

А.М. Сердюк¹,
І.В. Гушук²,
І.О. Черниченко¹,
О.М. Литвиченко¹

ОСОБЛИВОСТІ ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НЕПРОМИСЛОВОГО МІСТА: РИЗИК ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ

ДУ «Інститут громадського здоров'я імені О.М. Марзєєва НАМН України»¹
(дир. – академік НАМНУ, д. мед. н., проф. А.М. Сердюк)

вул. Попудренка, 50, Київ, 02094, Україна

Національний університет «Острозька академія»²

вул. Семінарська, 2, Острог, Рівненська область, 35800, Україна

SI «O.M. Marzиеiev Institute for Public Health

of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine»¹

Popudrenko str., 50, Kyiv, 02094, Ukraine

The National University of «Ostroh Academy»²

Seminarska str., 2, Ostroh, Rivne region, 35800, Ukraine

e-mail: olgarada@meta.ua

Цитування: Медичні перспективи. 2019. Т. 24, № 4. С. 154-159

Cited: Medicni perspektivi. 2019;24(4):154-159

Ключові слова: повітря, хімічне забруднення, ризик для здоров'я

Ключевые слова: воздух, химическое загрязнение, риск для здоров'я

Key words: air, chemical pollution, risk to the health

Реферат. Особенности загрязнения атмосферного воздуха непромышленного города: риск для населения. Сердюк А.М., Гушук И.В., Черниченко И.А., Литвиченко О.Н. Цель – изучение территориальных особенностей формирования загрязнения атмосферного воздуха областного административного центра без имеющих специфических промышленных источников загрязнения, определение канцерогенного и неканцерогенного рисков для населения. Исследование проводили в г. Ровно. Проанализированы результаты собственных наблюдений, материалы ГУ «Ровенский областной лабораторный центр МЗ Украины», Центральной геофизической обсерватории Министерства по чрезвычайным ситуациям в Украине. Установлено, что в атмосферном воздухе г. Ровно, областном центре с рядом промышленных объектов коммунальной собственности и развитой сетью автодорог, стабильно регистрируется наличие химических соединений различных классов, концентрации которых в 20-40% проб превышают ПДК и референтные концентрации. Территориальные показатели содержания вредных веществ находятся в такой зависимости: автомагистраль \geq промышленная зона $>$ парковая зона. Гигиеническая оценка качества воздуха по критериям ПДК позволяет классифицировать его как слабо опасный. По критериям канцерогенного и неканцерогенного рисков, загрязнение воздушной среды города не является безопасным для населения и требует принятия профилактических мер. Показано, что при воздействии обнаруженного загрязнения воздуха существует довольно высокая вероятность повреждения дыхательной системы организма и появления врожденных пороков развития, а также развития раковой патологии. Оценка опасности загрязнения атмосферного воздуха по показателям канцерогенного и неканцерогенного рисков является более информативной и критерияльно значимой для определения влияния его на здоровье населения.

Abstract. Features of atmospheric air pollution in a non-industrial city: risk for the population. Serdyuk A.M., Hushchuk I.V., Chernychenko I.O., Lytvychenko O.M. Purpose – to study the territorial features of atmospheric air pollution of the regional administrative center without specific industrial sources of pollution, to determine carcinogenic and non-carcinogenic risks for the population. The study was carried out in Rivne. The results of our own observations, the materials of the State Institution “Rivne Regional Laboratory Center of the Ministry of Health of Ukraine”, the materials of the Central Geophysical Observatory of the Ministry of Emergency Situations in Ukraine were analyzed. It was found that in the atmospheric air of Rivne, a regional center with a number of industrial facilities of communal property and a developed road network, the presence of chemical compounds of different classes is stably recorded, the concentrations of which in 20-40% of the samples exceed the MPC and reference concentrations. Territorial indicators of the content of harmful substances are in the following relationship: motorway \geq industrial zone $>$ park zone. Hygienic assessment of air quality by MPC criteria allows it to be classified as slightly hazardous. According to the criteria of carcinogenic and non-carcinogenic risks, air pollution in the city is not safe for the

population and requires the adoption of preventive measures. It was shown that with exposure of detected air pollution there is a rather high probability of damage to the respiratory system of the body and the appearance of congenital malformations, as well as the development of cancer pathology. Hazard assessment of air pollution by carcinogenic and non-carcinogenic risks indicators is more informative and critically significant for determining its effect on public health.

