

**А.А. Петросян**

## **АНАЛІЗ РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ДИТЯЧОГО НАСЕЛЕННЯ, ЯКЕ ПРОЖИВАЄ В ЗОНАХ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ВИКИДАМИ СІРКИ ДІОКСИДУ**

*ДУ «Інститут гігієни та медичної екології ім.О.М. Марзеєва Національної академії медичних наук України»  
лабораторія гігієни повітря та оцінок ризику*

*(зав. – д. мед. н. О.І. Турос)*

*вул. Попудренка, 50, Київ, 02660, Україна*

*SI «O.M. Marzeyev Institute for Hygiene and Medical Ecology*

*National Academy of Medical Sciences of Ukraine»*

*Air Hygiene and Risk Assessment Laboratory*

*Popudrenka str., 50, Kyiv, 02660, Ukraine*

*e-mail: arinapetrosian@mail.ru*

**Ключові слова:** оцінка ризику, сірки діоксид, дитяче населення, бронхіальна астма, управління ризиком  
**Key words:** risk assessment, sulfur dioxide, children population, asthma, risk management

**Реферат.** Аналіз ризику здоров'ю дитячого населення, проживаючого в зонах забруднення атмосферного повітря вибросами сери діоксида. Петросян А.А. Около 20-30% всех заболеваний дыхательной системы та 40% случаев астмы связаны с загрязнением атмосферного воздуха. В результате проведенного исследования было проанализировано распространенность бронхиальной астмы среди детского населения, которое проживает в зонах повышенного аэрогенного риска, обусловленного выбросами сери діоксида от промышленных предприятий. Рассчитано уровни усредненных концентраций сери діоксида в приземном шаре атмосферного воздуха, которые составляют  $C_{mean}=107\pm 38$  мкг/м<sup>3</sup>. Оценено, что в зоне повышенного риска (неканцерогенный риск  $HQ=1,6\div 4,5$ ) от ингаляционного воздействия сери діоксида проживает - 29176 детей. При этом установлено, что дети, которые проживают в условиях повышенных рисков, более склонны к развитию бронхиальной астмы (1,99 OR; 95% CI (1,95-2,60),  $p<0,01$ ). Показано, что около 30,6 % случаев бронхиальной астмы могут быть обусловлены воздействием выбросов сери діоксида.

**Abstract.** Analysis of health risk for children living in the areas of atmospheric air polluted with sulfur dioxide emissions. Petrosian A.A. Nearly 20-30% of all respiratory disorders and 40 % of asthma cases are the outcomes of intensive ambient air pollution. This study analyzes asthmatic morbidity among children exposed to high levels of SO<sub>2</sub> from industrial emissions. The results of the study showed that ambient SO<sub>2</sub> levels were at  $C_{mean}=107\pm 38$  mkg/m<sup>3</sup>. It was revealed that 29176 children, which is 98% of the mapped child population within the city, were exposed to very high SO<sub>2</sub> levels and lived in the zone of high health risk ( $HQ=1,6\div 4,5$ ). The prevalence of the disease was estimated at 100 cases per 10,000 of the population (95% CI; 87.5-111.5). It was revealed that children living in the zones of increased health risks attributed to SO<sub>2</sub> are more likely to develop bronchial asthma than unexposed ones (1,99 OR; 95% CI (1,95-2,60),  $p<0,01$ ). Over the city, SO<sub>2</sub> exposure is responsible for 30.5% of asthma cases among the exposed children population.

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), забруднення атмосферного повітря є одним з основних факторів ризику, з яким в Європі пов'язано 3,7 млн смертей у рік, при цьому на долю ішемічних хвороб серця та інсульту припадає 80% випадків передчасних смертей, хронічних обструктивних хвороб легень та гострих інфекцій нижніх дихальних шляхів – 14%, раку легень – 6% [2, 9, 14, 15]. Проведені американськими науковцями епідеміологічні дослідження також доводять, що вплив забруднення повітря підвищує показники

загальної смертності на 17-26 % [10]. При цьому особливо зростають показники дитячої смертності, захворюваності населення на рак легень та серцево-судинні захворювання, скорочується на 1-2 роки тривалість життя [11]. Близько 20-30% усіх хвороб дихальної системи (МКБ Х перегляду) та 40 % випадків астми пов'язані із забрудненням атмосферного повітря [DW. Dockery, CA. Pope, 1994, 2002; G. Hoek, 1998, 2003; S. Dick, 2014; DM. Broday, 2014]. Тому нові випадки бронхіальної астми рекомендується розглядати в якості індикатора впливу

забруднення атмосферного повітря на здоров'я дітей.

