

COMPARATIVE ANALYSIS OF HEALTH RISKS RELATED TO EMISSIONS OF INDUSTRIAL ENTERPRISES OF DIFFERENT TYPES

Turos O.I., Petrosian A.A., Ananyeva O.V., Kartavtsev O.M., Zagorodny V.V.

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ВИКИДІВ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ РІЗНИХ ГАЛУЗЕЙ НАРОДНО-ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ



**ТУРОС О.І.,
ПЕТРОСЯН А.А.,
АНАНЬЄВА О.В.,
КАРТАВЦЕВ О.М.,
ЗАГОРОДНИЙ В.В.**

ДУ "Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва НАМНУ", м. Київ;
ДП "Черкаська міська санітарно-епідеміологічна станція"

УДК 614.71:504.06:616-084

Протягом останніх років в Україні спостерігається тенденція щорічного підвищення шкідливих викидів промислових підприємств та автотранспорту у середньому на 3-7%. Спостереження свідчать про щорічне надходження до атмосфери близько 10 млн. тонн шкідливих хімічних речовин, що на 70% обумовлено внеском стаціонарних джерел викидів [8]. Особливої актуальності ця проблема набуває у регіонах зі значною концентрацією підприємств чорної та кольорової металургії, хімічної промисловості, машинобудівних, теплоенергетичних та металообробних підприємств, що неодмінно підкреслює актуальність вирішення питань охорони здоров'я населення, яке мешкає на техногенно-навантажених територіях України [7, 11].

Забезпечення якості атмосферного повітря на безпечно-

му рівні є однією з головних задач державної політики, що підтверджується та знаходить своє відображення в останніх державних стратегічних та планових документах, зокрема у Законі України "Про санітарне та епідемічне благополуччя населення", Національному плані дій з охорони навколишнього природного середовища України на 2011-2015 роки (розпорядження КМУ № 577-р від 25.05.2011 р.) та у Стратегії національної екологічної політики України на період до 2020 року (ЗУ № 2818-VI від 21.12.2010 р.). При цьому методологія оцінки ризику для здоров'я населення (МОРЗН) у цих документах розглядається в якості найбільш ефективного управлінського інструмента, який надає можливість охарактеризувати ймовірність виникнення несприятливих ефектів з боку здоров'я населення та дозволяє обґрунтувати безпеку проживання населення на територіях, розташованих поблизу промислових підприємств, автомагістралей або інших "ризикових зон", у результаті реального або потенційного забруднення довкілля, зокрема атмосферного повітря.

Таким чином, метою даної роботи є співставлення рівнів ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря стаціонарними джерелами викидів промислових підприємств різних галузей виробництва.

Об'єкт дослідження — вплив викидів забруднюючих речовин на формування інгалаційного ризику для здоров'я населення.

Методи та об'єми досліджень. При виконанні даної роботи було використано загальну процедуру методології оцінки ризику для здоров'я населення (Human Health Risk Assessment), розроблену та реко-

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВЫБРОСОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ РАЗНЫХ ОТРАСЛЕЙ НАРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Турос Е.И., Петросян А.А., Ананьева О.В., Картавцев О.Н., Загородный В.В.

Обеспечение качества атмосферного воздуха на безопасном уровне является одной из важнейших задач государственной политики Украины, где основным инструментом оценки уровня опасности служит оценка риска для здоровья населения.

Целью данной работы стал анализ уровней риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками промышленных предприятий разных отраслей народного хозяйства. В работе применялась стандартная методология оценки риска.

Установлено, что уровни риска в г. Киеве от выбросов теплоэнергетического комплекса колеблются в пределах $ICR_{total} = 8,8 \times 10^{-6} \div 4,5 \times 10^{-4}$, в г. Запорожье от металлургии — $ICR_{total} = 1,4 \times 10^{-4} \div 2,3 \times 10^{-2}$, в г. Черкасы от химической промышленности — $ICR_{total} = 2,7 \times 10^{-5} \div 4,6 \times 10^{-4}$, в г. Дружковка от машиностроительного комплекса — $ICR_{total} = 1,8 \times 10^{-6} \div 2,5 \times 10^{-4}$.

Проведенные исследования позволили выявить медико-экологические приоритеты в городах и создать предпосылки относительно установления границ приемлемого риска и разработки общей системы управления качеством атмосферного воздуха, что обеспечило разработку профилактических и природоохранных программ и мероприятий.