Проблема якості атмосферного повітря залишається актуальною для населення будь-якого населеного пункту.

Провідну етіологічну роль забруднення атмосферного повітря відносно інших об'єктів навколишнього середовища при визначенні екологічних чинників та їх впливу на здоров'я населення і якість його життя відзначають багато вітчизняних та закордонних дослідників [5, 7, 8, 10, 11].

У доповіді експертів ВООЗ «Зниження ризику, сприяння здоровому способу життя» [9] тільки із забрудненням атмосферного повітря дрібними частками пов'язується 5,0% смертей від раку трахеї, бронхів та легенів, 2,0% кардіопульмональних хвороб та 1,0% респіраторних інфекцій.

Але важливо відзначити, що забруднення атмосферного повітря та його небезпека для населення визначалися в більшості досліджень на прикладі великих або індустріально розвинутих міст з наявністю специфічних джерел забруднення [2, 6, 7]. У той же час такого роду дослідження на території невеликих населених пунктів практично не виконувалися, що ускладнює екстраполяцію на них наявних у наш час даних.

Мета роботи полягала у вивченні територіальних особливостей формування забруднення атмосферного повітря обласного адміністративного центру без наявних специфічних промислових джерел забруднення та визначенні канцерогенного та неканцерогенного ризику його для населення.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили у м. Рівному – обласному центрі з низкою підприємств комунальної власності, загальна кількість викидів яких становить 2,8 тис. тонн або 11,5 кг на душу населення на рік. Але питома вага промислових викидів значно менша, ніж викидів автотранспорту. Так, у 2017-му році викиди в атмосферне повітря від стаціонарних джерел сягали 14,9 тис. тонн, тоді як від пересувних – 45,5 тонн [1].

Для оцінки реального забруднення атмосферного повітря було проаналізовано результати власних досліджень, матеріали ДУ «Рівненський обласний лабораторний центр МОЗ України» та Центральної геофізичної обсерваторії Міністерства з надзвичайних ситуацій України «Про

стан забруднення атмосферного повітря за 2017-2018 роки».

Оцінку небезпеки та визначення ризиків для населення за рахунок забруднення здійснювали, керуючись апробованими нами міжнародними методичними підходами [3, 4].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Аналіз отриманих матеріалів засвідчив наявність у м. Рівному стабільного забруднення атмосферного повітря хімічними сполуками різних класів, кількісне вимірювання яких дозволяє визначити їх територіальні особливості розповсюдження. Найвищі концентрації ідентифікованих речовин, загальний перелік яких містить 9 сполук (пил, діоксид азоту та сірки, оксид вуглецю, фенол, формальдегід, фтористий водень, бенз/а/пірен та аміак), відмічалися в промисловій зоні та поблизу автомагістралей, найнижчі – у парковій зоні. Протягом річного циклу перевищення санітарно-гігієнічних нормативів сполук відзначалося у 20-40% проб (табл. 1).

Найбільш часто перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) спостерігалось по пилу, сягаючи 3,3 кратності за усередненими концентраціями та 5,6 – за максимальними. За усередненими концентраціями перевищення гігієнічних стандартів реєструвалося також для діоксиду азоту, формальдегіду, аміаку та фенолу – у межах 1,2 – 1,5 кратності, тоді як за максимальними – для усіх ідентифікованих сполук (табл. 2).

Аналогічні або близькі дані отримані також при порівнянні реальних концентрацій з референтними.

Для вирішення питання щодо ступеня небезпеки зареєстрованого забруднення атмосферного повітря в роботі було визначено показники канцерогенного та неканцерогенного ризику для населення [3, 4].

Характеристики неканцерогенного ризику здійснювали за критерієм коефіцієнта небезпеки (НҚ), а для повноти визначення шкідливого впливу забруднення, яке формується в результаті комбінованої дії усього спектра речовин, розраховано індекси небезпеки (НІ) як суму коефіцієнтів небезпеки окремих речовин.

Зважаючи, що в реальних умовах концентрації шкідливих речовин у повітрі не є сталими, для розрахунку ризику орієнтувалися на усереднені в часі і по місту.

