

УДК [614.7; 504.06]

Турос О.І., Картавцев О.М., Петросян А.А., Вознюк О.В., Давиденко Г.М., Маркевич Я.П. (Україна, Київ)

НОВИЙ ПІДХІД ДО РЕГУЛЮВАННЯ ЯКОСТІ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Актуальність

Визнано, що майже дві третини населення України мешкає на територіях, де, згідно з експертними оцінками, стан забруднення атмосферного повітря не відповідає гігієнічним нормам [1,2]. Ці оцінки, отримані різними методами за умов використання численних показників, як правило, не дають співставних кількісних показників впливу забрудненого повітря на здоров'я населення [3,4]. За вимогами міжнародного співтовариства [2,3], при вирішенні питань визначення економічної ефективності діяльності господарської сфери, для можливості порівняння отриманих результатів, була розроблена методологія оцінки ризику для здоров'я населення, яка базується на ймовірнісних підходах і має чітко прописану процедуру [5,6]. Методологія оцінки ризику в багатьох країнах світу знайшла своє практичне відображення як інструмент прийняття рішень адміністративними органами на підставі даних щодо ймовірнісних збитків здоров'ю населення, що спричиняє певний чинник довкілля [7].

Оскільки, за інгаляційного шляху надходження токсиканту захистити організм людини майже неможливо, особливо у тому випадку, коли мова йде про довгостроковий (хронічний) вплив малих доз, виникає потреба в пошуку нових методів гігієнічної оцінки впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення. При відсутності або хибності інформації моніторингових досліджень щодо стану забруднення атмосферного повітря рекомендується застосовувати методи математичного моделювання поллютантів, використовуючи дисперсійні моделі переносу [5,8,9,10]. При цьому, необхідне використання такого програмного забезпечення для розрахунків розсіювання концентрацій в приземному шарі атмосфери, яке орієнтовано на розрахунки усереднених значень концентрацій і дозволяє їх розповсюджувати на оцінку хронічного впливу на протязі життя людини.

У 2007-2008 роках лабораторією гігієни атмосферного повітря та оцінок ризику ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України», в рамках проектів Агентства США з охорони довкілля (grant registration # X4-83199301) та Представництва Світового банку в Україні, проводилася робота з оцінки ризику для здоров'я населення, обумовленого забрудненням атмосферного повітря викидами промислових підприємств м. Запоріжжя, Київ, Дружківки (Донецька область).

Мета роботи. Обґрунтування основних принципів до вдосконалення регулюючих заходів з охорони атмосферного та визначення зон ризику для експонованого населення досліджуваних міст.

Об'єкт та предмет дослідження. вплив забрудненого повітря на організм людини, охарактеризований рівнями ризику для здоров'я експонованого населення, що проживає у досліджуваних містах.

Маршрут надходження хімічних речовин до організму людини є обов'язковою складовою будь-якого сценарію для розрахунків доз надходження. Вивчення маршруту впливу дає можливість визначити рух хімічної речовини від джерела надходження в атмосферне повітря до індивіду, що зазнає впливу. Основними завданнями процесу вивчення маршруту впливу хімічної речовини є встановлення зв'язку між джерелами забруднення атмосферного повітря і місцем їхнього розташування та характеристиками проживання населення. В даному випадку розглядався тільки інгаляційний шлях надходження поллютантів [6,8,11].

Розглянутий сценарій інгаляційного надходження пріоритетних забруднюючих речовин до організму експонованого населення, включив аналіз впливу 29 промислових підприємств м.Запоріжжя, 62 підприємств м. Києва та 4 підприємств м. Дружківки.

Методи досліджень

Для розрахунку усереднених концентрацій (годинних, добових, місячних та річних) забруднюючих речовин в приземному шарі атмосферного повітря використовувався метод математичного моделювання [11,12], реалізований за допомогою алгоритмів програмного комплексу

ISC-AERMOD v.5.8.0, розробленого компанією Lakes Environmental Software [13]. Застосована модель ISCST3 комплексу ISC-AERMOD вимагала введення до модулів програми наступних параметрів: рельєфу території дослідження, метеоумов за певний часовий період, характеристик землекористування, параметрів джерел викидів та характеристик викидів.

