

БАБІЙ В.Ф., ЛИТВИЧЕНКО О.М., ПЕРШЕГУБА Я.В., ОСИПЧУК О.П.

### **КАНЦЕРОГЕННИЙ ТА НЕКАНЦЕРОГЕННИЙ РИЗИК ДЛЯ НАСЕЛЕННЯ СУЧАСНОГО МІСТА ВІД ПРІОРИТЕТНИХ ЗАБРУДНЮВАЧІВ, ЩО НАДХОДЯТЬ З АТМОСФЕРНИМ ПОВІТРЯМ**

*Визначені канцерогенні та неканцерогенні ризики забруднення атмосферного повітря для здоров'я населення, що проживає поблизу автомагістралей в районах м. Києва. На територіях більшості районів міста визначається суттєве перевищення ГДК бензпіренів та незначне — нітрозамінів. Визначені концентрації інших пріоритетних забруднювачів в атмосферному повітрі та пов'язаний з цим ризик для здоров'я мешканців м. Києва.*

*Определены канцерогенные и неканцерогенные риски загрязнения атмосферного воздуха для здоровья населения, которое проживает вблизи автомагистралей в районах г. Киева. На территориях большинства районов города определяется существенное превышение ПДК бензпиренов и незначительное — нитрозаминов. Определены концентрации других приоритетных загрязнителей в атмосферном воздухе и связанный с этим риск для здоровья обитателей г. Киева.*

*Cancerogenic and noncarcinogenic risks of atmospheric air pollution for the health of population, which lives near the highways in the Kiev regions are determined. In the territories the majority of the city districts is determined the considerable exceeding maximum permissible concentration of benzpyrenes and insignificant — nitrosamines. Are determined the concentrations of other priority pollutants in atmospheric air and risk for the health of Kiev inhabitants connected with this.*

В останні 10-15 років відзначаються суттєві якісні та кількісні зміни забруднення атмосферного повітря, коли на тлі зменшення промислових викидів зростає шкідливий вплив відпрацьованих газів пересувних джерел забруднення.

На сьогодні в більшості великих міст питома вага викидів автотранспорту сягає 70 %, а то і більше в загальному забрудненні повітряного середовища. Причому можна стверджувати, що внесок автотранспорту буде зростати і на найближчу перспективу, так як темпи автомобілізації тепер значно вищі ніж приріст промислового виробництва.

Мета наших досліджень полягала в визначенні канцерогенних та неканцерогенних ризиків забруднення атмосферного повітря для здоров'я населення, що проживає поблизу автомагістралей в районах м. Києва. Першим етапом стало визначення рівня забруднення та дози хімічних речовин в районах автомагістралей м. Києва.

Результати, наведені в табл. 1, свідчать, що на території більшості районів міста у всіх пробах визначається суттєве перевищення ГДК бензпіренів (БП) та

незначне – нітрозамінів (НА), яке зумовлено не тільки викидами автотранспорту, а в певній мірі впливом планувальних особливостей примігистральної забудови.

В деяких районах міста при відносно невисокому транспортному потоці, до того ж переважно легкового, але при щільній забудові з незначним розривом між магістраллю та спорудами, які ускладнюють процес розсіювання викидів двигунів, визначалися концентрації канцерогенів, які перевищували ГДК в 10 і більше разів.

**Таблиця 1**

**Вміст БП, НА в повітряному середовищі м. Києва**

| Район проведення дослідження | Кількість автомашин за годину | БП, нг/м <sup>3</sup> | НДМА, нг/м <sup>3</sup> | НДЕА, нг/м <sup>3</sup> |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1                            | 2                             | 3                     | 4                       | 5                       |
| Шевченківський               | 2250                          | 2,06 – 9,08           | 7,50 – 54,91            | 7,50 – 34,62            |
| Оболонський                  | 1450                          | 0,60 – 1,03           | 54,35 – 55,08           | 34,62 – 34,57           |
| Святошинський                | 5500                          | 1,20 – 2,50           | 51,00 – 54,00           | 31,00 – 34,00           |
| Подільський                  | 4500                          | 5,95 – 10,53          | -                       | -                       |
| Деснянський                  | 750                           | 1,60 – 5,89           | -                       | -                       |
| Дніпровський                 | 850                           | 1,34 – 13,61          | -                       | -                       |
| Голосіївський                | 350                           | 0,60 – 1,20           | -                       | -                       |
| Дарницький                   | 7000                          | 5,20 – 6,70           | -                       | -                       |

Беручи до уваги, що НА є продуктом трансформації азотовмісних сполук, їх реальна небезпека може бути більшою. Оцінка цієї небезпеки потребує подальших досліджень.