Таблиця 1

Середньодобові концентрації пріоритетних речовин в атмосферному повітрі м. Рівного

Хімічні сполуки	Концентрація в атмосферному повітрі, мг/м ³			Клас небезпеки	Середньодобова ГДК, мг/м ³	Референтна концентрація, RfC мг/м ³
	мінімальна	середня	максимальна			
пил	0,21	0,5	0,84	3	0,15	0,1
діоксид азоту	0,024	0,048	0,082	2	0,04	0,04
діоксид сірки	0,02	0,03	0,06	3	0,05	0,05
оксид вуглецю	0,1	2,4	5,0	4	3,0	3,0
фенол	0,001	0,004	0,012	2	0,003	0,006
формальдегід	0,001	0,0046	0,008	2	0,003	0,003
фтористий водень	0,001	0,004	0,012	2	0,005	–
бенз/а/пірен, нг/м ³	0,2	0,9	1,2	1	1,0 нг/м ³	1,0 нг/м ³
аміак	0,03	0,4	0,7	2	0,2	0,1

За результатами проведених розрахунків (табл. 2) видно, що, незважаючи на факт несуттєвого перевищення ГДК окремих речовин в атмосферному повітрі м. Рівного, загальний індекс небезпеки для населення доволі високий (15,5) за усередненими середньодобовими концентраціями. Найбільша питома вага у формуванні неканцерогенного ризику належить пилу (HQ=5,0) та аміаку (HQ=4,0), суттєву роль відіграють також

формальдегід (HQ=1,5) та діоксид азоту (HQ=1,2) Згідно із загальноприйнятою міжнародною класифікацією неканцерогенного ризику, вказані сполуки формують високий та насторожуючий рівні ризику [3, 4], оскільки коефіцієнти та індекси небезпеки на рівнях, вищих за 1, свідчать про ймовірність розвитку шкідливих ефектів в органах та системах організму людини, яка зростає пропорційно до їх збільшення (табл. 3, 4).

Таблиця 2

Критеріальна оцінка забруднення атмосферного повітря м. Рівного

Хімічні речовини	Кратність перевищення ГДК		Кратність перевищення референтних концентрацій, HQ	
	за усередненими концентраціями	за максимальними концентраціями	за усередненими концентраціями	за максимальними концентраціями
пил	3,3	5,6	5,0	8,4
діоксид азоту	1,2	2,5	1,2	2,5
діоксид сірки	0,6	1,2	0,6	1,2
оксид вуглецю	0,8	1,7	0,8	1,7
фенол	1,3	4,0	0,7	2,0
формальдегід	1,5	2,7	1,5	2,7
фтористий водень	0,8	2,4	0,8	2,4
бенз/а/пірен	0,9	1,2	0,9	1,2
аміак	1,5	3,5	4,0	7,0
Σ	11,9	24,8	15,5	29,1

Як видно із таблиць, найбільш уразливими за існуючого кількісного та якісного складу забруднення повітря є дихальна система людського організму (НІ=13,8) та вроджені вади розвитку (НІ=6,7).

Зважаючи на небезпеку онкогенного ефекту та розуміючи його соціальну значущість, проана-

лізуємо канцерогенний ризик окремих сполук. З ідентифікованих в атмосферному повітрі м. Рівне речовин канцерогенонебезпечними є бенз/а/пірен та формальдегід, для яких на підставі дозо-ефектних залежностей визначено канцерогенний потенціал, який лежить в основі розрахунку канцерогенного ризику (табл. 5).

Таблиця 3

Критичні органи та системи, які в першу чергу підпадають під вплив досліджуваних сполук

Сполука	Критичні органи/системи
пил	органи дихання, вроджені вади розвитку
діоксид азоту	органи дихання, кров (утворення MetHb)
діоксид сірки	органи дихання
оксид вуглецю	кров, ССС, вроджені вади розвитку, ЦНС
фенол	ССС, нирки, ЦНС, печінка, органи дихання
формальдегід	органи дихання, очі, імунна система, рак
фтористий водень	органи дихання, кісткова система
бенз/а/пірен	імунна система, вроджені вади розвитку, рак
аміак	органи дихання

За розрахунковими показниками, канцерогенний ризик знаходиться в межах від $1,15 \times 10^{-4}$ до $6,20 \times 10^{-5}$, де провідну роль відіграє формальдегід. Загалом, такі результати свідчать, що в місті навіть за умов несуттєвого перевищення ГДК канцерогенний ризик дещо перевищує допустимий рівень і сягає насторожуючих показників. І зважаючи, що дія зазначених чинників

відбувається на тлі одночасного інгаляційного впливу діоксиду азоту та особливо фенолу, які, як відомо, є модифікаторами канцерогенезу, що проявляється в підсиленні канцерогенного ефекту, з одного боку, а м. Рівне, як і вся Рівненська область, належить до території підвищеного радіаційного контролю, такі результати не можуть бути проігноровані.