Стандартну процедуру розрахунку було модифіковано за рахунок використання даних дистанційного зондування земної поверхні, які попередньо були опрацьовані за допомогою інструментів геоінформаційної системи ArcGIS 9.x. З метою отримання параметрів, що дозволили б спроектувати якомога точнішу модель рельєфу та оцінити землекористування на досліджуваних територіях, вибір цієї системи є цілком виправданим. Вихідними даними для побудови цифрової моделі рельєфу (ЦМР) у досліджуваних містах був набір топографічних даних стосовно рельєфу SRTM3, які були опрацьовані програмним комплексом AMS/EPA Regulatory Model Terrain Pre-processor ISC-AERMOD. Розрахунки усереднених концентрацій виконувалися в картографічній проекції UTM, референс-еліпсоїд – WGS 84.

Дані наземних метеорологічних спостережень для м. Запоріжжя, Київ та Дружківка, були надані наземними метеорологічними службами аеропортів у формі FM-15-XII METAR [13]. На основі щогодинних даних (загалом за 8 760 годин спостережень) метеорологічних параметрів, за допомогою спеціального програмного комплексу – AERMET View, було згенеровано метеофайл сумісний з модулями програмного комплексу ISC-AERMOD View, який дозволяє враховувати специфічні коефіцієнти, у т.ч. такі, що характеризують класи стабільності атмосфери за Паскуілом, в подальших обрахунках усереднених концентрацій та просторового поширення забруднюючих речовин

Демографічні дані щодо характеристики експонованого населення досліджуваних міст були опрацьовані за допомогою геоінформаційної системи ArcGIS 9.x та прив'язані до місць проживання (кожного будинку), що дозволило оцінити статевий (чоловіки, жінки, хлопчики, дівчатка) та віковий склад (дорослі, діти) населення та визначити зони найвищої щільності проживання населення, яке підпадає під експозицію. Розрахунок проводився за умови інгаляційного шляху надходження при хронічному впливі забруднюючої речовини.

Розрахунок критеріїв ризику здійснювався згідно затверджені процедури Агенства США з охорони довкілля (EPA) [14,15,16].

Результати досліджень

На підставі вимог етапу ідентифікації небезпеки процедури оцінки ризику, враховуючи обсяги і токсичність викидів та щільність проживання експонованого населення були створені переліки забруднюючих речовин. У м. Запоріжжя з 80 хімічних речовин, було виявлено 52 пріоритетні хімічні сполуки (6 з яких можуть викликати високі токсичні ефекти, у т.ч. і віддалені за часом та відносяться до канцерогенів), у м. Києві з 52 полютантів, 15 – пріоритетних, з них 10 канцерогенів, у м. Дружківка з 52 хімічних речовин, 34 – пріоритетні, з них 6 канцерогенів [17,18,19].

На основі отриманих рівнів усередненої експозиції були розраховані неканцерогенні та канцерогенні ризики для здоров'я населення досліджуваних міст від забруднення атмосферного повітря стаціонарними джерелами викидів. Були оцінені довгострокові впливи досліджуваних речовин на здоров'я людини, що дозволило оцінити хронічний інгаляційний вплив забрудненого повітря на виникнення негативних ефектів з боку здоров'я експонованого населення на протязі життя. Було показано, що при визначенні неканцерогенного ризику, індекси небезпеки (HQ), перевищують норму (HQ>1):

у м. Запоріжжя, для міді та її сполук у перерахунку на мідь - $HQ=1,25\div 364,3$, марганцю та його сполук - $HQ=2,52\div 236,72$, алюмінію оксиду - $HQ=3,22\div 51,29$, хрому (VI) - $HQ=0,28\div 45,1$, міді сірчанокислої у перерахунку на мідь - $HQ=0,35\div 42,75$, бенз(а)пірену - $HQ=0,0007\div 19,7$, сірки діоксиду - $HQ=0,41\div 14,37$, заліза оксиду - $HQ=0,07\div 3,79$, сажі - $HQ=0,12\div 3,47$, ванадію та його сполук - $HQ=0,23\div 26,84$, азоту діоксид - $HQ=0,33\div 8,45$, нікелю та його сполук - $HQ=0,4\div 17,9$;

у м. Києві, для азоту діоксиду $HQ=0,43\div 30,85$, хрому (VI) $HQ=0,16\div 14,1$, сірки діоксиду $HQ=0,06\div 11,7$, свинцю та його сполук $HQ=0,04\div 8,35$, аміаку $HQ=0,01\div 1,4$, бенз(а)пірену $HQ=0,0001\div 1$, нікелю металічного $HQ=0,02\div 1,8$;

у м. Дружківка, лише для марганцю та його сполук $HQ=0,34\div 21,2$, азоту діоксиду $HQ=0,03\div 1,9$, заліза оксиду $HQ=0,04\div 5,6$, речовин у вигляді твердих суспендованих часток (мікрочастинки та волокна) $HQ=0,1\div 5,9$, міді оксиду $HQ=0,15\div 72,3$, сірчаної кислоти $HQ=0,01\div 2,34$, барію хлориду $HQ=0,008\div 5,3$, натрію гідроксиду $HQ=0,01\div 5,7$.