У таблиці 2 представлено шкалу канцерогенного ризику дії різних доз БП, яка побудована із застосуванням багатостадійної моделі [1].

З даних таблиці 2 можна бачити, що за дії БП на рівні близько ГДК (1 нг/м<sup>3</sup>) протягом життя ризик розвитку новоутворень у людини становить 1,41 випадків на 1 млн чол. на рік (1,41\*10<sup>-6</sup>). За таких рівнів захворюваності загроза для здоров'я вважається багатьма фахівцями, у тому числі експертами US EPA [1], проблемою малого ризику, який не заслуговує серйозної уваги.

За допомогою наведеної шкали можливо визначити ризик дії БП на населення районів м. Києва (табл. 3).

**Таблиця 2**

**Шкала канцерогенного ризику дії різних доз БП**

| Доза БП, мг | Еквівалентні рівні для людини |                                 | Ризик розвитку новоутворень (число випадків на 1 млн нас. на рік) |
|-------------|-------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
|             | доза, мг                      | концентрація, нг/м <sup>3</sup> |                                                                   |
| 1           | 2                             | 3                               | 4                                                                 |
| 0,20        | 4,67                          | 12,18                           | 13,00                                                             |
| 0,11        | 2,56                          | 6,70                            | 7,44                                                              |
| 0,10*       | 2,33                          | 6,08                            | 6,79                                                              |

| 1     | 2     | 3    | 4    |
|-------|-------|------|------|
| 0,09  | 2,10  | 5,48 | 6,14 |
| 0,08  | 1,87  | 4,87 | 5,49 |
| 0,07  | 1,63  | 4,26 | 4,82 |
| 0,06  | 1,40  | 3,65 | 4,15 |
| 0,05  | 1,17  | 3,04 | 3,46 |
| 0,04  | 0,93  | 2,44 | 2,79 |
| 0,03  | 0,70  | 1,83 | 2,10 |
| 0,02* | 0,47  | 1,22 | 1,41 |
| 0,016 | 0,38  | 1,00 | 1,16 |
| 0,015 | 0,35  | 0,91 | 1,01 |
| 0,010 | 0,23  | 0,61 | 0,71 |
| 0,005 | 0,116 | 0,30 | 0,35 |

Примітка.\* – експериментальні дані

Таким чином, порівнюючи результати наведенні в табл. 3 можна зробити висновки, що серед районів міста Києва перше місце за ризиком новоутворень від дії БП на 1 млн. населення на рік займає Подільський район – 8,3 випадків на рік. Потім ідуть Дарницький – 6.3, Дніпровський – 6.0, Шевченківський – 5.0 випадків на рік. Останнє місце займає Оболонський – 0.8 випадків на рік.

В світі прийнятним є ризик 1,01-1,41 [2]. Таким чином Шевченківський, Святошинський, Подільський, Деснянський, Дніпровський, Дарницький райони є ризиконебезпечними в відношенні можливості розвитку новоутворень від дії БП.

*Таблиця 3*

### **Ризик дії БП на населення районів м. Києва**

| Район          | Середня концентрація,<br>нг/м <sup>3</sup> | Ризик розвитку новоутворень<br>(число випадків на 1 млн населення на рік ) |
|----------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Оболонський    | 0,71                                       | 0,8                                                                        |
| Голосіївський  | 0,9                                        | 1,01                                                                       |
| Святошинський  | 1,73                                       | 2,0                                                                        |
| Деснянський    | 2,90                                       | 3,2                                                                        |
| Солом'янський  | 4.1                                        | 4.55                                                                       |
| Печерський     | 4.17                                       | 4.6                                                                        |
| Шевченківський | 4,45                                       | 5,0                                                                        |
| Дніпровський   | 5,12                                       | 6,0                                                                        |
| Дарницький     | 5,95                                       | 6,3                                                                        |
| Подільський    | 7,55                                       | 8,3                                                                        |

Характеристику ризику розвитку неканцерогенних ефектів здійснювали шляхом порівняння фактичних рівнів експозиції з безпечними рівнями впливу, тобто шляхом розрахунку коефіцієнта небезпеки (НҚ). Формула розрахунку коефіцієнта небезпеки наведена нижче (1.):

$$HQ = AC/RfC, \quad (1.)$$

де AC – фактичний рівень експозиції,  
RfC – безпечний рівень впливу

**Таблиця 4**

**Значення референтних концентрацій пріоритетних речовин  
та перелік критичних органів та систем**

| Речовина      | RfC, мг/м <sup>3</sup> | Критичні органи та системи     |
|---------------|------------------------|--------------------------------|
| Діоксид сірки | 0.08                   | Органи дихання                 |
| Оксид вуглецю | 5.0                    | Серцево-судинна система        |
| Діоксид азоту | 0.04                   | Органи дихання                 |
| Аміак         | 0.1                    | Органи дихання                 |
| Формальдегід  | 0.003                  | Органи дихання, імунна система |

