

## RISK ASSESSMENT FOR HEALTH OF THE POPULATION IN KYIV FROM ATMOSPHERIC AIR POLLUTION PM<sub>2.5</sub>

Turos O., Petrosian A., Brezitska N., Maremuha T., Davydenko H., Mihina L., Tsarenok T.

### ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ PM<sub>2.5</sub> НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ КИЄВА

**T**

верді частки пилу (PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub>) є одним з компонентів забруднення атмосферного повітря за рахунок їх поширення у викидах промислових підприємств і транспорту та завдають значної шкоди для здоров'я. Визначення їхніх збитків здоров'ю та значення для системи громадського здоров'я є актуальним. PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>10</sub> посідають шосте місце за величиною фактора ризику передчасних смертей в усьому світі, призводячи до 4,1 млн. смертей від неінфекційних захворювань (НІЗ): 26% – від ішемічної хвороби серця, 25% – від інсульту, 53% – від хронічної обструктивної хвороби легень та 40% – від раку легень [1-3]. 2013 року Всесвітня асамблея охорони здоров'я ухвалила Глобальний план дій

ВООЗ з профілактики та боротьби з неінфекційними захворюваннями у 2013-2020 роках. Метою Глобального плану дій є скорочення передчасної смертності від НІЗ на 25% до 2025 року, якої можна запобігти [4].

В Україні НІЗ за статистичними оцінками стали причиною понад 91% усіх смертей переважно за рахунок серцево-судинної, респіраторної та онкологічної патології. З метою зменшення тягря захворюваності, втрати працездатності та смертності від НІЗ Україна бере участь у виконанні Плану дій з профілактики та боротьби з неінфекційними захворюваннями в Європейському регіоні ВООЗ на 2016-2025 роки. [5]. На жаль, можливість проведення в країні проспективних досліджень

**ТУРОС О.І.,  
ПЕТРОСЯН А.А.,  
БРЕЗІЦЬКА Н.В.,  
МАРЕМУХА Т.П.,  
ДАВИДЕНКО Г.М.,  
МИХІНА Л.І.,  
ЦАРЕНОК Т.В.**

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», Київ, Україна

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ PM<sub>2.5</sub> НА ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ КИЄВА

**Турос О.І., Петросян А.А., Брезіцька Н.В., Маремуха Т.П., Давиденко Г.М., Михіна Л.І., Царенко Т.В.**

ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О.М. Марзєєва НАМН України», Київ, Україна

**Мета роботи** – оцінка ризику для здоров'я населення міста Києва від довгострокового забруднення атмосферного повітря PM<sub>2.5</sub>.

**Матеріали та методи.** Було проведено 24826 вимірювань PM<sub>2.5</sub>, отриманих на стаціонарному посту спостереження у Києві. Для аналізу використано статистичні показники неінфекційної захворюваності серед дорослого населення Києва. Розрахунок атрибутивної частки ризику смерті та кількості атрибутивних випадків

смерті проводився за допомогою програмного комплексу AirQ+.

**Результати дослідження.** У результаті проведених досліджень у Києві було розраховано середнє значення наявних добових концентрацій PM<sub>2.5</sub> за 3 роки, а саме: 21,7 мкг/м<sup>3</sup>. Визначено, що атрибутивна частка ризику смерті серед дорослих вікової групи 30 років від раку легень (РЛ) становила 9,59%, серед дорослих вікової групи 25 років від хронічного обструктивного захворювання легень (ХОЗЛ) – 9,07%. Атрибутивні випадки смерті, які пов'язані з тривалою експозицією PM<sub>2.5</sub>, становили: 63 (95% CI: 29-93) випадки смерті від РЛ та 7 (95% CI: 4-10) випадків від ХОЗЛ. Це становить відповідно 9,6% та 6,7% від усіх випадків смерті.