Таблиця 4

Загальна характеристика неканцерогенного ризику в м. Рівному за критерієм ушкодження критичних органів та систем організму за інгаляційного впливу досліджуваних сполук

Критичні органи та системи організму	Сумарний індекс небезпеки НІ
органи дихання	13,8
вроджені вади розвитку	6,7
імунна система, рак	2,4
кров	2,0
ЦНС, ССС, очі	1,5
кісткова система	0,8
печінка, нирки	0,7

Канцерогенний ризик, зумовлений забрудненням атмосферного повітря м. Рівного

Сполука	Поблизу автомагістралі	Поблизу промпідприємства	Паркова зона	У цілому по місту
формальдегід	$1,13 \times 10^{-4}$	$9,88 \times 10^{-5}$	$2,6 \times 10^{-5}$	$6,1 \times 10^{-5}$
бенз/а/пірен	$1,91 \times 10^{-6}$	$1,63 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,3 \times 10^{-6}$
Σ	$1,15 \times 10^{-4}$	$1,00 \times 10^{-5}$	$2,7 \times 10^{-5}$	$6,2 \times 10^{-5}$

Отже, оцінюючи ситуацію в м. Рівному в цілому, можна зазначити, що за сумарним показником забруднення, розрахованим як сума співвідношень реальних концентрацій до їх ГДК з поправкою на клас безпеки сполук, забруднення атмосферного повітря міста розцінюється як слабо небезпечне. Проте навіть за таких умов хімічне забруднення атмосферного повітря становить загрозу здоров'ю населення за показниками канцерогенного та неканцерогенного ризику.

Як це може відбитися на показниках здоров'я населення, буде показано нами в наступних публікаціях з висвітлення питань щодо кількісних та якісних характеристик захворюваності та визначення екологічної складової в їх формуванні.

ВИСНОВКИ

1. В атмосферному повітрі м. Рівного, обласному центрі з низкою промислових об'єктів комунальної власності та розвиненою мережею автошляхів, стабільно реєструється наявність

хімічних сполук різних класів, концентрації яких у 20-40% проб перевищують відповідні ГДК та референтні концентрації. Територіальні показники вмісту шкідливих речовин знаходяться в такій залежності: автомагістраль \geq промислова зона $>$ паркова зона.

2. Гігієнічна оцінка якості повітря за критеріями ГДК дозволяє класифікувати його як слабо небезпечне.

3. За критеріями канцерогенного та неканцерогенного ризику, забруднення повітряного середовища міста не є безпечним для населення і потребує вжиття профілактичних заходів. Показано, що за впливу виявленого забруднення повітря міста існує доволі висока ймовірність ушкодження дихальної системи організму та виникнення вроджених вад розвитку, а також розвитку ракової патології.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Доповіді про стан навколишнього середовища у Рівненській області (за 2007-2017рр.). URL: http://www.ecorivne.gov.ua/report_about_environment/

2. Карелин А. О., Ломтев А. Ю., Волкодаєва М. В., Еремін Г. Б. Совершенствование подходов к оценке воздействия антропогенного загрязнения атмосферного воздуха на население в целях управления рисками для здоровья. *Гигиена и санитария*. 2019. Т. 98. № 1. С.82-86. DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-82-86>

3. Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря: затв. Наказ МОЗ України від 13.04.07 р. № 184. Київ: МОЗ України. 2007. № 40. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0184282-07>

4. Наукове обґрунтування методичних підходів та принципів визначення внеску канцерогенних речовин повітряного середовища у формування онкологічної захворюваності / І. О. Черниченко та ін.

Актуальні питання захисту довкілля та здоров'я населення України. Київ, 2017. № 3. С. 37-71. URL: http://www.health.gov.ua/www.nsf/Monohrafiia_2_017.pdf

5. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні. URL: <https://menr.gov.ua/dopovidi/nacodopovidi>

6. Худалова Ф. К., Цаллагова Р. Б., Янушанец О. И. Неканцерогенный риск здоровью населения города Владикавказ при хроническом ингаляционном воздействии техногенных выбросов в атмосферный воздух. *Гигиена и санитария*. 2019. Т. 98. № 1. С. 102-104. DOI: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-102-104>

7. Черниченко І. О., Литвиченко О. М., Соверткова Л. С., Цимбалюк С. М. Оцінка канцерогенного ризику для населення промислових міст. *Довкілля та здоров'я*. 2017. № 2. С. 17-22.

