

УДК 574.591.5.504

С. М. СМІРНОВА, В. М. СМІРНОВ, О. О. ШАПОВАЛОВ

м. Миколаїв, Україна

ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ТРАНСПОРТНИМИ ЗАСОБАМИ м. МИКОЛАЄВА

Проаналізовані показники забруднення атмосферного повітря м. Миколаєва від пересувних джерел. Досліджено перевищення вмісту забруднювачів атмосферного повітря відносно гранично допустимих концентрацій та проведена оцінка стану повітря за інтегральними показниками.

Ключові слова: атмосферне повітря, транспортні засоби, гранично допустима концентрація.

Постановка проблеми. Транспортні засоби (ТЗ) – один з суттєвих чинників антропогенного навантаження на довкілля та здатні створювати осередки забруднення атмосферного повітря в зоні впливу транспортних магістралей. Забруднення атмосферного повітря (АП) належать до найсерйозніших проблем сучасності.

В даний час не існує кардинальних рішень щодо регулювання викидів від автотранспорту. Поряд з монооксидом карбону (СО), оксидами нітрогену (NO₂) працюючий автомобіль виділяє в природне середовище більше 200 сполук з токсичною дією. У зв'язку із цим у транспортних зонах спостерігається найбільш сильна зміна концентрацій хімічних речовин у компонентах природи. До цих зон входять автотранспортні магістралі і смуга місцевості уздовж трас шириною (по обидва боки) до 100 м. Тут спостерігаються аномалії перевищенням хімічних речовин в АП та ґрунтах [4].

Попри значну кількість досліджень тема є актуальною і своєчасною, адже проблема транспорту та його впливу на довкілля і здоров'я людини посідає важливе місце в сучасній екологічній політиці всіх рівнів.

Специфіка забруднення АП при роботі автомобілів проявляється в просторовій розосередженості транспортних магістралей, що створює загальний підвищений фон забруднення АП міської території [5]; в безпосередній близькості до житлових районів; в складності технічної реалізації засобів захисту від забруднень на рухомих джерелах; в низькому розташуванні джерела забруднення від земної поверхні, отже є безпосереднім джерелом впливу на здоров'я людей. Перераховані особливості рухливих джерел створюють вздовж автомагістралей великі зони зі стійким пере-

вищенням вмісту забруднюючих речовин в АП [4].

Основну небезпеку транспортних засобів щодо забруднення АП мають відпрацьовані гази, які чинять негативний вплив на людину і довкілля, 200 з них розпізнано. Основними серед них є: оксид карбону, оксиди нітрогену вуглеводні, канцерогенні речовини, до яких належать складні ароматичні вуглеводні поліциклічної будови (бенз(α)пірен – C₂₀H₁₂), сполуки сульфуру, тверді частинки, сполуки плюмбуму (PbO₄) [6].

У 2012 році в атмосферне повітря області надійшло 87,11 тис. т забруднюючих речовин, що на 2,75 тис. т (3,1%) менше, ніж 2011 року. Від стаціонарних джерел забруднення до атмосфери надійшло 25,14 тис. т забруднюючих речовин, що на 0,55 тис. т, або на 2,2% менше, ніж у 2011 року. Від пересувних джерел 61,97 тис. т, що на 2,19 тис. т, або 3,4 % менше, ніж минулого року [10] (рис.1).

Обсяг викидів у розрахунку на одну людину в межах міста варіює від 3,25 до 4,7 кг та характеризується тенденцією до зменшення показників. Щільність викидів у розрахунку на 1 т/км² в динаміці за п'ять років показана в інтервалі 3,38 – 3,64 т/км².

