



УДК 614.71:656.13

Я.В. ПЕРШЕГУБА, науковий співробітник

Державна Установа «Інститут гігієни та медичної екології ім. О.М. Марзєєва АМН України» (ІГМЕ АМН України), м. Київ

ОЦІНКА ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ОСНОВНИХ АВТОМАГІСТРАЛЕЙ М. КИЄВА ЗА КРИТЕРІЄМ НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИЗИКУ*

Автомагістралі м. Києва є зоною підвищеного неканцерогенного ризику. Установлені неканцерогенні ризики характеризуються очікуванням збільшення рівня захворювань у людей, які проживають у зоні автомагістралі. Пріоритетними забруднюючими речовинами автомагістралі є кадмій, нікель, хром (VI), бенз(а)пірен, формальдегід.

викиди, автотранспорт, дороги, забруднення, ризик

За висновками експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), стан здоров'я населення лише на 15–20 % залежить від розвитку системи охорони здоров'я і переважно пов'язаний із рівнем соціально-економічного розвитку та обумовленими ним екологічними проблемами [1]. Численні дослідження стану здоров'я населення у зв'язку із впливом різних факторів проводились у нашій країні та за кордоном і переконливо довели, що забруднення навколишнього природного середовища та умови життєдіяльності людини несприятливо впливають на її здоров'я [2–5]. Водночас дослідження забруднення повітряного басейну великих мегаполісів свідчать, що основний вклад у забруднення атмосфери вносять транспортні потоки [6–7], які створюють 70 % загальної маси викидів [7–8].

У викидах автотранспорту містяться такі токсичні речовини, як оксид вуглецю, оксид азоту, сірчаний ангідрид, сажа та близько 40 видів сполук вуглеводнів (ароматичних, поліциклічних, граничних, неграничних) тощо [9–10].

На території житлової забудови, яка розташована поза межами впливу промислових об'єктів, вклад автотранспорту в забруднення атмосфери ще більший. Суттєво те, що максимальні рівні відпрацьованих газів знаходяться у приземному шарі, тобто у зоні перебування людини [10].

Реальні відмінності у розташуванні та специфіці промислових підприємств, а також мережі автомагістралей обумовлюють індивідуальні особливості формування аерогенного навантаження на населення окремих міст [8, 11–12].

Мета роботи полягає у визначенні територіальних особливостей формування такого аерогенного забруднення та його небезпеки на території великого міста (на прикладі м. Києва).

Оцінка неканцерогенного ризику для здоров'я населення м. Києва від забруднення атмосферного повітря

здійснювалась шляхом розрахунку індексів небезпеки відповідно до Методичних рекомендацій 2.2.12-142-2007 «Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря» [13] на основі відібраних 7 канцерогенних компонентів відпрацьованих газів автотранспорту, які викликають неканцерогенні ефекти.

Оцінка неканцерогенного ризику з використанням середньорічних концентрацій базувалася на розрахунку індексів небезпеки. Дослідження атмосферного повітря проводилося в усіх адміністративних районах м. Києва, на 21 автомагістралях, які характеризуються високою щільністю транспортних потоків (всього 25 пунктів спостереження: 16 постів Центральної геофізичної обсерваторії та 9 пунктів власних досліджень).

Автомагістралі, на яких проводилися дослідження, характеризуються високою щільністю транспортних потоків. У період спостереження на вулицях міста транспортний потік складав 4,0–5,0 тис. одиниць на годину, а в місцях перехрестів або на площах з розгалуженням автомагістралей (пл. Бессарабська, пл. Перемоги тощо) – до 8,0–8,5 тис. одиниць на годину. Слід відзначити, що кількість автомобілів порівняно із попереднім спостереженням І.С. Кирєєвої лише за 3 роки зросла на 25 %–65 %. Це свідчить про динамічне збільшення автомобільного навантаження на м. Київ і беззаперечний пріоритет даного джерела у забрудненні атмосферного повітря.

Якщо проаналізувати отримані дані щодо вмісту небезпечних речовин у повітряному середовищі в районі автомагістралей, можна дійти певних висновків.

Усього було ідентифіковано 18 хімічних сполук, але для аналізу в даній роботі обрано лише 7 речовин, які характеризуються широким спектром специфічних і неспецифічних біологічних ефектів. До цього часу їх розглядали як високоактивні канцерогени, що небезпечні

*Статья опубликована по материалам XVII Международной научно-практической конференции «Экология, энерго- и ресурсосбережение, охрана окружающей среды и здоровье человека, утилизация отходов», г. Щелкино, АР Крым, 2009 г.