© Турос О.І., Петросян А.А., Ананьєва О.В., Картавцев О.М., Загородний В.В. СТАТТЯ, 2012.

мендовану Агентством США з охорони довкілля, яка передбачає проведення чотирьох взаємопов'язаних етапів [1]: ідентифікації небезпеки, оцінки "доза-відповідь", оцінки експозиції та характеристики ризику.

На етапі ідентифікації небезпеки дослідження було сфокусоване на диференційованих оцінках впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення викидами різних промислових підприємств: 14 — теплоенергетичного комплексу м. Києва, 7 — металургійного комплексу м. Запоріжжя, 2 — машинобудівного комплексу м. Дружківки, 5 — хімічного комплексу м. Черкаси.

Для характеристики параметрів та складу стаціонарних джерел викидів та населення міст Київ, Запоріжжя, Дружківка та Черкаси було використано та проаналізовано такі документи (2005-2010): форми статистичної звітності ЗТП-повітря; документи, в яких обґрунтовуються обсяги викидів для отримання дозволу на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря; типові форми XML схем — XML-файли (лист Міністерства охорони навколишнього природного середовища України № 11639/10/2-10 від 27.12.2006), що подаються до регіонального управління для отримання дозволу; звіти інвентаризації викидів забруднюючих речовин від стаціонарних джерел; карти-схеми положення стаціонарних джерел викидів на територіях промайданчиків; списки виборчих дільниць (доросле населення) та відомості лікарняних дільниць та закладів освіти (дитяче населення).

130 забруднюючих речовин, які містяться у викидах, були експертно оцінені з позицій загальної токсичності хімічних сполук на етапі оцінки залежності "доза-відповідь".

З метою уточнення вихідних параметрів кількісної оцінки впливу забруднення повітря на здоров'я населення досліджуваних міст, на противагу роботам, проведеним у США (Агентством США з охорони довкілля), Росії, України та Білорусії, було враховано метеорологічні параметри, особливості топографії, характеристики землекористування, уточнено розташування та геокодовано стаціонарні джерела викидів і населення [1-5, 12].



ГІГІЕНА АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Розрахунки усереднених годинних, добових, місячних та річних концентрацій, проведені за допомогою програмного комплексу ISC-AERMOD View v.7.5.0, було здійснено для 72 пріоритетних забруднюючих речовин [11]. Загальна кількість розрахункових вузлів у містах становила 441. Отримані вибірки усереднених концентрацій було класифіковано за квантилями, у результаті чого виділено 5 рівнів концентрацій.

Результати досліджень. Місцями еколого-гігієнічного спостереження було обрано міста Київ, Запоріжжя, Дружківку (Донецької області) та Черкаси, які характеризуються високою концентрацією промислових підприємств у сельбищній зоні та високою захворюваністю населення.

Враховуючи критерії вибору пріоритетних речовин (обсяги та токсичність викидів) та дані етапу оцінки залежності "доза-відповідь", було сформовано переліки пріоритетних забруднюючих речовин атмосферного повітря. У м. Києві до переліку увійшли 7 пріоритетних забруднюючих речовин, з них два канцерогени — сажа, бенз(а)пірен. У м. Запоріжжя було відібрано 21 пріоритетну хімічну речовину, з них 5 канцерогенів — бенз(а)пірен, кадмій, нікель металічний, свинець та його сполуки, хром (VI). У м. Дружківка пріоритетовано 22 хімічні речовини, з них 5 канцерогенів — бензин, нікель металічний, свинець та його сполуки, хром (VI), сажа. У м. Черкаси — 41 забруднююча речовина, з них 16 канцерогенів (нікель металічний, хлороформ, етилбензол, свинець, тетрахлоретилен, ацетальдегід, акрилонітрил, метилен, трихлоретилен, гідразин гідрат, сажа, формальдегід, дихлоретан, бензол, бензин, хром (VI).

Проведений порівняльний аналіз вітчизняних та зарубіжних гігієнічних нормативів для пріоритетних забруднюючих речовин свідчить про необхідність перегляду та приведення основних вітчизняних нормативів атмосферного повітря до вимог директив ВООЗ та ЄК, особливо для важких металів та стійких органічних забруднювачів (СОЗ).