**Ключові слова:** атмосферне повітря, PM<sub>2.5</sub>, хронічне обструктивне захворювання легень, рак легень, AirQ+.

© Турос О.І., Петросян А.А., Брезіцька Н.В., Маремуха Т.П., Давиденко Г.М., Михіна Л.І., Царенко Т.В. СТАТТЯ, 2022.

та кількісних оцінок впливу забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення викликає багато утруднень, що пов'язане з недостатньою кількістю даних, щодо смертності та захворюваності населення.

**Мета роботи.** Проведення кількісної оцінки ризику впливу довгострокового забруднення атмосферного повітря  $PM_{2.5}$  на здоров'я населення міста Києва.

**Матеріали та методи досліджень.** Для розрахунку середнього значення наявних добових концентрацій  $PM_{2.5}$  використовувалися дані, отримані під час натурних досліджень, які проводилися на стаціонарному посту моніторингу  $PM_{10}$  та  $PM_{2.5}$  ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва Національної академії медичних наук України» у Києві за 3 роки, від жовтня 2017 року по вересень 2020 року [6, 7].

За допомогою програмного комплексу AirQ+ було визначено атрибутивну частку ризику та кількість атрибутивних випадків смерті від раку легень (РЛ) серед дорослих вікової групи 30 років і хронічного обструктивного захворювання ле-

## ГІГІЕНА АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

гень (ХОЗЛ) серед дорослих вікової групи 25 років. Додаткова (атрибутивна) частка (фракція) популяційного ризику (Attributive part) – це питома частка всіх випадків впливу на здоров'я, яку можна віднести на рахунок досліджуваної експозиції у даній популяції (припускаючи наявність причинно-наслідкового зв'язку між експозицією і досліджуваним параметром здоров'я) для певного періоду часу, що розраховується за формулою [8]:

$$AP = \frac{\sum_c ((RR(c) - 1) \times p(c))}{\sum_c RR(c) \times p(c)}$$

де  $RR(c)$  – відносний ризик впливу на досліджуваний параметр здоров'я з експозицією категорії  $c$ ;  $p(c)$  – частка населення, що підда-

ється експозиції категорії  $c$ .

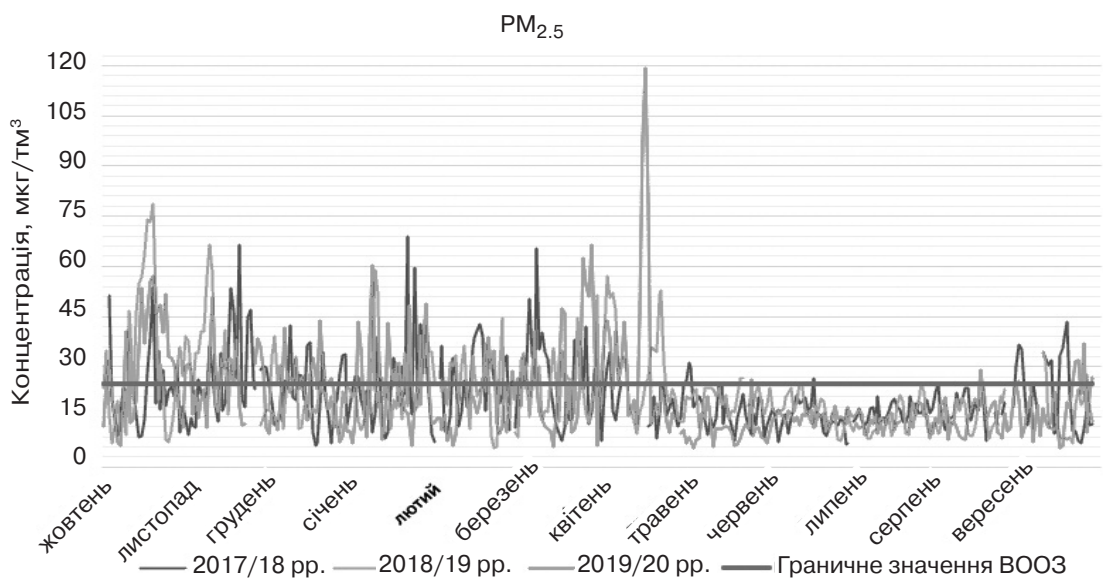
Значення відносних ризиків, рекомендованих ВООЗ, становить для РЛ 1,09 (1,04-1,14) та ХОЗЛ – 1,10 (1,05-1,16), розрахованих за референтною концентрацією  $PM_{2.5}$  10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [9, 10].