для людини. Але враховуючи, що усі вони мають виражені імунодепресивні властивості, вважається за доцільне проаналізувати їх за загальнопошкоджуючою дією, яка оцінюється за критерієм неканцерогенного ризику.

Згідно з методичними рекомендаціями [13], неканцерогенний ризик визначають шляхом порівняння фактичних концентрацій з безпечними (референтними) рівнями впливу та коефіцієнтами небезпеки для окремих речовин

$$HQ = AC / Rfc, \tag{1}$$

де

HQ – коефіцієнт небезпеки;

AC – середня концентрація, мг/м³;

Rfc – референтна (безпечна) концентрація, мг/м³.

Зважаючи, що дія хімічних речовин відбувається одночасно, тобто ефект комбінаційний, надалі розраховувались неканцерогенні ризики

$$HI = \sum HQ_i, \tag{2}$$

де HQ_i – коефіцієнти небезпеки для окремих компонентів суміші хімічних речовин, що ідентифікуються в повітрі і взяті до розрахунку.

Критеріями оцінки коефіцієнта небезпеки є наведені рекомендації (табл. 1).

Таблиця 1 – Критерії неканцерогенного ризику [13]

Характеристика ризику	Коефіцієнт небезпеки (HQ)
Виникнення шкідливих ефектів зневажливо мале	< 1
Гранична величина як досить прийнятна, що не потребує термінових заходів	1
Імовірність розвитку шкідливих ефектів зростає пропорційно збільшенню HQ	> 1

При цьому розрахунки індексів небезпеки проводились з урахуванням критичних органів та систем організму людини, які зазнають негативного впливу досліджуваних речовин (табл. 2).

Аналізуючи отримані дані, можна констатувати таке: з урахуванням існуючих гігієнічних стандартів такі канцерогени, як бенз(а)пірен та формальдегід, майже у 100 % проб перевищують допустимі рівні.

Що стосується важких металів, то перевищення ГДК спостерігається на деяких автомагістралях лише для кадмію та свинцю. Але щодо ризику, слід відзначити, що ці сполуки віднормовано за критерієм токсичного ефекту без урахування віддалених наслідків, які можуть суттєво вплинути на результат визначення порогових рівнів, особливо через їх високі кумулятивні властивості. Саме зазначені властивості, за результатами біомоніторингу важких металів вітчизняними дослідниками, обумовлюють формування ситуації, яка є на сьогодні, коли при концентрації (меншій за ГДК) речовин зазначеного класу в організмі накопичується доза, що перевищує фізіологічну норму.

І, нарешті, слід підкреслити, що рівень концентрацій шкідливих сполук у районі автомагістралей значно вищий за ті, які характеризують ступінь забруднення територій районного чи міського рівня, і це стосується усіх речовин без винятку.

Аналіз реальної ситуації за цим критерієм свідчить, що на усіх автомагістралях переважно підвищений рівень забруднення атмосферного повітря. Лише на 4-х вулицях, які складають 19 % від числа обстежених, рівень загального забруднення знаходиться у межах допустимого, однак для окремих сполук (бенз(а)пірен, формальдегід) і тут реєструється перевищення середньодобових ГДК у 2 і більше разів.

Водночас, більше ніж на 50 % автомагістралей спостерігається суттєве перевищення допустимого рівня су-

Таблиця 2 – Характеристика за дією досліджуваних речовин

Хімічні речовини	Ідентифікація речовини по CAS*	Rfc, мг/м ³	ГДК*), мг/м ³	Критичні органи / системи
Формальдегід	50–00–0	0,003	0,003	Органи дихання, очі, імунна система (сенсibiliзація)
Бензол	71–43–2	0,03	0,1	Вади розвитку, кров, червоний кістковий мозок, ЦНС, імунна система, серцево-судинна система, репродуктивна система
Кадмій	7440–43–9	0,00002	0,000300	Нирки, органи дихання, гормональна система, рак
Нікель	7440–02–0	0,00005	0,001000	Органи дихання, кров, імунна система, рак, ЦНС
Свинець	7439–92–1	0,0005	0,000300	ЦНС, кров, вади розвитку, репродуктивна система, гормональна система, нирки
Хром (VI)	18540–29–9	0,0001	0,001500	Органи дихання, рак
Бенз(а)пірен	50–32–8	0,000001	0,000001	Рак, імунна система, вади розвитку

*CAS – хімічна реферативна служба
 *) ГДК – гранично-допустимі концентрації



марного забруднення (2 та більше кратностей), а за окремими сполуками – у 5–7 разів, що переважно стосується бенз(а)пірену та важких металів – свинцю, кадмію.