Розрахунок та оцінку неканцерогенного ризику було проведено за умови гострого та хронічного інгаляційного впливу пріоритетних хімічних сполук на організм людини в обраних для дослідження містах. Для порівняння було обрано лише значення коефіцієнтів небезпеки (HQ) на рівні усередненої добової та річної концентрації, які дозволяють оцінити ризик впливу хімічних речовин на здоров'я населення протягом можливого добового надходження і протягом життя. Використання усереднених годинних концентрацій є виправданим для завдань оцінки критичних (надзвичайних) ситуацій. Щодо місячних концентрацій, то, на нашу думку, їх необхідно використовувати у разі оцінки можливого сезонного впливу хімічних забруднювачів на здоров'я населення [11].

Виконані розрахунки показали, що у м. Києві перевищення коефіцієнтів небезпеки на рівні усередненої добової концентрації (гострий інгаляційний вплив) спостерігалось для азоту діоксиду $HQ=1,2 \div 2,4$, сірки діоксиду $HQ=3,2 \div 10,8$ та ванадію і його сполук $HQ=1,3 \div 4,5$. Отримані дані співзвучні з роботами російських науковців [2, 4], в яких під час оцінки впливу викидів теплоенергетичного комплексу у Москві також спостерігалися перевищення рівнів неканцерогенного ризику для азоту діоксиду та

відсутність ризику від викидів вуглецю оксиду.

У м. Запоріжжя високі рівні коефіцієнтів небезпеки були характерні для азоту діоксиду $HQ=1,1 \div 6,4$, алюмінію оксиду $HQ=3,1 \div 50,3$, бенз(а)пірену $HQ=1,5 \div 19,7$, ванадію та його сполук $HQ=1,2 \div 22,8$, заліза оксиду $HQ=1,8 \div 3,8$, нікелю металічного $HQ=1,4 \div 17,0$, пилу $HQ=1,1 \div 7,1$, сірки діоксиду $HQ=1,2 \div 11,2$, сірководню $HQ=1,2 \div 2,6$, сірчаної кислоти $HQ=1,8 \div 20,9$, хрому (VI) $HQ=1,8 \div 43,7$. Відповідно до наших результатів високі значення коефіцієнтів небезпеки від викидів металургійних підприємств було отримано у м. Новокузнецьку, характерні для викидів азоту діоксиду, марганцю та його сполук, хрому (VI), алюмінію оксиду, бенз(а)пірену та нікелю [10].

У м. Дружківка перевищення допустимого рівня коефіцієнтів небезпеки спостерігалось для азоту діоксиду $HQ=1,1 \div 1,2$, барію хлориду $HQ=1,3 \div 5,8$, заліза оксиду $HQ=1,4 \div 13,6$, натрію гідрооксиду $HQ=1,4 \div 5,2$, пилу $HQ=4,2 \div 19,8$ та сірчаної кислоти $HQ=2,3 \div 9,2$.

Найвищі величини неканцерогенного ризику у містах За-

поріжжя та Дружківка зумовлюють викиди марганцю та його сполук (відповідно $HQ=2,52 \div 236,7$ та $HQ=12,9 \div 50,8$), міді оксиду ($HQ=1,2 \div 353,4$ та $HQ=13,4 \div 18,1$ відповідно). Аналогічні дані було отримано у дослідженнях, проведених у Воронежі та Волгограді, де високі рівні неканцерогенного ризику від викидів машинобудівних підприємств обумовлювали такі полютанти, як марганець та його сполуки, мідь, азоту діоксид та пил [2, 5].