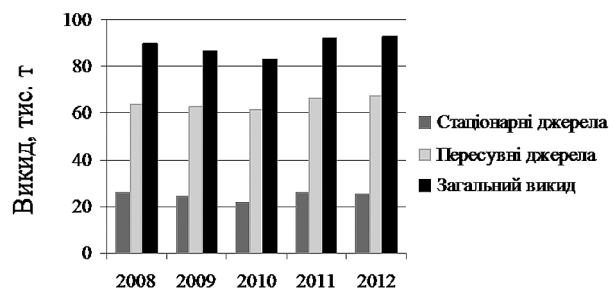


Рис. 1. Динаміка викидів забруднюючих речовин в атмосферу м. Миколаєва (за даними Державного управління екології та природних ресурсів в Миколаївській області)

Матеріали і методика дослідження. У ході роботи використані статистичні дані викидів транспортних засобів в межах транспортних зон за 12 магістралями міста, надані Миколаївською санітарною епідеміологічною станцією за період 2008–2012 рр. У роботі також проаналізовані власні аналітичні дані вмісту Pb, Cu, пилу, N_xO_y , CO, SO₂ у викидах ТЗ, які проводилися в період жовтень-грудень 2013 р.

Санітарно-гігієнічні критерії оцінки. Основою оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць є гігієнічні нормативи допустимого вмісту хімічних речовин: гранично допустима концентрація (ГДК), коефіцієнт комбінованої дії сумісно присутніх речовин ($K_{кд}$) та встановлені на їх основі показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ), сумований показник забруднення (ЕПЗ).

Коефіцієнт комбінованої дії ($K_{кд}$) – відображає характер сумісної біологічної дії одночасно присутніх в атмосферному повітрі забруднюючих речовин (сумація, посилення, послаблення або незалежна дія).

Показник гранично допустимого забруднення (ГДЗ) атмосферного повітря — відносний інтегральний критерій оцінки забруднення атмосферного повітря населених місць, який характеризує інтенсивність та характер сумісної дії всієї сукупності присутніх у ньому шкідливих домішок. ГДЗ розраховується для кожного випадку на основі визначених експериментально та затверджених у встановленому порядку коефіцієнтів комбінованої дії ($K_{кд}$) за формулою (1):

$$ГДЗ = K_{кд} \times 100 \%, \quad (1)$$

$$K_{кд} = \sqrt{n}, \quad (2)$$

де n – число речовин присутніх у повітряному середовищі, для яких офіційно не встановлено характер комбінованої дії.

Показник фактичного або прогнозного забруднення атмосферного повітря однією

речовиною розраховується за формулою (3):

$$ПЗ = (C / ГДК) \times 100, \% \quad (3)$$

де ПЗ – показник забруднення; С – фактична або прогнозна концентрація конкретної речовини, мг/м³; ГДК – значення гранично допустимої концентрації речовини, мг/м³.

Сумований показник забруднення (ЕПЗ) атмосферного воздуха сумішшю речовин розраховується за формулою (4):

$$ЕПЗ = \sum \frac{C_1}{ГДК_1 \times K_1} + \frac{C_2}{ГДК_2 \times K_2} + \frac{C_3}{ГДК_3 \times K_3} + \dots + \frac{C_n}{ГДК_n \times K_n} \quad (4),$$

де ЕПЗ – сумований показник забруднення (у %); $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ – значення фактичних або прогнозних концентрацій речовин, що входять до складу суміші (у мг/м³); $ГДК_1, ГДК_2, ГДК_3, \dots, ГДК_n$ – значення гранично допустимих концентрацій забруднюючих речовин, що входять до складу суміші (у мг/м³); $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ – значення коефіцієнтів, які враховують клас небезпечності відповідної речовини: для речовин 1-го класу – 0,8; 2-го класу – 0,9; 3-го класу – 1,0; 4-го класу – 1,1.

Оцінка забруднення атмосферного повітря проводиться з урахуванням кратності перевищення показників забруднення (ПЗ) їх нормативного значення (ГДЗ) і включає визначення рівня забруднення (допустимий, недопустимий) та ступеня його небезпеки (безпечний слабо небезпечний, помірно небезпечний, небезпечний, дуже небезпечний) (табл. 1).

У випадках, коли оцінка забруднення атмосферного повітря сумішшю речовин виявляється перевищенням відносно показника ГДЗ, повинні визначатись провідні компоненти; провідними вважаються ті речовини в суміші, індивідуальні значення ПЗ яких перевищують допустимі рівні (табл. 1).