У разі загального аналізу отриманих результатів можна стверджувати, що, окрім щільності транспортного потоку, на рівень забруднення суттєво впливають характер примагістральної забудови та наявність промислових джерел.

Так, найбільш благополучними є сучасні автомобільні шляхи із вільною примагістральною забудовою і достатньою шириною, що попереджає, з одного боку, створення автомобільних «заторів», з іншого – сприяє розсіюванню відпрацьованих газів.

Найбільш високі концентрації канцерогенних сполук реєструються в атмосферному повітрі поблизу автомагістралей із щільною забудовою. Але особливо небезпечний рівень забруднення – на великих площах та у місцях авторозв'язок (пл. Бессарабська, пл. Московська тощо). До такої ж категорії вулиць належать магістралі, які не тільки характеризуються високою щільністю автотранспорту, але й територіально розміщені поблизу промислових джерел забруднення атмосферного повітря. На зазначених автомагістралях індекс сумарного забруднення більш ніж у 2,0–2,5 рази перевищує розрахункові гранично допустимі показники.

Отже, наведені дані свідчать про суттєву небезпеку існуючого забруднення атмосферного повітря в районі автомагістралей. Проте визначення соціального значення цього явища потребує з'ясування чисельності населення, на яке розповсюджується таке забруднення.

За цієї мети було проведено спеціальну серію досліджень, спрямованих на вивчення глибини поширення забруднення атмосферного повітря в районі автомагістралей. Як засвідчили дослідження, розповсюдження канцерогенів на рівнях, вищих за ГДК, сягає 100 м. При цьому лімітуючою сполукою є бенз(а)пірен. Найбільш високий рівень забруднення виникає за умов периметральної квартальної та закритої житлової забудови.

Таким чином, комплекс проведених досліджень засвідчив наявність стабільного забруднення атмосферного повітря м. Києва низкою шкідливих речовин, що обумовлюють ризик для населення.

Проведений розрахунок індексів небезпеки (неканцерогенний ризик) засвідчив, що найбільший вклад у розвиток неканцерогенних ефектів у людей, які мешкають поблизу автомагістралей м. Києва, надають кадмій, індекс небезпеки (НІ) якого становить 396,00, нікель – 166,00, хром – 123,00; також значний внесок за бенз(а)піреном, НІ якого – 88,50, формальдегідом – 51,84 та бензолом – 22,11.

За окремими органами та системами сумарні показники у межах міста свідчать, що основний внесок в онко-

логічні захворювання надають кадмій – 396,00, нікель – 166,00, хром – 123,00, бенз(а)пірен – 88,50 (сумарний НІ онкологічних захворювань становить 773,50); захворювання органів дихання – кадмій – 396,00, нікель – 166,00, хром – 123,00, формальдегід – 51,84 (сумарний НІ 736,84); нирок – кадмій – 396,00, свинець – 21,00 (сумарний НІ 417,00); гормональної системи – кадмій – 396,00, свинець – 21,00 (сумарний НІ 417,00); імунної системи – нікель – 166,00, бенз(а)пірен – 88,50, формальдегід – 51,84, бензол – 22,11 (сумарний НІ 328,45); центральної нервової системи – нікель – 166,00, бензол – 22,11, свинець – 21,00 (сумарний НІ 209,11); системи крові – нікель – 166,00, бензол – 22,11 (сумарний НІ 188,11); вади розвитку – бенз(а)пірен – 88,50, бензол – 22,11, свинець – 21,00 (сумарний НІ 131,61); у захворювання очей – лише формальдегід – НІ 51,84; репродуктивної системи – бензол – 22,11, свинець – 21,00 (сумарний НІ 43,11); червоного кісткового мозку – бензол – НІ 22,11; серцево-судинної системи – бензол – НІ 22,11.

На рис. 1 показано, що на першому місті за НІ – Бессарабська площа, де індекс небезпеки становить 83,78; у той час як найменший НІ – на Оболонському проспекті – 11,40.