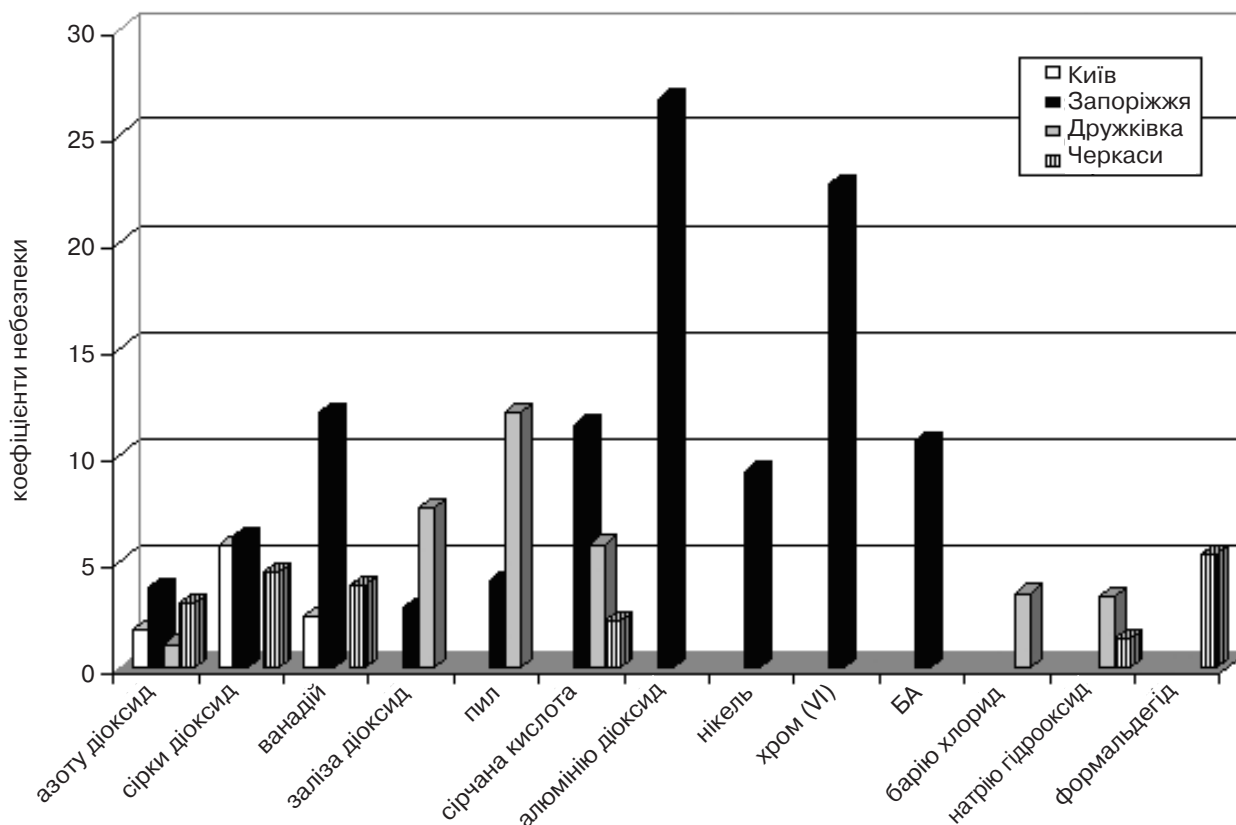
Проведені розрахунки у м. Черкаси показали, що перевищення коефіцієнтів небезпеки за гострого інгаляційного впливу спостерігалися для азоту діоксиду $HQ=1,24 \div 3,0$; сірки діоксиду $HQ=1,65 \div 4,5$; ванадію та його сполук $HQ=1,12 \div 3,3$; натрію гідроксиду $HQ=1,4$; сірчаної кислоти $HQ=2,2$; циклогексанолу $HQ=3,6 \div 35,4$; формальдегіду $HQ=5,3$; марганцю та його сполук $HQ=3,0$. Аналогічні дані щодо спектру хімічних речовин, які містять викиди хімічних підприємств, були описані у дослідженнях, проведених у Москві, Волгограді, Чапаєвську, Пермі, Дзержинську [4, 5]. Високі рівні неканцероген-

ного ризику від викидів хімічних підприємств обумовлюють такі полютанти, як азоту діоксид, аміак, циклогексанол, сірковуглець, сірчана кислота, формальдегід, бензол, етилбензол, бенз(а)пірен, пил та важкі метали (ванадій, марганець, хром). Отримані дані також співзвучні з роботою Малоног К.П., в якій було встановлено, що під час оцінки впливу викидів промислових підприємств м. Черкаси (на основі даних моніторингу) перевищення рівнів неканцерогенного ризику спостерігається лише для формальдегіду $HQ=10,0 \div 12,3$, сірководню $HQ=13,0$, азоту діоксиду $HQ=2,1 \div 4,5$, сірки діоксиду $HQ=1,1$ та аміаку $HQ=1,2 \div 2,6$. Але спектр хімічних речовин дуже вузький, що свідчить про недосконалість системи моніторингу та відсутність повної оцінки токсичності викидів [3].