Проведені дослідження дозволили визначити ті критичні органи та системи, ймовірність виникнення хронічних захворювань яких може бути базисом для створення профілактичних програм. Так, у м. Запоріжжя для проведення оздоровчих заходів, необхідно зайнятися епідеміологічним аналізом захворювань органів дихання, центральної нервової системи та канцерогенних захворювань. У м. Києві, системами-мішенями є система органів дихання та кровотворна система, у м. Дружківка – органи дихання та нервова система.

Що стосується оцінки канцерогенного ризику, то сумарний канцерогенний ризик (IR_{total}) у Запоріжжі від викидів стаціонарних джерел протягом всього життя в рецепторних точках знаходиться, в основному, на рівні $1,91 \times 10^{-4} \div 3,7 \times 10^{-2}$, що є достатньо високим показником, навіть для такого промислового центру, як Запоріжжя. Основний внесок належить хрому (VI), бенз(а)пірену та епіхлоргідрину. Виникнення такого рівня ризику потребує проведення термінових оздоровчих заходів щодо його зниження. Ці заходи повинні ініціюватися органами влади міста Запоріжжя, оскільки встановлення рівней допустимого ризику знаходиться в межах їх повноважень [3].

У Києві та Дружківці сумарний канцерогенний ризик (IR_{total}), у більшості обумовлений викидами хрому (VI) та відповідно знаходиться в основному на рівні $1,2 \times 10^{-5} \div 8,2 \times 10^{-3}$ та $2,5 \times 10^{-4} \div 1,8 \times 10^{-6}$. Виникнення подібного рівня ризику потребує розробки та проведення планових оздоровчих заходів і встановлення меж цільового ризику.

Висновки

Проведені дослідження довели наявність інформаційного потенціалу для проведення робіт з оцінок ризиків для здоров'я населення. Серед досліджуваних пріоритетних речовин в досліджуваних містах додатковому регулюванню підлягають наступні хімічні сполуки, які є пріоритетними для будь-якого промислового регіону: важкі метали (марганець та його сполуки, хром (VI), алюмінію оксид, мідь та її сполуки, нікелю оксид та ін.), сірчана кислота, водень хлористий, аміак, канцерогени (ацетальдегід, 1,3-бутадієн, епіхлоргідрин, акрилонітрил та стирол).

Отримані дані кореспондуються з роботами ВООЗ [20,21,22], Агентства США з охорони довкілля [5,6], російських науковців [23,24] та доводять те, що система регулювання у сфері охорони атмосферного повітря не використовує усі необхідні для цього показники. Перегляду в першу чергу потребують документи, у яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволів на викиди забруднювальних речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами для підприємств, організацій, громадян-підприємців, у частині визначення пріоритетних забруднювальних речовин з врахуванням токсичності викидів та створення регламентів для взаємодії органів СЕС та державних екологічних управлінь. Співставлення отриманих результатів досліджень щодо оцінки токсичності поллютантів, які забруднюють атмосферне повітря в результаті діяльності досліджуваних об'єктів м.м. Запоріжжя, Київ та Дружківка, є підґрунтям для гармонізації критеріїв забруднення атмосферного повітря з міжнародними стандартами.