Згідно методології оцінки ризику для здоров'я населення при інгалаційному надходженні хімічних речовин розрахунок коефіцієнту небезпеки можна проводити на основі даних про концентрацію хімічної речовини в атмосферному повітрі [2].

Тому в якості величини фактичного рівня експозиції прийняли значення середньорічних концентрацій пріоритетних хімічних речовин в атмосферному повітрі міста.

Розрахунок коефіцієнту небезпеки проводили за формулою (2.):

$$HQ_i = C_i/RfC,$$

де  $HQ_i$  – коефіцієнт небезпеки впливу речовини  $i$ ;

$C_i$  – концентрація речовини  $i$  в атмосферному повітрі, мг/м<sup>3</sup>;

RfC – значення референтної концентрації речовини  $i$ , мг/м<sup>3</sup>.

**Таблиця 5**

**Середньодобові концентрації пріоритетних хімічних речовин в атмосферному  
повітрі різних районів м. Києва у 2005 р.**

| Хімічні речовини | Середньодобові концентрації (мг/м <sup>3</sup> ) хімічних речовин в повітрі |            |             |              |             |            |             |               |                | ГДК   |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|---------------|----------------|-------|
|                  | Голосіївський                                                               | Дарницький | Деснянський | Дніпровський | Оболонський | Печерський | Подільський | Солом'янський | Шевченківський |       |
| 1                | 2                                                                           | 3          | 4           | 5            | 6           | 7          | 8           | 9             | 10             | 11    |
| Діоксид сірки    | 0.013                                                                       | 0.01       | 0.011       | 0.012        | 0.017       | 0.012      | 0.013       | 0.012         | 0.014          | 0.05  |
| Оксид вуглецю    | 1.3                                                                         | 2.05       | 1.25        | 2.04         | 1.18        | 2.5        | 2.2         | 1.7           | 2.40           | 3.0   |
| Діоксид азоту    | 0.07                                                                        | 0.16       | 0.11        | 0.094        | 0.11        | 0.19       | 0.11        | 0.12          | 0.12           | 0.04  |
| Аміак            | 0.003                                                                       | 0.001      | 0.002       | 0.001        | 0.002       | 0.02       | 0.002       | 0.001         | 0.016          | 0.04  |
| Формальдегід     | 0.003                                                                       | 0.0022     | 0.0034      | 0.0055       | 0.0036      | 0.0037     | 0.0036      | 0.00335       | 0.0038         | 0.003 |

Розраховані величини коефіцієнтів небезпеки та сумарних індексів небезпеки пріоритетних хімічних речовин наведені в таблиці 3.

На основі отриманих величин коефіцієнтів небезпеки пріоритетних хімічних речовин оцінили вплив цих речовин на населення кожного досліджуваного району міста. Методологією оцінки ризику для здоров'я передбачено наступне: якщо розрахунковий коефіцієнт небезпеки хімічної речовини не перевищує одиницю, то ймовірність розвитку у людини шкідливих ефектів при щоденному надходженні речовини протягом життя несуттєва і такий вплив характеризується як допустимий, у випадку перевищення коефіцієнтом небезпеки одиниці, ймовірність виникнення шкідливих ефектів у людини зростає пропорційно збільшенню величини НQ.

**Таблиця 6**

**Коефіцієнти небезпеки (НQ) пріоритетних хімічних речовин  
та сумарні індекси небезпеки (НІ) в досліджувальних районах м. Києва**