Щодо оцінки впливу на рівні усередненої річної концентрації (хронічного інгаляційного впливу), то перевищення допустимого рівня були характерні у м. Києві лише для ангідриду сірчистого $HQ=1,4 \div 1,8$, у Черкасах — для циклогексанолу, у м. Запоріжжя — для міді оксиду

Рисунок 1

Порівняльний аналіз неканцерогенних ризиків для здоров'я населення у містах Київ, Запоріжжя, Дружківка та Черкаси



COMPARATIVE ANALYSIS OF HEALTH RISKS
RELATED TO EMISSIONS OF INDUSTRIAL
ENTERPRISES OF DIFFERENT TYPES

**Turos O.I., Petrosian A.A., Ananyeva O.V.,
Kartavtsev O.M., Zagorodny V.V.**

Ensuring the safe air quality levels is one of the major priority issues of the Ukrainian state policy. This places the task of improving ecological safety, which is possible to achieve through implementation of complex approach to assessment of health risks related to environmental pollution, and air pollution in particular, to the list of top objectives.

This research is focusing on the analysis of human health risk related to industrial air pollution formed by various types of enterprises in four Ukrainian cities: Kyiv, Zaporizhia, Cherkassy and Druzhkivka. The standard human health risk assessment

methodology approach was implied.

The results revealed that human health risks in Kyiv, where most of the pollution is attributed to combined heat and power enterprises, were within the range $ICR_{total} = 8,8 \times 10^{-6} \div 4,5 \times 10^{-4}$.

In Zaporizhia with dominating metal industry estimates were at $ICR_{total} = 1,4 \times 10^{-4} \div 2,3 \times 10^{-2}$. Risk levels from chemical industry in Cherkassy and from machine building enterprises of Druzhkivka were at $ICR_{total} = 2,7 \times 10^{-5} \div 4,6 \times 10^{-4}$ and $ICR_{total} = 1,8 \times 10^{-6} \div 2,5 \times 10^{-4}$ correspondingly.

The described research helped to decide on the medical and environmental priorities in studied cities, to create preconditions for determining the acceptable risk levels and development of a national air quality assessment system for working out preventive and environmental protection programs.

($HQ=1,4 \div 5,4$), марганцю та його сполук ($HQ=1,7 \div 6,1$), а у м. Дружківка — також для міді оксиду ($HQ=1,9 \div 3,9$) і марганцю та його сполук ($HQ=1,7 \div 3,5$).

Проведені розрахунки рівнів канцерогенного ризику (ICR) (рис. 2) дозволили встановити, що у м. Києві сумарний канцерогенний ризик (ICR_{total}) коливається у межах $ICR_{total}=8,8 \times 10^{-6} \div 4,5 \times 10^{-4}$ та зумовлений переважно викидами бенз(а)пірену.

Такий рівень ризику, відповідно до рекомендацій ВООЗ, було віднесено до третього діапазону, оскільки високі значення ризику ($\times 10^{-4}$) спостерігалися на території житлової забудови та характеризувалися рівнями, які є допустимими для професійних контингентів, але неприпустимими для населення загалом. Отримані дані вказують на необхідність розробки і проведення планових оздоровчих заходів щодо зниження негативного впливу атмосферного забруднення. У публікаціях ВООЗ [6] за рівня концентрації бенз(а)пірену 1 нг/м^3 рівень ризику онкозахворювань дихальних шляхів становить $8,7 \times 10^{-5}$. Отримані результати ілюструють загальну тенденцію досліджень з оцінки ризику впливу теплоенергетичного комплексу, проведених у Росії (Москва), де рівні канцерогенного ризику від викидів теплоенергетичних об'єктів перебувають у межах $ICR=7,3 \times 10^{-4} \div 2,9 \times 10^{-3}$ [9].