Отримані результати, можуть впроваджуватися для порівняльного аналізу нормативів окремих речовин та їх узгодженні, оцінок економічної ефективності управлінських заходів, обґрунтування управлінських рішень щодо розподілу коштів з державних фондів для відшкодування збитків населенню та створенню профілактичних програм.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Стратегія національної екологічної політики України на період до 2020 року.
2. Защита окружающей среды Европы. Четвертая оценка. – Копенгаген: ЕАОС, 2007. – 143 с.
3. Турос О.І. Розробка наукових підходів до гігієнічної оцінки небезпеки від джерел забруднення атмосферного повітря на основі показників ризику: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора мед. наук: спец. „14.02.01 (Гігієна та професійна патологія)”, К., 2008. — 42 с.
4. Малоног К. П. Гігієнічна оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря міста з розвинутою хімічною промисловістю: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. біол. наук: спец. 14.02.01 „Гігієна” / К.П. Малоног. – К., 2007. – 20 с.
5. Guidelines: Health risk assessment and valuation of human health / Environmental Protection Agency. - Washington: 2001. – 32 p.
6. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities / U.S. Environmental Protection Agency. - Washington, Multimedia Planning and Permitting Division Office of Solid Waste Centre for Combustion Science and Engineering, 2005. – P. 42-53.

7. Черниченко І.О. До питання гармонізації вітчизняних гігієнічних нормативів якості атмосферного повітря з зарубіжними / І.О. Черниченко, В.Є. Присяжнюк, І.С. Кіреєва // Гігієна населених місць: зб. наук. пр. – К., 2003. – Вип. 42. – С. 18-23.
8. Куценко С. А. Основы токсикологии. – Санкт-Петербург : Фолиант, 2004. – с.21.
9. Ідентифікація небезпеки від забруднення атмосферного повітря стаціонарними джерелами/ О.І.Турос, А.А. Петросян, О.М. Картавцев - Київ, 2007. - 4 с. (Інформ. лист №211/ ІГМЕ АМНУ).
10. Human health risk assessment from air pollution caused by stationary sources in industrial cities of Ukraine / O. Turos, M. Brody, J. Caldwell, A. Petrosian et al. // Exposure and health in a global environment: 2008 Joint annual conference, (12-16 Oct. 2008): abstract book. – Pasadena (California, USA), 2008. - # 1569.
11. Руководство по оценке риска для здоров'я населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – с. 25-26.
12. COST Action 710 – Final Report. Meteorology / В.Е.А. Fisher, J.J. Erbrink, et al./ - Office for Official Publications of the European Communities, - Luxemburg, 1998. – P. 13-16.
13. User's guide for the industrial source complex (ISC3) dispersion models .-Vol. II. Description of model algorithms/ Environmental Protection Agency. - North Carolina, 2000.- 128 p.
14. Policy for Risk Characterization / Environmental Protection Agency. – Washington, 1995. – 41 p.
15. Reducing Risks, Promoting Healthy life. The World Health report 2002. WHO, France. - 248 p.
16. Guidelines for Exposure Assessment. EPA/600/Z-92/001. May 92.-139 p.
17. Вдосконалення територіального самоуправління за допомогою аналізу ризику (на прикладі Солом'янського району м.Києва) / О. І. Турос, О. М. Картавцев, А. А. Петросян, О. В. Вознюк, Я. П. Маркевич, Г. М. Давиденко // Гігієна населених місць: зб. наук. праць. – К., 2008. – Вип. 52.- С. 38 - 46.
18. Методичні засади етапу інформування щодо ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря / О. І. Турос, А. А. Петросян, В. І. Степанець, О. М. Картавцев, О. В. Вознюк // Охорона здоров'я України. – 2008. - №1 (29). – С. 240 - 241.
19. Турос О. І. Аналіз ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря промисловими підприємствами м. Запоріжжя / О. І. Турос // Медичні перспективи. – 2008. – Т. XIII, №1. – С. 93 - 97.
20. Рекомендации по качеству воздуха в Европе / ВОЗ. - [2-е изд.]. - М.: Весь мир, 2004.- С. 5-89.
21. Evaluation and use of epidemiological evidence for environmental health risk assessment : Guideline Document / WHO Regional Office for Europe. - Copenhagen, 2000. – 39 p.
22. Health Aspects of Air Pollution with Particulate Matter, Ozone and Nitrogen Dioxide : report of a WHO Working Group / WHO Regional Office for Europe. - Copenhagen, 2003. – 98 p.
23. Ревич Б. А. Основы оценки воздействия загрязненной окружающей среды на здоровье человека / Б. А. Ревич, С. Л. Авалиани, Г. И. Тихонова / ЦЕПР. - М.: Акрополь, 2004. – С. 95 – 156.
24. Суржиков В. Д. Риск развития неканцерогенных эффектов в связи с загрязнением атмосферного воздуха города с развитой металлургической промышленностью / В. Д. Суржиков, Д. В. Суржиков // Гигиена и санитария. – 2006. - №1. – С. 55 - 58.