| Індекси небезпеки пріоритетних хімічних речовин у районах | Речовини      |               |               |       |              |              |
|-----------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|-------|--------------|--------------|
|                                                           | Діоксид сірки | Оксид вуглецю | Діоксид азоту | Аміак | Формальдегід | НІ загальний |
| 1                                                         | 2             | 3             | 4             | 5     | 6            | 7            |
| Голосіївський                                             | 0.16          | 0.26          | 1.75          | 0.03  | 1.00         | 3.20         |
| Дарницький                                                | 0.12          | 0.41          | 4.00          | 0.01  | 0.73         | 5.27         |
| Деснянський                                               | 0.13          | 0.25          | 2.75          | 0.02  | 1.13         | 4.28         |
| Дніпровський                                              | 0.15          | 0.40          | 2.35          | 0.01  | 1.83         | 4.74         |
| Оболонський                                               | 0.21          | 0.23          | 2.75          | 0.02  | 1.20         | 4.41         |
| Печерський                                                | 0.15          | 0.50          | 4.75          | 0.2   | 1.23         | 6.83         |
| Подільський                                               | 0.16          | 0.44          | 2.75          | 0.02  | 1.20         | 4.57         |
| Солом'янський                                             | 0.15          | 0.34          | 3.00          | 0.01  | 1.11         | 4.61         |
| Шевченківський                                            | 0.17          | 0.48          | 3.00          | 0.6   | 1.26         | 5.51         |
| НІ загальний                                              | 1.4           | 3.31          | 27.1          | 0.92  | 10.69        |              |

Серед пріоритетних хімічних речовин, що були відібрані для дослідження оцінки неканцерогенного ризику, найбільший негативний ефект на здоров'я населення м. Києва має діоксид азоту. Рівень розрахованого коефіцієнту неканцерогенної небезпеки (коефіцієнт діоксиду азоту перевищує одиницю в досліджуваних районах в 1.75 – 4.75 разів) і вказує на те, що наявні концентрації діоксиду азоту в атмосферному повітрі м. Києва можуть бути причиною підвищення рівня первинної захворюваності населення міста на хвороби дихальної системи.

Другим після діоксиду азоту за величиною коефіцієнту небезпеки є формальдегід. Коефіцієнти небезпеки формальдегіду в Дарницькому районі менше одиниці та в Голосіївському районі дорівнює одиниці, тому концентрації формальдегіду не мають негативного впливу на здоров'я населення цих районів. В інших районах м. Києва коефіцієнт небезпеки формальдегіду становить від 1.11 – 1.83 і вказує на те, що формальдегід може деякою мірою впливати на підвищення рівня первинної захворюваності міста на хвороби дихальної системи та зміни стану імунної системи, що в свою чергу призведе до підвищення рівня первинної захворюваності різних органів та систем організму, а не тільки хвороб органів дихання.

Коефіцієнти небезпеки діоксиду сірки, оксиду вуглецю, аміаку в досліджуваних районах м. Києва становлять менше одиниці, тому концентрації цих речовин не мають негативного впливу на здоров'я населення цих районів.

Таким чином, в атмосферному повітрі м. Києва діоксид азоту та формальдегід в найбільшій мірі формують величину неканцерогенного ризику для здоров'я населення міста.

Середні добові дози впливу діоксиду азоту на населення перевищують нормативні значення в усіх дослідних районах м. Києва в 1.75-4.75 рази; формальдегіду — в 1.13- 1.83 рази крім Дарницького та Голосіївських районів.

За величиною коефіцієнту неканцерогенної небезпеки неканцерогенний ризик для здоров'я населення м. Києва чинить діоксид азоту в усіх досліджуваних районах ( $HQ = 1.75 - 4.75$ ), а також формальдегід в Деснянському, Дніпровському, Оболонському, Печерському, Подільському, Солом'янському, Шевченківському районах ( $HQ = 1.11 - 1.83$ ). Не виявлено неканцерогенного ризику від формальдегіду ( $HQ = 0.73 - 1.00$ ) в Голосіївському та Дарницькому районах та діоксиду сірки ( $HQ = 0.12 - 0.21$ ), оксиду вуглецю ( $HQ = 0.23 - 0.50$ ), аміаку ( $HQ = 0.01 - 0.6$ ) в усіх досліджуваних районах м. Києва.

Найбільшого сумарного неканцерогенного ризику для здоров'я зазнає населення Печерського (НІ загальний = 6.83), Шевченківського (НІ загальний = 5.51), а найменшого — Голосіївського (НІ загальний = 3.20), Оболонського (НІ загальний = 4.41) районів.

## *ЛІТЕРАТУРА*

1. *Jacob J., Grimmer G.* Environmental sample bank. PAH analysis in different matrices. Annual Report, 1993 / Biochemical Institute for Environmental Carcinogenes.- Grossshausdorf, 1994.-50 P.
2. *Медик В.А., Юрьев В.К.* Курс лекцій по общественному здравоохранению. Ч.2. Организация медицинской помощи. — М.: Медицина, 2003 — 445 С.

*Державна Установа "Інститут гігієни та медичної екології  
ім. О.М. Марзєєва АМН України  
м. Київ*

*Надійшло в редакцію 15.08.2007*