Мета роботи – проаналізувати поширеність бронхіальної астми серед дитячого населення, яке проживає в зонах підвищеного аерогенного ризику, зумовленого викидами сірки діоксиду від промислових підприємств.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

До дослідження, враховуючи токсичність та обсяги викидів (т/рік), було включено 6 основних промислових підприємств м. Черкаси, внесок яких в загальне забруднення атмосферного повітря становить 93%. Наявна інформація щодо параметрів та складу стаціонарних джерел викидів була опрацьована за допомогою програми XML-Converter та інструментів Microsoft Office Excel з метою приведення до зазначених, сумісних з модулями розрахункової програми файлів формату Space/Tab Delimited Text Format та CSV. Використовуючи геоінформаційні технології (ArcGIS 10.0) та дані дистанційного зондування Землі високої роздільної здатності (космічні знімки) уточнено й геокодовано розташування 548 джерел викидів промислових підприємств.

Демографічні дані щодо характеристики експонованого дитячого населення були опрацьовані за допомогою геоінформаційної системи ArcGIS 9.3 та прив'язані до місць проживання (кожного будинку), що дозволило визначити зони найвищої щільності проживання дитячого населення, яке підпадає під експозицію сірки діоксиду [12, 13].

Для розрахунку усереднених концентрацій сірки діоксиду в приземному шарі атмосфери був використаний метод комп'ютерного моделювання, реалізований за допомогою програмного комплексу ISC-AERMOD View. Проаналізовано та введено до модулів програми такі параметри: топографічні дані території дослідження (створено цифрову модель рельєфу), метеорологічні дані за певний часовий період, характеристики землекористування, параметри джерел і характеристики викидів та демографічні дані (дитяче населення) [1, 17]. Загальна кількість розрахункових вузлів становила – 152. Крок сітки – 500 м. Отримані вибірки усереднених концентрацій було класифіковано за квантилями, в результаті чого виділено 5 рівнів концентрацій.

Розрахунки ризику для здоров'я населення виконано відповідно до методології Human

Health Risk Assessment, розробленої і рекомендованої Агентством США з охорони довкілля, Всесвітньою організацією охорони здоров'я та адаптованої в Україні лабораторією гігієни повітря та оцінок ризику ДУ „ІГМЕ ім. О.М. Марзєєва НАМН України” [3, 7, 8, 16]. Аналіз захворюваності дитячого населення на бронхіальну астму (дані з 2001 по 2012 рр.) були проаналізовані відповідно до існуючих статистичних та епідеміологічних підходів.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Демографічні дані щодо характеристики дитячого населення (28844 особи) м. Черкаси було картографовано та введено до геоінформаційної системи, використовуючи дані високої роздільної здатності (ДЗЗ, космічний знімок). До геокодованого шару поштових адрес було приєднано відредаговані табличні дані щодо кількості осіб, які проживають за даними поштовими адресами, переконвертовані у формат dbf. Встановлено, що щільність дитячого населення коливається від 500 до 8 тис. осіб на 1 км<sup>2</sup> (рис. 1). Загальна кількість геокодованого дитячого населення становила 98%. Для оцінки величини експозиційного навантаження та ризиків, зумовлених викидами стаціонарних джерел досліджуваних промислових підприємств м. Черкаси, було визначено координати центрів квадратів щільності проживання населення. За рецепторні точки було обрано ті центри квадратів, де щільність проживання становила понад 1000 осіб/км<sup>2</sup> (рис. 2). Таким чином, розмір розрахункової сітки становив 152 рецепторних точок з кроком 500×500 м.

Враховуючи вищевказане, було проведено розрахунки усереднених концентрацій сірки діоксиду за допомогою програмного комплексу ISC-AERMOD View в рецепторних точках найбільшої щільності проживання дитячого населення. Встановлено, що рівні усереднених концентрацій сірки діоксиду в приземному шарі атмосферного повітря сягають  $C_{\text{mean}}=107\pm 38$  мкг/м<sup>3</sup> ( $C_{\text{max}}= 237,83$  мкг/м<sup>3</sup>;  $C_{\text{min}} = 40,5$  мкг/м<sup>3</sup>) при тому, що короткострокові зміни концентрацій сірки діоксиду впливають на здоров'я населення навіть при рівнях 50 мкг/м<sup>3</sup> [5, 9].