Статистичні дані про чисельність населення, смертність серед дорослого населення було отримано на сайті Державної служби статистики України за 2017-2019 роки. Перед введенням даних у програмний комплекс AirQ+ усі значення були обчислені на 100 тисяч населення для умов визначення на рівні статистичної значущості 95% [11].

**Результати досліджень.** За період від жовтня по вересень (2017-2020 рр.) було проведено 24826 вимірювань  $PM_{2.5}$ , які були осереднені за добовий період (рис.).

Рисунок

**Середньодобові концентрації  $PM_{2.5}$  в атмосферному повітрі Києва (від жовтня по вересень 2017-2020 рр.)**



У результаті проведених досліджень було розраховано середнє значення наявних добових концентрацій  $PM_{2.5}$  за 3 роки, а саме: 21,7  $мкг/м^3$ , що було використано для розрахунків атрибутивних випадків смерті та атрибутивної частки смертей від РЛ та ХОЗЛ.

Відомо, що за 2017-2019 роки загальна кількість випадків смерті становила від РЛ 656 випадків, від ХОЗЛ – 105 випадків. Як показано у таблиці, атрибутивні випадки смерті, які пов'язані з довготривалою експозицією  $PM_{2.5}$ , у Києві становили 63 (95% СІ: 29-93) випадки смерті від РЛ та 7 (95% СІ: 4-10) випадків від ХОЗЛ, що становить 9,6% від усіх випадків смерті від РЛ та 6,7% від ХОЗЛ.

При цьому атрибутивна частка ризику смерті, зумовленого забрудненням атмосферного повітря  $PM_{2.5}$ , становила від РЛ – 9,59%, від ХОЗЛ – 9,07% за середньорічної концентрації  $PM_{2.5}$  – 21,7  $мкг/м^3$ . Дослідження, проведені з використанням програмного комплексу AirQ+ у Римі (Італія), показали, що атрибутивна частка ризику смерті від РЛ та ХОЗЛ складала відповідно: 9,5% та 15,9% при середньорічній концентрації  $PM_{2.5}$  – 15,6  $мкг/м^3$  [12], у Шехркорді (Пакистан) – 8,6 та 10,6% за середньорічної концентрації  $PM_{2.5}$  24,5  $мкг/м^3$  [13]. Отже, отримані нами дані загалом співпадають з міжнародними дослідженнями щодо оцінки наслідків для здоров'я, пов'язаних з впливом приземних концентрацій твердих часток пилу.

Однак слід зауважити, що деякі обмеження і невизначеності даного аналізу заслуговують подальшого обговорення. Оцінка впливу забруднення атмосферного повітря  $PM_{2.5}$  на показники здоров'я населення Києва може бути недооцінена у зв'язку з тим, що середньорічна концентрація  $PM_{2.5}$  розраховувалася за даними лише одного поста моніторингу і за рахунок гіподіагностики захворюваності.

#### Висновки

Оцінка впливу забруднення атмосферного повітря  $PM_{2.5}$  на здоров'я населення, яке проживає у Києві, з використанням програмного комплексу AirQ+ свідчить про те, що зменшення концентрації  $PM_{2.5}$  від 21,7  $мкг/м^3$  до референтного значення 10  $мкг/м^3$  дозволило б знизити відсоток та кількість додаткових смертей серед дорослого експонованого населення від раку легень на 6,7% (63 випадки), хронічного обструктивного захворювання легень – на 9,6% (7 випадків) та атрибутивну частку ризику смерті відповідно на 9,59% і 9,07%. Отримані дані можуть слугувати науковим підґрунтям для розробки профілактичних програм щодо зниження рівня передчасної смертності населення, пов'язаною з патологією дихальної системи.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Environment and Human Health: Joint EEA – JRS report / European Environment Agency. Copenhagen, 2013. 112 p.
2. Landrigan P.J., Fuller R., Acosta N.JR. et al. The Lancet Commission on pollution and health. *Lancet*.