Нормування забруднення атмосферного повітря за інтегральним показником. Встановлено три інтегральних показника якості повітря:

Т а б л и ц я 1

Шкала оцінки забруднення атмосферного повітря

Рівень забруднення	Ступень небезпечності	Кратність перевищення ГДЗ	Сумований показник забруднення ЕПЗ
Допустимий	Безпечний	< 1	0
Недопустимий	Слабо небезпечний	> 1–2	> 0–4
Недопустимий	Помірно небезпечний	> 2–4,4	> 4–10
Недопустимий	Небезпечний	> 4,4–8	> 10–25
Недопустимий	Дуже небезпечний	> 8	> 25

- індекс забруднення атмосфери (ІЗА) – комплексний індекс забруднення атмосфери, що враховує кілька домішок;
- стандартний індекс (СИ) – тобто найбільша виміряна разова концентрація домішки, віднесена до ГДК. Показник характеризує ступінь короточасного забруднення;
- найбільша повторюваність перевищення ГДК (НП) – перевищення максимально разової ГДК за даними спостережень за однією домішкою на всіх постах території за місяць або за рік.

Комплексний ІЗА (I(n)), що враховує n забруднюючих речовин, розраховується за формулою:

$$I_n = \sum (q_{cp} / ГДК_i) C_i, \quad (5)$$

де q_{cp} – середньорічна концентрація i-тої забруднюючої речовини; ГДК_i – i-та середньодобова гранично допустима концентрація; C_i – безрозмірний коефіцієнт, що дозволяє привести ступінь шкідливості i-тої забруднюючої речовини до ступеня шкідливості діоксиду сірки. Значення C_i рівні 1,5; 1,3; 1,0 і 0,85 відповідно для 1, 2, 3 і 4 класів небезпеки забруднюючої речовини.

Стандартний індекс (СИ) використовується для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря за однією речовиною, таким чином СИ є найбільшим одиничним індексом забруднення (табл. 2):

$$СИ = q_m / ГДК_i \quad (6)$$

де q_m – максимальна разова концентрація i-тої забруднюючої речовини.

Відповідно з існуючими методами оцінки, рівень забруднення атмосфери класифікується на низький, підвищений, високий, дуже високий.

Результати дослідження та їх обговорення.

Оцінка стану атмосферного повітря за санітарно-гігієнічними критеріями. Проаналізовані результати власних досліджень стану атмосферного повітря м. Миколаєва за період вересень-листопад 2013 р. поблизу транспортних магістралей міського значення з інтенсивним транспортним рухом: пр. Жовтневий – вул. Космонавтів, вул. В. Морська – вул. Нікольська, пр. Леніна – вул. Радянська, пр. Мира – вул. Космонавтів. Проаналізований вміст забруднювачів: пил, CO, NO₂, Pb, Cu (табл. 3, 4).

Оцінка забруднення атмосферного повітря відносно ГДК за нормативним показником ГДЗ розрахованого за формулою 1, свідчить:

- забруднення пилом знаходиться на допустимому рівні, ступінь небезпеки – безпечний для кожного перехрестя;
- для CO рівень забруднення недопустимий (ГДЗ > 1-2) ступінь небезпеки – слабо небезпечний для всіх перехресть автодоріг;
- діоксид нітрогену рівень забруднення недопустимий (ГДЗ > 1-2) ступінь небезпеки – слабо небезпечний для всіх перехресть автодоріг, крім перехрестя пр. Мира – вул. Космонавтів – рівень забруднення допустимий, ступінь небезпечності – безпечний;

Таблиця 2

Шкала оцінки забруднення атмосферного повітря від ІЗА

Рівень забруднення	Стандартний індекс	Найбільша повторюваність перевищення ГДК	Індекс забруднення атмосфери
Низький (Н)	< 1	< 10	< 5
Підвищений (П)	5 < СИ ≤ 10	20 < НП ≤ 10	7 < ІЗА ≤ 5
Високий (В)	10 < СИ ≤ 5	50 < НП ≤ 20	14 < ІЗА ≤ 7
Дуже високий (ОВ)	СИ ≥ 10	НП ≥ 50 %	ІЗА ≥ 14

Таблиця 3

Рівень забруднення атмосферного повітря поблизу основних автомагістралей м. Миколаєва