На підставі отриманих розрахунків було розраховано рівні ризику. Встановлено, що в зоні підвищеного ризику (неканцерогенний ризик коливається в межах  $HQ=1,6\div 4,5$ ) від інгаляційної дії сірки діоксиду проживає - 29176 дітей (рис. 3).

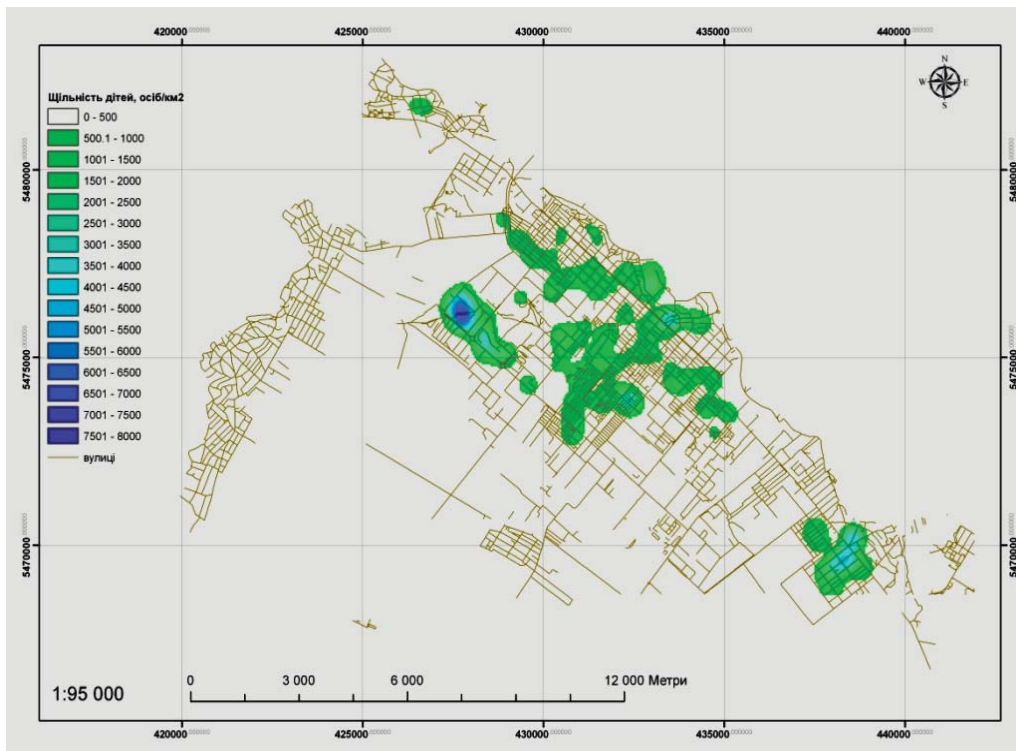
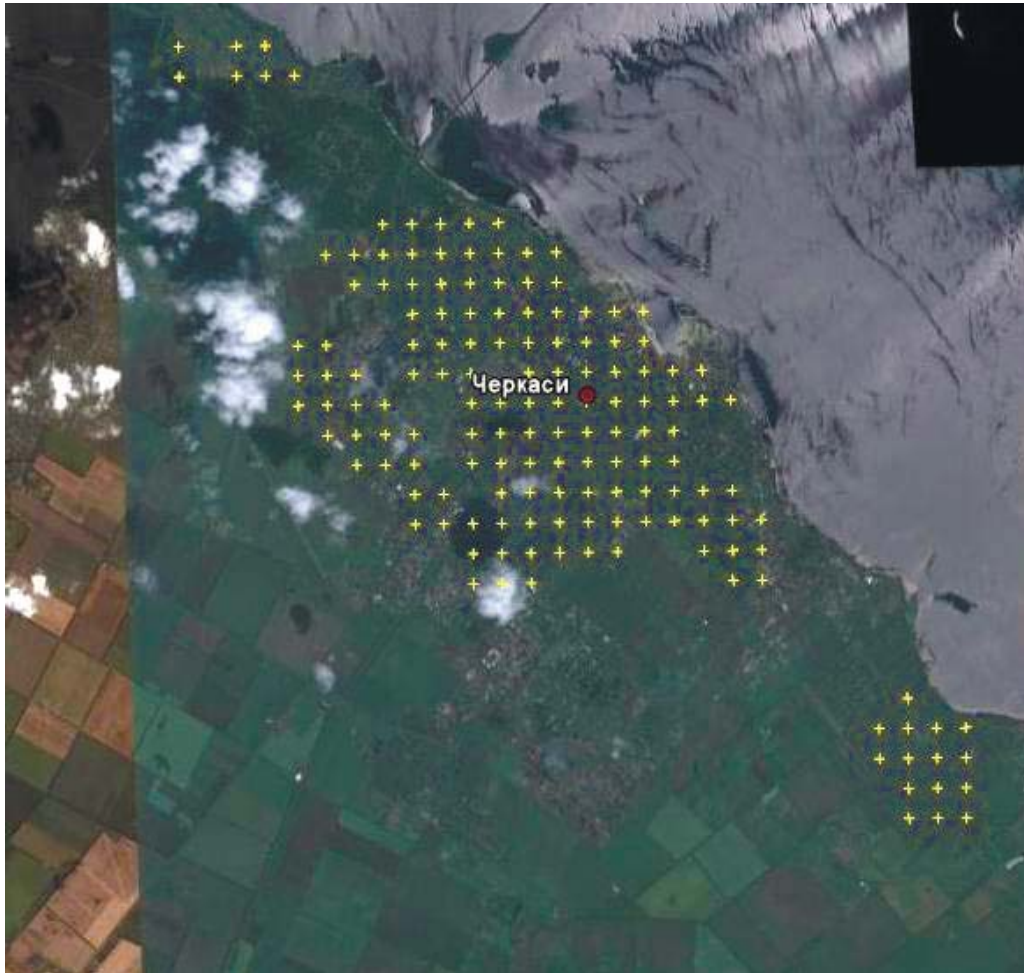