Якщо порівнювати найбільший і найменший показники, різниця між ними – майже у вісім разів. Це, на нашу

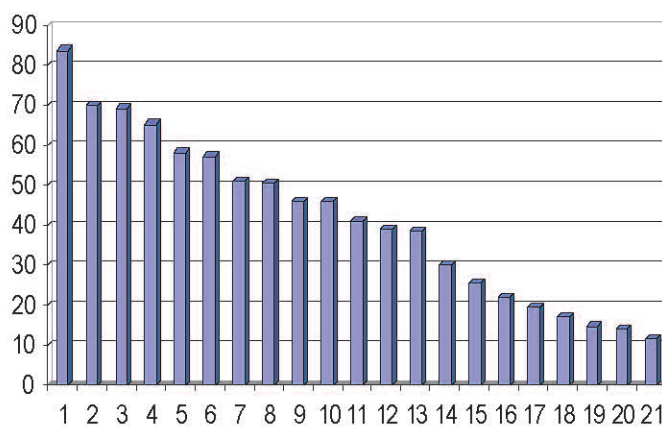


Рисунок 1 – Ранжування автомагістралей за індексом небезпеки:

по вісі абсцис – автомагістралі, по вісі ординат – індекс небезпеки автомагістралі; 1 – пл. Бессарабська, 2 – вул. Довженка, 3 – вул. Лазо, 4 – вул. Каунаська, 5 – вул. Межигірська, 6 – вул. Дружби народів, 7 – пл. Перемоги, 8 – пр-т Перемоги, 9 – вул. Червоногвардійська, 10 – бульвар Л. Українки, 11 – вул. Скляренко, 12 – пл. Московська, 13 – вул. Стражеска, 14 – бульвар Перова, 15 – Харківське шосе, 16 – вул. 40-річчя жовтня, 17 – пр-т Науки, 18 – пр-т Маяковського, 19 – пр-т Глушкова, 20 – вул. Братиславська, 21 – пр-т Оболонський.

думку, пов'язане як з інтенсивністю транспортного потоку, так і з архітектурно-планувальними рішеннями житлової забудови.

У формування індексу небезпеки у цілому основний внесок надають кадмій (46%), нікель (19%) та хром (14%), потім бенз(а)пірен (10%); внесок інших речовин (формальдегід, бензол, свинець) є набагато меншим (рис. 2).

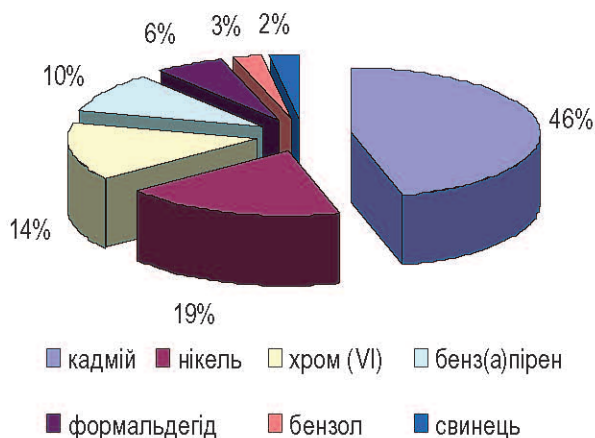


Рисунок 2 – Внесок речовин в індекси небезпеки неканцерогенних ризиків через забруднення повітря автотранспортом на досліджуваній території

Таким чином, з позиції розвитку неканцерогенних ефектів жодна магістраль, яка була нами досліджена, не є безпечною для здоров'я населення.

ВИСНОВКИ

Автомобільні м. Києва є зоною підвищеного неканцерогенного ризику для населення, яке проживає поблизу.

Найбільший неканцерогенний ризик становлять Бессарабська площа, вул. Довженка, вул. Лазо, вул. Каунаська, вул. Межигірська, вул. Дружби народів, площа Перемоги, пр. Перемоги, вул. Червоногвардійська, б-р Лесі Українки.

Пріоритетними забруднюючими речовинами автомобільних магістралей є кадмій, нікель, хром (VI), бенз(а)пірен, формальдегід, тому населення, яке проживає у районі автомобільних магістралей більше хворітиме (порівняно з населенням поза зоною впливу автомобільних магістралей) на органи дихання, хвороби нирок, гормональної та імунної системи (у даній статті автори розглядають неканцерогенний ризик), а також на онкологічні захворювання, оскільки перелічені забруднюючі речовини є водночас канцерогенами.