№	Показник, мг·м ⁻³	пр. Мира – вул. Космонавтів	пр. Жовтневий – вул. Космонавтів	вул. В. Морська – вул. Нікольська	пр. Леніна – вул. Радянська
1	Пил	0,15-0,38 0,28	0,16-0,46 0,26	0,14-0,33 0,27	0,25-0,41 0,36
2	Оксид карбону	4,2-6,8 5,28	4,3-6,4 5,4	4,2-6,17 5,01	4,35-6,2 5,51
3	Діоксид нітрогену	0,05-0,1 0,08	0,07-0,1 0,08	0,07-0,1 0,09	0,08-0,11 0,10
4	Сполуки плюмбуму	0,0002-0,002 0,001	<0,0001-0,004 0,002	0,0008-0,003 0,002	0,001-0,002 0,002
5	Сполуки купрум	<0,0001-0,001 0,0004	0,0002-0,03 0,01	0,0002-0,01 0,002	0,001-0,01 0,004

- свинець та його сполуки ГДЗ=2 для кожного перехрестя рівень забруднення недопустимий, ступінь небезпеки – слабко небезпечний;
- мідь та її сполуки. Рівень забруднення сполуками міді різняться для кожного перехрестя. Так для пр. Мира – вул. Космонавтів ГДЗ=0,2 рівень забруднення допустимий, ступінь небезпеки – безпечний; для перехресть вул. В. Морська – вул. Нікольська ГДЗ знаходиться в інтервалі 1-2, рівень забруднення недопустимий (ГДЗ > 1-2), ступінь небезпеки – слабо небезпечний, для перехрестя пр. Жовтневий – вул. Космонавтів ГДЗ=5 рівень забруднення недопустимий, ступінь небезпеки – небезпечний (табл. 1, 4).

За сумованим показником забруднення атмосферне повітря на головних перехрестях автодоріг міста відноситься до недопустимого рівня забруднення, ступінь небезпеки змі-

нюється від помірно небезпечного ЕПЗ=4,3 (пр. Мира – вул. Космонавтів) до дуже небезпечного ЕПЗ=10,1 (пр. Жовтневий – вул. Космонавтів) (табл. 1, 4).

Оцінка стану атмосферного повітря за інтегральним показником

Оцінка за стандартним індексом рівня забруднення атмосфери розрахована за формулою 6 і представлена в табл. 5.

Забруднення атмосферного повітря пилом знаходиться на низькому рівні (СИ<1) (табл. 5), тільки на перехресті пр. Жовтневий – вул. Космонавтів рівень забруднення за пилом (СИ=1) наближається до підвищеного.

Оксид карбону. Показник СИ в інтервалі від 1,2 до 1,4, що свідчить про підвищений рівень забруднення атмосферного повітря (табл. 5) по всіх досліджених ділянках.

Таблиця 4

Перевищення забруднення атмосферного повітря відносно ГДК_{мр} поблизу основних автомагістралей м. Миколаєва

№	Показник	пр. Мира – вул. Космонавтів	пр. Жовтневий – вул. Космонавтів	вул. В. Морська – вул. Нікольська	пр. Леніна – вул. Радянська
1	Пил	0,003-0,76 0,47	0,32-0,92 0,51	0,01-0,66 0,43	0,003-0,82 0,59
2	Оксид карбону	0,84-1,36 1,06	0,86-1,28 1,08	0,84-1,23 1,0	0,87-1,24 1,10
3	Діоксид нітрогену	0,61-1,19 0,89	0,82-1,28 1,08	0,82-1,20 1,03	0,98-1,24 1,12
4	Сполуки свинцю	<0,0001-0,88 1,0	0,06-2,35 2,0	<0,0001-1,59 2,0	<0,0001-1,24 2,0
5	Сполуки міді	<0,0001-1,11 0,2	0,22-30,0 5,0	0,22-5,56 1,0	1,11-8,89 2,0
	Сумований показник забруднення	4,3	10,1	5,2	7,2

Примітка: ГДК_{мр}, мг·м⁻³ – гранично допустима максимальна разова концентрація хімічної речовини в повітрі населених місць.