Рис. 1. Геокодування та щільність проживання дитячого населення м. Черкаси

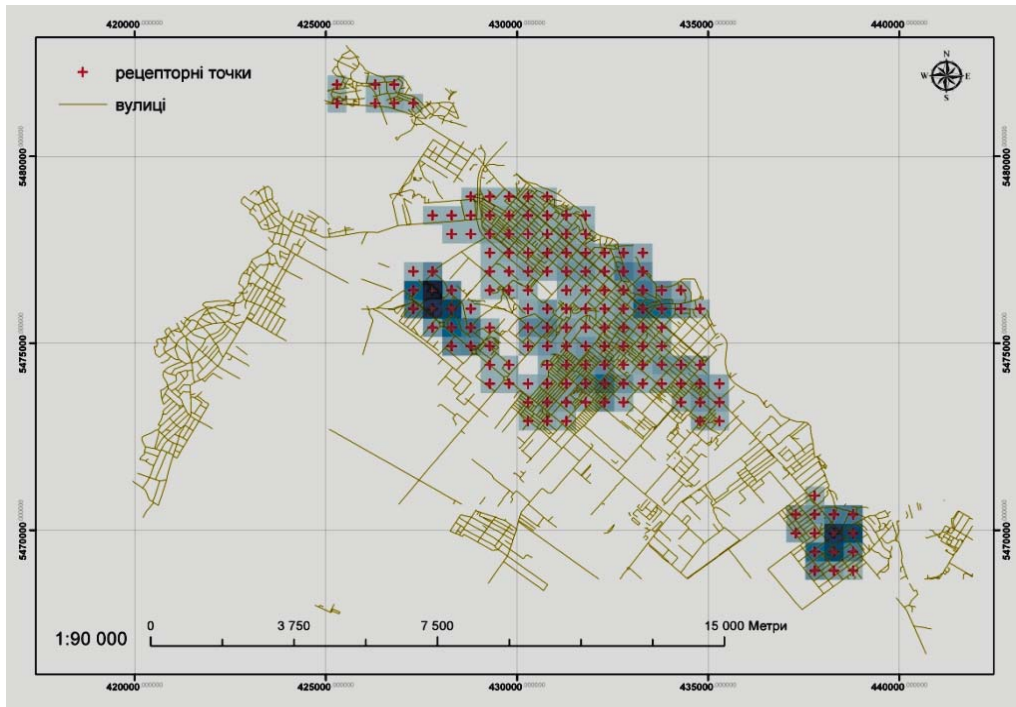


Рис. 2. Ідентифікація рецепторних точок

На підставі проведеного дослідження було проаналізовано динаміку захворюваності дитячого населення міста (віком 0-14 років) на бронхіальну астму з 2001 по 2012 рр., яка становила

100 випадків на 10000 популяції (95% ДІ; 87.5-111.5) та картографовано випадки захворюваності бронхіальною астмою (рис. 4).