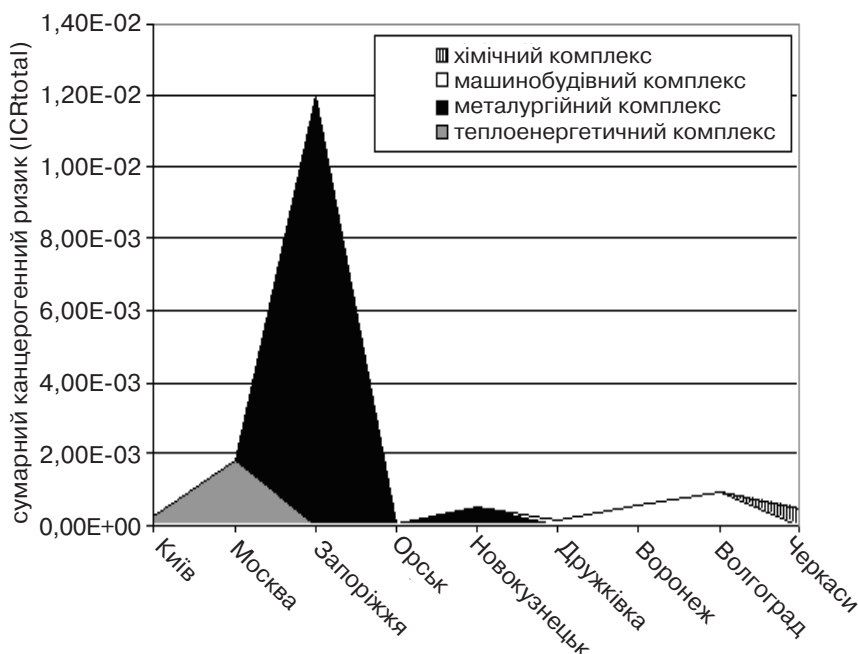
Аналогічні рівні ризику спостерігалися і у м. Дружківка ($ICR_{total}=1,8 \times 10^{-6} \div 2,5 \times 10^{-4}$) і формувалися переважно за

рахунок хрому (VI). Результати проведених досліджень співзвучні з даними робіт, виконаних у містах Воронеж та Волгоград, що характеризуються наявністю підприємств машинобудівного комплексу, а рівні сумарного канцерогенного ризику становлять $ICR_{total}=6,4 \div 10^{-4}$ та $ICR_{total}=9,1 \div 10^{-4}$ відповідно.

Такі саме рівні ризику характерні й для Черкас, де сумарний канцерогенний ризик (ICR_{total}) коливається у межах $ICR_{total}=2,7 \times 10^{-5} \div 4,6 \times 10^{-4}$ та зумовлений переважно викидами хрому (VI), сажі, бензолу, дихлоретану, формальдегіду та бензину. Також у місті на підставі проведених розрахунків було визначено популяційні

канцерогенні ризики (PCR), які перебувають у межах від 3,5 до 6,0 додаткових випадків онкозахворювань для дорослого населення та від 0,8 до 13,2 випадків — для дитячого. Отримані результати ілюструють загальну тенденцію досліджень з оцінки ризику впливу хімічного комплексу, що були проведені у Росії та Україні. Рівні канцерогенного ризику від викидів хімічної промисловості у м. Волгограді оцінюються 13 додатковими випадками захворювань на рак за рік [5, 9]. За даними українських науковців, високі рівні канцерогенного ризику $ICR=3,4 \times 10^{-4} \div 4,0 \times 10^{-4}$ створюють викиди формальдегіду, бензолу та хрому (VI) [3].

Рисунок 2
Аналіз рівнів канцерогенного ризику для здоров'я населення від викидів різних видів промисловості у містах



стання природних ресурсів Солом'янського району м. Києва та екологічної стратегії м. Києва на період 2011-2015 рр.

Висновки

Проведені дослідження з оцінки ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря викидами різних видів промислових підприємств дозволили

□ поглибити розуміння щодо значення окремих хімічних полутантів у загальному процесі формування інгаляційного ризику;

□ розробити пропозиції щодо гармонізації гігієнічних нормативів відповідно до вимог міжнародного законодавства (ВООЗ, Комісія ЄС);

□ оцінити та проаналізувати небезпечний вплив хімічних забруднюючих речовин на здоров'я населення у разі гострого та хронічного інгаляційного впливів;

□ обґрунтувати розробку медико-екологічних рекомендацій щодо управління якістю атмосферного повітря у світлі можливості прийняття адекватних містобудівних рішень для безпечного проживання населення під час встановлення і обґрунтування СЗЗ та оцінки запроєктованої народногосподарської діяльності;

□ узгодити діяльність санітарно-епідеміологічної й екологічної служб на міському рівні;

□ створити підґрунтя і передумови для встановлення величин прийнятних ризиків та здійснення профілактичних і природоохоронних заходів на етапі управління ризиком.