2018. Vol. 391. P. 462-512.

3. Global, regional, and national life expectancy, all-cause mortality, and cause-specific mortality for 249 causes of death, 1980-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016. Vol. 388. P. 1459-1544.

4. Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013-2020. Geneva: World Health Organization, 2013. URL: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-action-plan/en>.

5. Дослідження STEPS: поширеність факторів ризику неінфекційних захворювань в Україні у 2019 році. Копенгаген: Європейське регіональне бюро ВООЗ, 2020. 88 с.

6. Турос О.І., Маремуха Т.П., Петросян А.А., Брезіцька Н.В. Дослідження забруднення атмосферного повітря зваженими частинками пилу ( $PM_{10}$  та  $PM_{2.5}$ ) у Києві. *Довкілля та здоров'я*. 2018. № 4 (89). С. 36-39.

7. Zhang Ch., Shulga V., Milinevsky G., Danylevsky V., Yukhymchuk Y., Kyslyi V., Syniavsky I., Sosonkin M., Goloub Ph., Turos O., Simon A., Choliy V., Maremukha T., Petrosian A., Pysanko V., Honcharova A., Shulga D., Miatselskaya N., Morhuleva V. Spring 2020 Atmospheric Aerosol Contamination over Kyiv City. *Atmosphere*. 2022. Vol. 13 (5). P. 687.

8. Krzyzanowski M. Methods for assessing the extent of exposure and effects of air pollution. *Occup. Environ. Med.* 1997. Vol. 54(3). P. 145-151. URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1128677/>.

9. AirQ+: software tool for health risk assessment of air pollution. WHO Regional Office for Europe. URL: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activi->

#### Атрибутивні випадки смерті та атрибутивна частка ризику смерті від ХОЗЛ та РЛ (2017-2019)

| Показник                  | Результат | Причина смерті |            |
|---------------------------|-----------|----------------|------------|
|                           |           | ХОЗЛ           | Рак легень |
| Атрибутивні випадки       | кількість | 7              | 63         |
|                           | СІ        | 4-10           | 29-93      |
| Атрибутивна частка ризику | %         | 9,07           | 9,59       |
|                           | % (95 СІ) | 5,21-13,58     | 4,49-14,21 |

**RISK ASSESSMENT FOR HEALTH OF THE POPULATION IN KYIV FROM ATMOSPHERIC AIR POLLUTION PM<sub>2.5</sub>**  
**Turos O., Petrosian A., Brezitska N., Maremuha T., Davydenko H., Mihina L., Tsarenok T.**

*SI «O.M. Marzieiev Institute for Public Health NAMS of Ukraine», Kyiv*

**Objective:** Risk assessment for the health of the population in Kyiv from air pollution PM<sub>2.5</sub>.

**Materials and methods:** There were 24826 measurements of PM<sub>2.5</sub> obtained at a stationary observation post in Kyiv. Statistical indicators of noncommunicable morbidity in the adult population of Kyiv were used for the analysis. The attributive part of the risk of death and the quantity of attributable deaths were calculated using the soft-

ware package AirQ+.

**Results:** As a result of studies in Kyiv, the average value of daily concentrations of PM<sub>2.5</sub> for 3 years was calculated 21.7 µg/m<sup>3</sup>. The attributive part of the risk of death among adults aged 30 years from lung cancer was determined to be 9.59% and among adults aged 25 years from chronic obstructive pulmonary disease to be 9.07%. Attributable deaths that were associated with long-term PM<sub>2.5</sub> exposure were: 63 (95% CI: 29-93) deaths from lung cancer and 7 (95% CI: 4-10) deaths from chronic obstructive pulmonary disease. This represents 9.6% and 6.7% of all deaths, respectively.