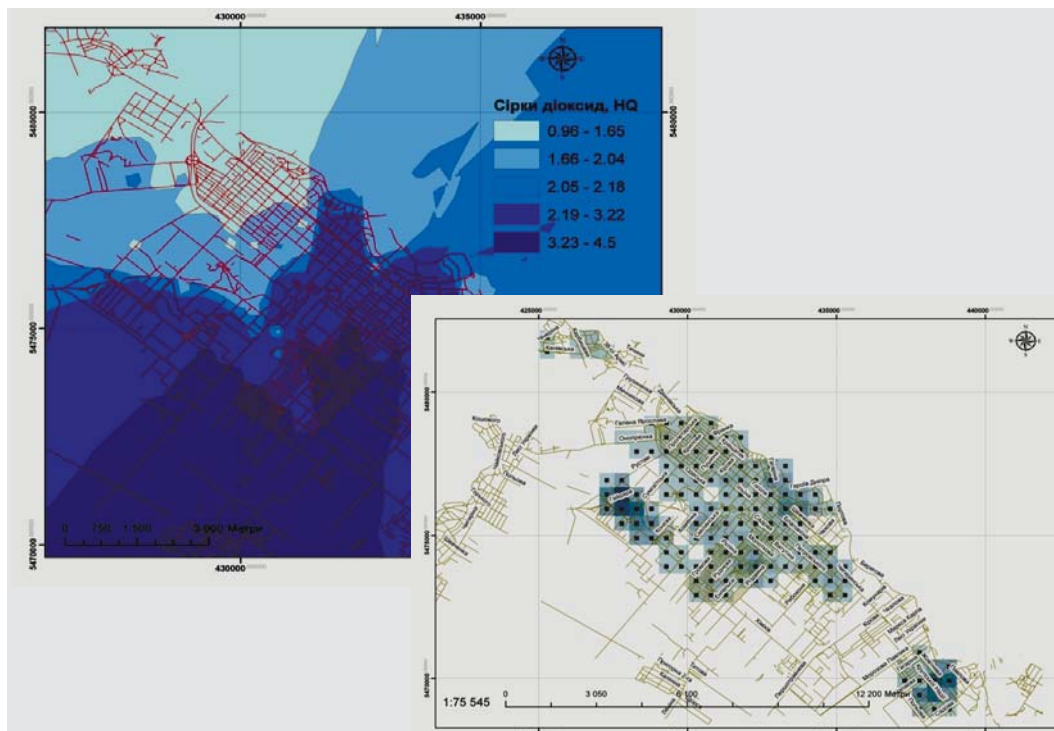


Рис. 3. Зони ризику та рецепторні точки перевищення допустимого неканцерогенного рівня ризику сірки діоксиду