8. Environmental risk factors for cancer - review paper / A. M. Lewandowska et al. *Ann Agric Environ*

Med. 2019. 22 Mar. (Vol. 26, No. 1). P. 1-7.
DOI: <https://doi.org/10.26444/aaem/94299>

9. Guilbert J. J. The world health report 2002 - reducing risks, promoting healthy life. *Educ Health (Abingdon)*. 2003 Jul. (Vol. 16, No. 2). P. 230.
DOI: <https://doi.org/10.1080/1357628031000116808>

10. Madia F., Worth A., Whelan M., Corvi R. Carcinogenicity assessment: Addressing the challenges of cancer

and chemicals in the environment. *Environ Int.* 2019 Jul. (Vol. 128). P. 417-429.

DOI: doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.067>

11. Role of Emerging Environmental Risk Factors in Thyroid Cancer: A Brief Review / M. Fiore et al. *Int J Environ Res Public Health*. 2019. 2. Apr (Vol. 16, No. 7). P. 1185. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph16071185>

REFERENCES

1. [The reports on the state of environment in Rivne region (2007-2017)]. [Internet]. Available from: http://www.ecorivne.gov.ua/report_about_environment/. Ukrainian.

2. Karelin AO, Lomtev AYu, Volkodaeva MV, Eremin GB. [The improvement of approaches to the assessment of effects of the anthropogenic air pollution on the population in order to management the risk for health]. *Gigiena i sanitariya*. 2019;98(1):82-86. Russian. doi: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-82-86>

3. [Methodical recommendations MR 2.2.12-142-2007. Assessment of the health risks of the population from atmospheric air pollution. Shuttle Order of the Ministry of Health of Ukraine]. 2007;40. Ukrainian. Available from: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0184282-07>.

4. Chernychenko IO, Lytvychenko OM, Sovetskova LS, Balenko NV, Ostash OM, Smyrnova HI. [Scientific basis for methodological approaches and principles of determination of contribution of carcinogenic substances from air environment in formation of oncological morbidity]. *Aktualni pytannia zakhystu dovkillia ta zdorovia naselennia Ukrainy*. Kyiv. 2017;3:37-71. Ukrainian.

5. [The national report on the state of environment in Ukraine]. [Internet]. Ukrainian. Available from: <https://menr.gov.ua/dopovidi/naccopovidi>

6. Hudalova FK, Tsallagova RB, Yanushanets OI. [Non-carcinogenic public health risk of Vladikavkaz-city

with chronic inhalation exposure of man-made emissions into the air]. *Gigiena i sanitariya*. 2019;98(1):102-4. Russian. doi: <https://doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-1-102-104>

7. Chernychenko IO, Lytvychenko OM, Sovetskova LS, Tsymbaliuk SM. [Carcinogenic risk assessment for population of industrial cities]. *Dovkillia ta zdorovia*. 2017;2:17-22. Ukrainian.

8. Lewandowska AM, Rudzki M, Rudzki S, Lewandowski T, Laskowska B. Environmental risk factors for cancer - review paper. *Ann Agric Environ Med*. 2019 Mar 22;26(1):1-7. doi: <https://doi.org/10.26444/aaem/94299>

9. Guilbert JJ. The world health report 2002 – reducing risks, promoting healthy life. *Educ Health (Abingdon)*. 2003 Jul;16(2):230. doi: <https://doi.org/10.1080/1357628031000116808>

10. Madia F, Worth A, Whelan M, Corvi R. Carcinogenicity assessment: Addressing the challenges of cancer and chemicals in the environment. *Environ Int.* 2019 Jul;128:417-29. doi: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.04.067>

11. Fiore M, Oliveri Conti G, Caltabiano R, Buffone A, Zuccarello P, Cormaci L, Cannizzaro MA, Ferrante M. Role of Emerging Environmental Risk Factors in Thyroid Cancer: A Brief Review. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Apr 2;16(7):1185. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph16071185>

Стаття надійшла до редакції
26.09.2019