**Keywords:** air, PM2.5, chronic obstructive pulmonary disease, lung cancer AirQ+.

ties/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution

10. Mudu P., Gapp C. and Dunbar M. AirQ+ Example of Calculations. WHO Regional Office for Europe, 2018. 31 p.

11. Інформаційний банк даних «Статистика населення України». URL: <http://database.ukrcensus.gov.ua/MULT/Dialog/statfile.asp?lang=1>

12. Amoatey P., Sicard P., De Marco A., Khaniabadi Y.O. Long-term exposure to ambient PM<sub>2.5</sub> and impacts on health in Rome, Italy. *Clinical Epidemiology and Global Health*. 2020. Vol. 8 (2). P. 531-535.

13. Naghan D.J., Neisi A., Goudarzi G., Dastoor-poor M., Fadaei A., Angali K.A. Estimation of the effects PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> pollutants on the health of Shahrekord residents based on AirQ+ software during (2012-2018). *Toxicology Reports*. 2022. Vol. 9. P. 842-847.

**REFERENCES**

1. Environment and Human Health: Joint EEA – JRS report / European Environment Agency. Copenhagen; 2013. 112 p.

2. Landrigan P.J., Fuller R., Acosta N.JR. et al. The Lancet Commission on Pollution and Health. *Lancet*. 2018 ; 391 : 462-512.

3. Global, Regional, and National Life Expectancy, All-Cause Mortality, and Cause-Specific Mortality for 249 Causes of Death, 1980-2015: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016 ; 388 :1459-1544.

4. Global Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013–2020. Geneva : World Health Organization ; 2013. URL: <https://www.who.int/nmh/publications/ncd-action-plan/en>.

5. STEPS: Prevalence of Noncommunicable Disease Risk Factors in Ukraine 2019. Copenhagen : WHO Regional Office for Europe; 2020 : 88 p.

6. Turos O., Maremuha T., Petrosian A. and Brezitska N. Study of Atmospheric Air Pollution with Particulate Matters (PM<sub>10</sub> and PM<sub>2.5</sub>) in Kyiv. *Dovkillia ta zdorovia (Environment & Health)*. 2018 ; 4(89) : 36-39 (in Ukrainian).

7. Zhang Ch., Shulga V., Milinevsky G., Danylevsky V., Yukhymchuk Y., Kyslyi V. et al. Spring 2020 Atmospheric Aerosol Contamination over Kyiv City. *Atmosphere*. 2022; 13 (5) : 687.

8. Krzyzanowskyi M. Methods for Assessing the Extent of Exposure and Effects of Air Pollution. *Occup. Environ.*

*Med.* 1997 ; 54 (3) : 145-151.

9. AirQ+: Software Tool for Health Risk Assessment of Air Pollution. WHO Regional Office for Europ. URL: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>

10. Mudu P., Gapp C. and Dunbar M. AirQ+ Example of Calculations. WHO Regional Office for Europe; 2018 : 31 p.

11. Informatsiynyi bank danykh «Statystyka naselenia Ukrainy» [Information Databank «Statistics of the Population of Ukraine»]. URL: <http://database.ukrcensus.gov.ua/MULT/Dialog/statfile.asp?lang=1>

12. Amoatey P., Sicard P., De Marco A. and Khaniabadi Y.O. Long-Term Exposure to Ambient PM<sub>2.5</sub> and Impacts on Health in Rome, Italy. *Clinical Epidemiology and Global Health*. 2020 ; 8 (2) : 531-535.

13. Naghan D.J., Neisi A., Goudarzi G., Dastoor-poor M., Fadaei A. and Angali K.A. Estimation of the Effects PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> Pollutants on the Health of Shahrekord Residents Based on AirQ+ Software During (2012-2018). *Toxicology Reports*. 2022 ; 9 : 842-847.

*Надійшло до редакції 21.05.2022*