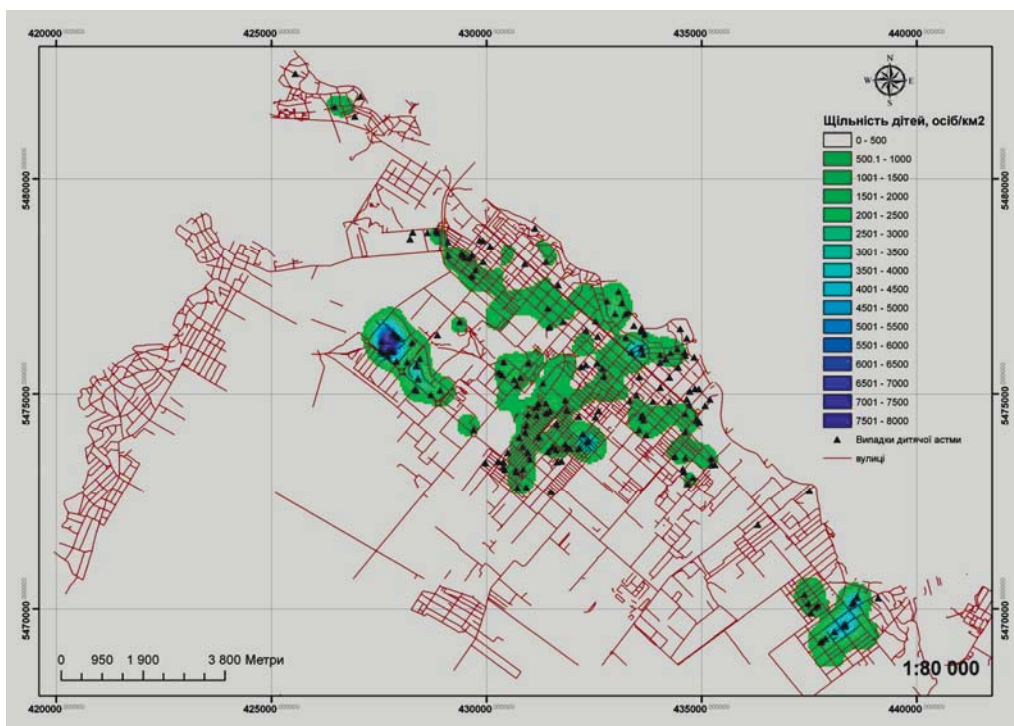


Рис. 4. Просторовий розподіл дитячого населення та випадків захворюваності бронхіальною астмою

У результаті проведених розрахунків було встановлено, що діти, які проживають в умовах підвищених ризиків від дії сірки діоксиду, більш схильні до розвитку бронхіальної астми (1,99 OR; 95% CI (1,95-2,60),  $p < 0,01$ ), що проілюстровано рисунком 5.

Ці результати співзвучні з результатами багатьох епідеміологічних досліджень Європейського бюро ВОЗ, які доводять, що забруд-

нення атмосферного повітря є причиною 15% нових випадків астми, а захворюваність дітей, які проживають на забруднених територіях, становить 30-50 % [9].

Проведені нами дослідження встановили, що майже 30,6% випадків бронхіальної астми можуть бути зумовлені впливом викидів сірки діоксиду.

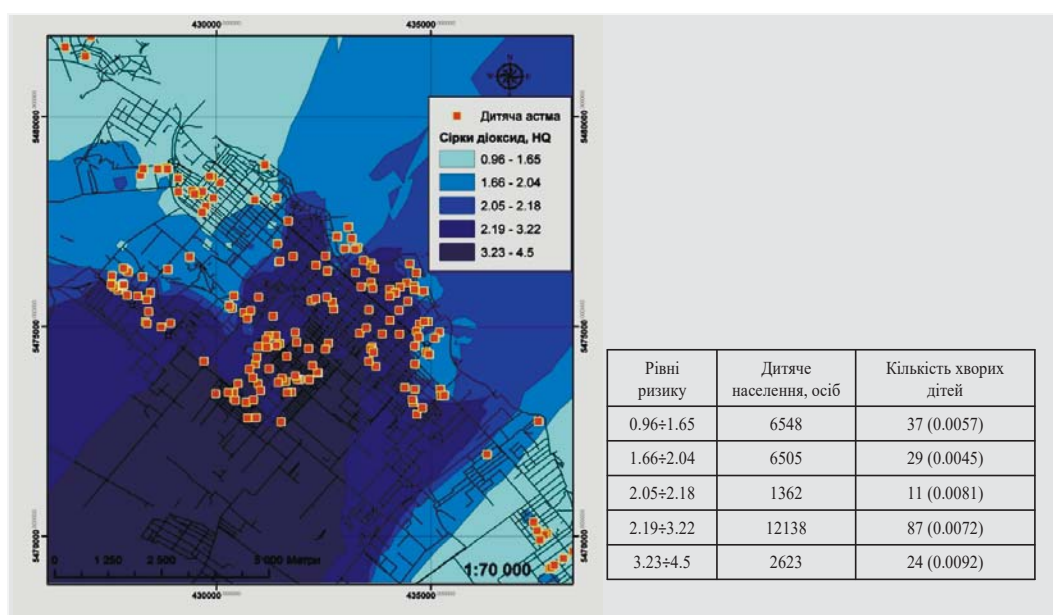


Рис. 5. Захворюваність на бронхіальну астму, в умовах підвищеної експозиції сірки діоксиду

На підставі вищевказаного були оцінені можливі економічні збитки, які може зазнавати держава від одного випадку бронхіальної астми в дитини. За даними російських науковців, враховуючи соціально-економічні показники (вартість перебування в стаціонарі з урахуванням медичного обслуговування, оплати пенсій, лікарняних батьків, та ін.), вартість збитку від одного випадку астми становить від 1 до 2 тис. дол. США на рік [4, 15] (враховуючи інфляцію), відповідно у м. Черкаси загальні втрати на 188 випадків астми серед дітей, які проживають в зоні підвищеного ризику, становитимуть – 376 тис. дол. США або 6 млн грн. на рік [6]. Таким чином, можна сказати, що на одну дитину з бронхіальною астмою припадає 31,92 тис. грн. збитку.

### ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що в зоні підвищеного ризику (неканцерогенний ризик коливався в межах  $HQ=1,6\div 4,5$ ) від інгаляційної дії сірки діоксиду, проживає – 29176 дітей. Це становить 98% від усього геокодованого дитячого населення міста.

2. Оцінено, що діти, які проживають в умовах підвищених аерогенних ризиків від сірки діоксиду, більш схильні до розвитку бронхіальної астми (1,99 OR; 95% CI (1,95-2,60),  $p<0,01$ ). При цьому встановлено, що майже 30,6% випадків бронхіальної астми можуть бути зумовлені впливом викидів сірки діоксиду.

3. Розраховано соціальні збитки здоров'ю населення, які можуть бути завдані державі, внаслідок забруднення атмосферного повітря викидами забруднюючих речовин. Загальні втрати на 188 випадків астми серед дітей, які проживають в зоні підвищеного ризику, можуть становити близько 376 тис. дол. США або 6 млн грн. на рік.

Проведені розрахунки та дослідження є прекрасним „плацдармом” щодо подальшої розробки адекватних лікувально-профілактичних заходів на етапі управління екологічним ризиком (включаючи ретельну диспансеризацію та епідеміологічні дослідження) та для здійснення менеджменту в галузі громадського здоров'я.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Деклараційний патент на корисну модель (51) А61В 10/00. Спосіб визначення осереднених концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі / О.І. Турос, А. А. Петросян, О. М. Картавцев та інш. ; Заявник і власник ДУ «ІГМЕ ім. О.М. Марзєєва АМНУ». – № 33659 (11) ; заяв. 21.01.2008; бюл. № 13. – 2008. – 12 с.
2. Качество атмосферного воздуха и здоровье: информационный бюллетень [Електронний ресурс]. – 2014. – № 313. – Режим доступа: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru>.
3. Порівняльний аналіз ризику для здоров'я населення від викидів промислових підприємств різних галузей народно-господарської діяльності / О.І. Турос, А.А. Петросян, О.В. Ананьєва [та ін.] // Довкілля та здоров'я. – Київ, 2012. – Вип. 4 (63). – С. 34 – 38.
4. Ревич Б.А. Методика оценки экономического ущерба здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха: пособие по региональной экологической политике / Б.А. Ревич, В.Н. Сидоренко. – Москва: Акрополь ЦЭПР, 2006. – 42 с.
5. Рекомендации по качеству воздуха в Европе / ВОЗ. – 2-е изд. – Москва: Весь мир, 2004. – 312 с.
6. Соціальні втрати здоров'я населення, обумовлені промисловим забрудненням атмосферного повітря / О.І. Турос, Г.М. Давиденко, А.А. Петросян [та ін.] // Актуальні питання захисту довкілля та здоров'я населення України: результати наукових розробок 2014 р. – Київ, 2015. – С. 8-34.
7. Турос О.І. Гігієна повітря / О.І. Турос, А.А. Петросян, Л.І. Михіна // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики: зб. наук. пр. – Київ, 2011. – С. 133-149.
8. 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 д-ра мед. наук: спец. 14.02.01 «Гігієна та професійна патологія» / О.І. Турос. – Київ, 2008. – 42 с.
9. Air quality guidelines — global update 2005 / WHO Regional Office for Europe. – Copenhagen, 2006. – 484 p.
10. CMH. Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development [Electronic resource]. – Geneva, 2001. – 210 p. – Mode of access: <http://libdoc.who.int/publications/2001/924154550X.pdf>.
11. 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. 2-432.
12. Mapping the urban asthma experience: Using qualitative GIS to understand contextual factors affecting asthma control / S. Keddem, F.K. Barg, K. Glanz [et al.] // Social Science Medicine. – 2015. – Vol. 140. – P. 9-17.
13. Nuckols J. Using Geographic Information Systems for Exposure Assessment in Environmental Epidemiology Studies / J.Nuckols, M.Ward, L. Iarup // Environmental Health Perspectives. – 2004. – Vol. 112, N 9. – P. 1007-1015.
14. Report of the European Environment and Health Ministerial Board to the WHO Regional Committee for

Europe and the United Nations Economic Commission for Europe Committee on Environmental Policy. – 2013. – P. 7.

