,3-бутадиєн, бензол, нітрозодиметиламін, кадмій та свинець) характеризуються незначним перевищенням ГДК, до того ж тільки на рівні максимальних концентрацій. А хром, нікель, дібенз(а, h)антрацен реєструються на рівнях, значно нижчих за середньодобові гранично допустимі концентрації.

І зовсім інші оціночні характеристики отримані при визначенні ступеня перевищення референтних концентрацій. За винятком свинцю, усі ідентифіковані сполуки характеризуються індексами небезпеки на рівнях, вищих за 1, що вказує на їхню небезпеку. Причому це

Таблиця 2

Індекси небезпеки канцерогенних речовин, ідентифікованих в атмосферному повітрі

Хімічна речовина	Кратність перевищення ГДК		Кратність перевищення референтних концентрацій, HQ		Рангове місце за критерієм	
	за усередненими концентраціями	за максимальними концентраціями	за середніми концентраціями	за максимальними концентраціями	ГДК	HQ
Бенз(а)пірен	3,2	6,1	3,2	6,1	1	5
Бенз(а)антрацен	-	-	-	-	-	-
Бенз(в)флуорантен	-	-	-	-	-	-
Дибенз(а, h)антрацен	0,5	0,6	-	-	9	-
Нітрозодиметиламін	1,1	1,6	-	-	5	-
Нітрозодіетиламін	-	-	-	-	-	-
Бензол	0,6	1,6	2,0	3,3	6	7
1,3-бутадиєн	0,1	2,2	70,0	1100,0	4	1
Кадмій	0,7	1,3	4,0	15,5	7	2
Хром	0,13	0,53	2,0	8,0	8	4
Свинець	1,0	2,3	0,6	1,4	3	8
Нікель	0,1	0,4	6,0	8,0	10	3
Формальдегід	2,3	4,3	2,3	4,2	2	6
Сумарний неканцерогенний ризик			90,1	1146,5		

стосується не тільки середніх та максимальних концентрацій, а для більшості речовин — також і мінімальних. За міжнародною критеріальною шкалою [12, 13] індекси небезпеки на рівнях, що перевищують 1, свідчать про імовірність розвитку шкідливих ефектів, яка зростає пропорційно до підвищення самого індексу.

Отже, якщо порівняти отримані результати, слід ще раз наголосити на їх відмінності залежно від критеріального показника, якого було використано для оцінки.

При ранжуванні ідентифікованих забруднюючих речовин за критерієм ГДК перші 5 рангових місць посідають бенз(а)пірен, формальдегід, свинець, 1,3-бутадиєн та нітродиметиламін. Водночас за критерієм небезпеки для людини, інтегральним показником якої є індекс небезпеки, чільні місця посідають 1,3-бутадиєн, кадмій, нікель, хром і бенз(а)пірен.

Як бачимо, переліки пріоритетних речовин різняться залежно від підходу до гігієнічної оцінки їхньої небезпеки. Імовірно, це пов'язане з якісно різними характеристиками, взятими за основу наукового обґрунтування ГДК та референтних концентрацій. При цьому можна констатувати більшу чутливість показника індексу небезпеки, як і його інформативної значущості при гігієнічній оцінці небезпеки для здоров'я населення існуючого забруднення атмосферного повітря порівняно з ГДК.

Висновки

Аналіз сучасного стану забруднення атмосферного повітря і оцінки його небезпеки для населення засвідчив необхідність подальшого вдосконалення системи критеріальної оцінки.

Необхідно інтенсифікувати

розробку гігієнічних нормативів і провадити її у двох напрямках. З одного боку, важливо розробляти гігієнічні нормативи для нових речовин, а з іншого — переглядати вже існуючі ГДК з урахуванням міжнародних вимог та новітніх знань щодо біологічної активності речовин.

Разом з гігієнічними нормативами настав час вводити показники ризиків, причому зазначені критерії не протирічать один одному, а, навпаки, доповнюють, що має сприяти інформативності результатів гігієнічної оцінки стану довкілля.

Якщо ГДК спрямовано переважно на оцінку якості повітряного середовища, то показники ризику (індекси небезпеки) дозволяють з більшою ймовірністю наголошувати на небезпеці забруднення для здоров'я населення та визначати речовини, які потребують першочергової уваги.

ЛІТЕРАТУРА

1. Сидоренко Г.И., Новиков С.М. Современные проблемы совершенствования системы гигиенического нормирования факторов окружающей среды // Проблемы гигиенического нормирования и оценки химических загрязнений окружающей среды в XXI веке: Материалы пленума Межведомственного научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды РФ — М., 1999. — С. 1-17.
2. Киселев А.В., Фридман К.Б. Оценка риска здоровью. — М.-СПб, 1997. — 463 с.
3. Проблема оценки канцерогенного риска воздействия химических загрязнений окружающей среды / С.М. Новиков, Г.И. Румянцев, З.И. Жолдакова и др. // Гигиена и санитария. — 1998. — № 1. — С. 29-34.
4. Крутько В.Н. Подходы к "Общей теории здоровья" // Физиология человека. — 1994. — Т. 20, № 6. — С. 10-48.
5. Киреева И.С. Гигиенические основы охраны атмосферного воздуха от загрязнения канцерогенными полициклическими ароматическими углеводородами: Автореф. дис. докт. мед. наук. — К., 1983. — 45 с.
6. Бабій В.Ф. Особливості забруднення навколишнього середовища хімічними канцерогенами на території підвищеного радіаційного контролю

// Довкілля та здоров'я. — 1999. — № 4. — С. 56-59.

7. Онищенко Г.Г. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье в системе социально-гигиенического мониторинга // Гиг. и сан. — 2002. — № 6. — С. 3-5.

8. Оценка вклада выбросов автотранспорта в интегральную характеристику риска загрязнения воздушной среды / С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева, И.М. Андрианова, Л.А. Безпалько // Гигиена и санитария. — 2002. — № 6. — С. 21-25.

9. Киреева И.С., Черниченко И.А., Литвиченко О.Н. Гигиеническая оценка риска загрязнения атмосферного воздуха промышленных городов Украины для здоровья населения // Гиг. и сан. — 2007. — № 1. — С. 17-21.

10. Малоног К.П., Литвиченко О.М., Бондаренко Ю.Г. Вивчення впливу забруднювачів атмосферного повітря на стан здоров'я населення // Гігієна населених місць: Зб. наук. пр.— К., 2006.— Вип. 47. — С. 58-67.

11. Киреева И.С., Черниченко И.О., Могилий С.М. До питання еколого-гігієнічного ранжування міст України за критерієм забруднення атмосферного повітря // Гігієна населених місць. — К., 2005. — Вип. 46. — С. 13-18.

12. Руководство по оценке риска для здоровья населения при взаимодействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина и др. — М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 143 с.

13. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: МР 2.2.12-142-2007. — К.: МОЗ України, 2007. — 39 с.

14. Перелік речовин, продуктів, виробничих процесів, побутових та природних факторів, канцерогенних для людини: Державний гігієнічний норматив — ГН 1.1.2.123-2006. — К.: МОЗ України, 2006 — 17 с.

15. Черниченко И.О., Янишева Н.Я. Досвід та перспективи розробки проблеми канцерогенних факторів у навколишньому середовищі // Довкілля та здоров'я, — 2001. — № 2 (17). — С. 37-40.

Надійшло до редакції 16.04.2009.