ЛІТЕРАТУРА

Щодо оцінки сумарного канцерогенного ризику, характерного для м. Запоріжжя, то він перебуває на досить високому рівні та становить $ICR_{total} = 1,4 \times 10^{-4} \div 2,3 \times 10^{-2}$ (за рахунок викидів хрому (VI)), що, згідно з рекомендаціями ВООЗ, є недопустимим ані для безпечного проживання населення, ані для виробництва. Роботи Лангарда та співавторів ілюструють, що за концентрації хрому в атмосферному повітрі на рівні 1 мкг/м^3 ризик захворювання на рак легенів становить 4×10^{-2} , що підтверджує отримані нами результати [6]. Проведені дослідження співзвучні й з даними оцінки ризику щодо впливу металургійної галузі у багатьох містах РФ: Череповці, Магнітогорську, Орську, Новокузнецьку [2, 5]. Так, у м. Новокузнецьку рівень канцерогенного ризику, зумовлений викидами бенз(а)пірену, нікелю, хрому (VI) та свинцю, становить $4,3 \times 10^{-4} \div 6,5 \times 10^{-4}$ [10]. Таким чином, у м. Запоріжжі такий високий рівень ризику може бути зумовленим особливостями функціонального зонування міста, а саме: локальною зосередженістю металургійних підприємств та приляганням житлової забудови до промислової зони.

Отримані результати проведені робіт дозволили органам місцевої влади досліджуваних міст впровадити нову систему регулювання викидами промислових підприємств (м. Запоріжжя); створити та надати пропозиції до комплексної програми "Екологія 2011-2015" (м. Черкаси) та програми "Виходу з екологічної кризи м. Запоріжжя"; обґрунтувати розробку профілактичних програм та скоригувати генеральні плани міст Запоріжжя і Черкаси; лягти в основу Програми охорони навколишнього середовища та раціонального викори-

1. Human Health Risk Assessment Protocol for Hazardous Waste Combustion Facilities / U.S. Environmental Protection Agency; Multimedia Planning and Permitting Division Office of Solid Waste Centre for Combustion Science and Engineering. — Washington, 2005. — Chapter 1. — P. 2-670.

2. Авалиани С.Л. Медико-демографическая оценка выгод от снижения выбросов парниковых газов / С.Л. Авалиани, К.А. Буштуева, А.А. Голуб // Изменение климата и здоровье населения России в XXI веке: сб. матер. междунар. семинара (5-6 апр. 2004 г.). — М., 2004. — С. 185-194.

3. Малоног К.П. Гігієнічна оцінка ризику для здоров'я населен-

ня від забруднення атмосферного повітря міста з розвинутою хімічною промисловістю: автореф. дис. канд. біол. н.: спец. 14.02.01 "Гігієна" / К.П. Малоног. — К., 2007. — 20 с.

4. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин и др. — М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. — С. 3-390.

5. Ревич Б.А. "Горячие точки" химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / Б.А. Ревич. — М.: Акрополь, 2007. — С. 37-185.

6. Рекомендации по качеству воздуха в Европе / ВОЗ. [2-е изд.]. — М.: Весь мир, 2004. — С. 5-89.

7. Сердюк А.М. Гігієнічні проблеми України на рубежі століть / А.М. Сердюк // Гігієнічна наука та практика на рубежі століть: матер. XIV з'їзду гігієністів України. — Дніпропетровськ: Арт-Прес, 2004. — Т. 1. — С. 30-33.

8. Стан забруднення природного середовища на території України [Електронний ресурс]. — Режим доступу: http://www.sgo.kiev.ua/index.php?fn=u_zabrud&f=ukraine&p=1

9. Струкова Е.Б. Риск для здоровья и экономическая оценка ущерба от загрязнения воздуха в России / Е.Б. Струкова, Дж. Балбус, А.А. Голуб // Климат, качество атмосферного воздуха и здоровье москвичей. — М., 2006. — С. 141-175.

10. Суржиков Д.В. Загрязнение окружающей среды промышленного центра металлургии как фактор риска для здоровья: автореф. докт. биолог. н.: спец. 14.00.07 "Гигиена" / Д.В. Суржиков. — И., 2007. — 44 с.

11. Турос О.І. Розробка наукових підходів до гігієнічної оцінки небезпеки від джерел забруднення атмосферного повітря на основі показників ризику: автореф. дис. д-ра мед. н.: спец. 14.02.01 "Гігієна та професійна патологія". — К., 2008. — 42 с.

12. Швыряев А.А. Оценка риска от систематического загрязнения атмосферы в исследуемом регионе: метод. указ. к задаче практикума по курсу "Охрана природы" / А.А. Швыряев, В.В. Меньшиков. — М., 2002. — 60 с.

Надійшла до редакції 07.06.2012.