15. Report on the European Environment and Health Process (2010 - 2013) / WHO Regional Office for Europe. – Geneva, 2013. – 21 p.

16. Risk Assessment Capacity Building Program in Zaporizhzhia Ukraine: Emissions Inventory Construction, Ambient Modeling, and Hazard Results [Electronic

resource] / J.C. Caldwell, A. Serdyuk, O. Turos, A. Petrosian et al. // Journal of Environmental Protection. – 2013. – № 4. – P. 1476-1487. – Mode of access: <http://dx.doi.org/10.4236/jep.2013.412169>.

17. The L.J. ISC-AERMOD View : Interface for the U.S. EPA ISC and AERMOD Models: Tutorials / J.L. The, C.L. The, M.A. Johnson // Lakes Environmental Software. – Waterloo-Ontario (Canada), 2005. – Ch. 3-1.

## REFERENCES

1. Turos OI, Petrosian AA, Kartavtsev OM, et al. [Declaration patent for utility model (51) A61V 10/00. Method for determining the averaged concentrations of pollutants in the air]. 2008;13:12. Ukrainian.

2. [The Air Quality and Health: Newsletter]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/ru>. Russian.

3. Turos OI, Petrosian AA, Ananyeva OV, Kartavtsev OM, Zagorodnyi VV. [Comparative analysis of the risk to health from emissions of the industrial enterprises of various sectors of economic activity]. Dovykillya ta zdorovya. 2012;4(63):34-38. Ukrainian.

4. Revich BA, Sidorenko VN. [Methods of assessing the economic damage to human health from air pollution: a manual on the regional environmental policy]. Akropol, TsEPR. 2006;42. Russian.

5. [Guidelines for air quality in Europe]. Ves mir. 2004;312. Russian.

6. Turos OI, Davydenko HM, Petrosian AA, et al. [Social health loss caused by industrial air pollution]. Aktualni pytannia zakhystu dovkillia ta zdorovia naselennia Ukrainy: rezultaty naukovykh rozrobok. 2015;8-34. Ukrainian.

7. Turos OI, Petrosian AA, Mykhina LI. [air Hygiene]. Dosvid ta perspektyvy naukovooho suprovodu problem hihienichnoi nauky ta praktyky, 2011;133-49. Ukrainian.

8. Turos OI. [Development of scientific approaches to hygiene hazard assessment of sources of air pollution on the basis of risk indicators: abstract dissertation for the degree of doctor of medical sciences specialty "14.02.01 (Hygiene and professional pathology)"]. K., 2008;42. Ukrainian.

9. Air quality guidelines — global update 2005. WHO Regional Office for Europe. 2006;484.

10. CMH. Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development. Available from: <http://libdoc.who.int/publications/2001/924154550X.pdf>.

11. 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. 2005;1:2-432.

12. Keddem S, Barg FK, Glanz K, et al. Mapping the urban asthma experience: Using qualitative GIS to understand contextual factors affecting asthma control. Social Science and Medicine. 2015;140(9):9-17.

13. Nuckols J Ward M, Iarup L. Using Geographic Information Systems for Exposure Assessment in Environmental Epidemiology Studies. Environmental Health Perspectives. 2004;112 (9):1007-15.

14. Report of the European Environment and Health Ministerial Board to the WHO Regional Committee for Europe and the United Nations Economic Commission for Europe Committee on Environmental Policy. 2013;7.

15. Report on the European Environment and Health Process (2010-2013). WHO Regional Office for Europe. 2013;21.

16. Caldwell JC, Serdyuk A, Turos O, Petrosian A, et al. Risk Assessment Capacity Building Program in Zaporizhzhia Ukraine: Emissions Inventory Construction, Ambient Modeling, and Hazard Results. Journal of Environmental Protection. 2013;4:1476-87.

17. The LJ, The CL, Johnson MA. ISC-AERMOD View: Interface for the U.S. EPA ISC and AERMOD Models: Tutorials. Lakes Environmental Software. Waterloo-Ontario, 2005;3-1.

Стаття надійшла до редакції  
25.09.2015