Упорядкування (зменшення «пробок») транспортного потоку на автомобільних магістралях та обмеження транзитного транспорту суттєво зменшить захворюваність серед населення районів поблизу автомобільних магістралей.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Онищенко Г.Г. Влияние состояния окружающей среды на здоровье населения. Нерешенные проблемы и задачи / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2003. – № 1. – С. 3–10.
2. Тендерні стратегії сталого розвитку України / За наук. ред. Л.С. Лобанової. – К.: Фенікс, 2004. – 432 с.
3. Шандала М.Г. Окружающая среда и здоровье населения / М.Г. Шандала, Я.И. Звизняцковский. – К.: Здоров'я, 1988. – 152 с.
4. Бердник О.В. Особенности формирования и прогноз заболеваемости детского населения крупного города в связи с влиянием антропогенных факторов окружающей среды : автореф. дисс. ... канд. мед. наук : / О.В. Бердник. – Киев, 1990. – 24 с.
5. Звизняцковский Я.И. Роль антропогенных факторов окружающей среды в процессе формирования здоровья населения больших городов / Я.И. Звизняцковский, О.В. Бердник // Проблемы больших городов: обзор. информация. – М.: МГЦНТИ, 1989. – Вып. 22. – 18 с.
6. Загрязнения воздуха в районе автомагистрали как фактор риска [Электронный ресурс] / В.В. Быстрых, В.М. Боев, Е.Л. Борщук [и др.] // Зеленый шлюз. Путеводитель по экологическим ресурсам. Воздух и климат. Статьи – Режим доступа: <http://zelenyshluz.narod.ru/articles/avto.htm>
7. Компьютерный анализ экологической безопасности в районе крупных автомагистралей с учетом локальных атмосферных циркуляций [Электронный ресурс] // Мир работ. Каталог работ. Безопасность деятельности человека – Режим доступа: http://www.mirrabot.com/work/work_69999.html
8. Автотранспортное загрязнение воздушной среды [Электронный ресурс] / С.А. Шлыков, А.И. Бурого, В.Г. Свинухов [и др.] // Экология приморья. Главная. Экология Владивостока. Экологическая ситуация. Чем мы дышим? Статьи – Режим доступа: http://www.fegi.ru/ecology/vlad_sit/air.htm
9. Экологическая безопасность человека [Электронный ресурс] / В.В. Горбатовский, Н.Г. Рыбальский, Т.В. Потапова [и др.] // Российское экологическое федеральное информационное агентство. Учебный практикум. – М.: РЭФИА, 1998. – 432 с. – Режим доступа: <http://mail.menr.gov.ua/publ/kyev2003/pract09.htm>
10. Мягков М.С. Если рядом автомагистраль. Воздух за окном [Электронный ресурс] / М.С. Мягков // Аналитический журнал ЭКОREAL. – 2007. – № 1(8). – Режим доступа к журн.: <http://www.ecoreal.ru/>
11. Стан атмосферного повітря [Електронний ресурс] / Київська міська рада, Комісія з питань екологічної політики, Голова комісії – Карабаев Д.Т.



Редакційна рада: Голова ради – Осика В.Г. Члени ради: Зорін С.В., Косоцький О.О., Сидоренко О.А. Керівник проекту – Сидоренко О.А. Редактор-укладач – Приходько В.Ф. // Екологічний атлас Києва. – К. : ТОВ «Агентство Інтермедіа», 2003. – 60 с. – Режим доступу до атласу: http://mail.menr.gov.ua/publ/kyiv2003/atlas03_u/atlaskiev.htm

12. Атмосферне повітря [Електронний ресурс] / Державне управління екології та природних ресурсів в м. Києві // Звіт про стан навколишнього природного середовища в

Автомобільні дороги м. Києва є зоною підвищеного неканцерогенного ризику. Установлені неканцерогенні ризики характеризуються очікуванням збільшення рівня числа захворювань у людей, які проживають в зоні автомобільних доріг.

Пріоритетними забруднювачами автомобільних доріг є кадмій, нікель, хром (VI), бенз(а)-пірен, формальдегід.

м. Києві у 2003 році. – Режим доступу до звіту: http://mail.menr.gov.ua/publ/kyiv2003/obl03_u/zmist.htm

13. Оцінка ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря : Методичні рекомендації МР 2.2.12-142-2007. – Київ, 2007. – 39 с.

Поступила в редакцію 15.04.2009

Highways in Kiev are zones of the increased non-carcinogenic risk. The established non-carcinogenic risks are characterized by expectation in increasing the level of person disease, who lives in a highway zone. Basic pollutants from highways are cadmium, nickel, chrome (VI), benzpyrene, formaldehyde.