Таблиця 5

Рівень забруднення атмосферного повітря основних автомагістралей м. Миколаєва (за стандартним індексом СИ)

№	Показник	ГДК, мг·м ⁻³	Стандартний індекс			
			СИ ₁	СИ ₂	СИ ₃	СИ ₄
1	Пил	0,50	0,76	0,92	0,66	0,82
2	Оксид карбону	5	1,36	1,28	1,23	1,24
3	Діоксид нітрогену	0,08	1,19	1,28	1,20	1,24
4	Сполуки свинцю	0,001	0,88	2,35	1,59	1,24
5	Сполуки міді	0,001	1,11	30,0	5,56	8,89

Примітка:

СИ₁ – стандартний індекс підрахований для перехрестя пр. Мира – вул. Космонавтів;

СИ₂ – пр. Жовтневий – вул. Космонавтів;

СИ₃ – вул. В. Морська – вул. Нікольська;

СИ₄ – пр. Леніна – вул. Радянська.

За діоксином нітрогену рівень забруднення атмосфери відноситься до підвищеного ($5 < СИ \geq 1$) (табл. 5) та знаходиться на однаковому рівні $СИ=1,2$ на всіх постах (рис. 2). Отримані дані рівня забруднення NO_2 в атмосферному повітрі слід вважати типовим фоновим показником для даної місцевості.

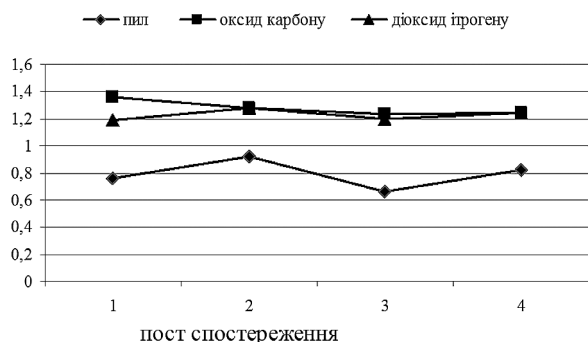


Рис. 2. Зміна стандартного індексу забруднення атмосферного повітря на постах спостереження
Примітка: 1, 2, 3, 4 – пости спостереження.

Стандартний індекс забруднення атмосферного повітря за сполуками свинцю знаходиться в широкому діапазоні від 0,9 до 2,4. Так для перехрестя пр. Мира – вул. Космонавтів рівень забруднення атмосфери відноситься до низького ($СИ < 1$) (табл. 5, рис. 3).

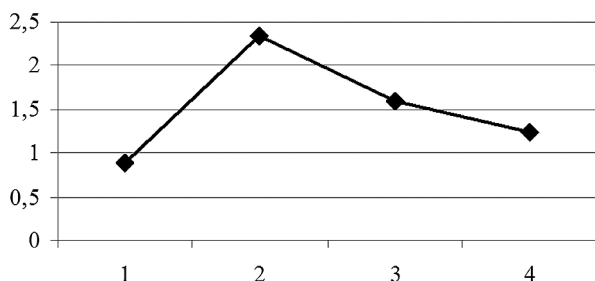


Рис. 3. Зміна стандартного індексу забруднення атмосферного повітря на постах спостереження за сполуками свинцю

На інших постах спостереження рівень забруднення атмосфери підвищений. Особливо

виділяється стан атмосферного повітря на перехресті пр. Жовтневий – вул. Космонавтів: $СИ$ більше в 2 рази ніж на перехресті пр. Леніна – вул. Радянська, хоча ці показники знаходяться в межах одного рівня забруднення (табл. 5).

Рівень забруднення атмосферного повітря за сполуками міді змінюється від підвищеного до дуже високого: на перехресті вул. В. Морська – вул. Нікольська ($СИ=5,6$) та пр. Леніна – вул. Радянська ($СИ=8,9$) рівень забруднення атмосфери є високим (табл. 5); в районі перехрестя пр. Жовтневий – вул. Космонавтів показник $СИ$ дорівнює 30, що свідчить про дуже високий рівень забруднення (табл. 5, рис. 4), що сформований під впливом двох джерел викидів: об'їзної дороги для вантажного транспорту та розміщення поблизу підприємства ДП НПКГ «Зоря - Машпроект».

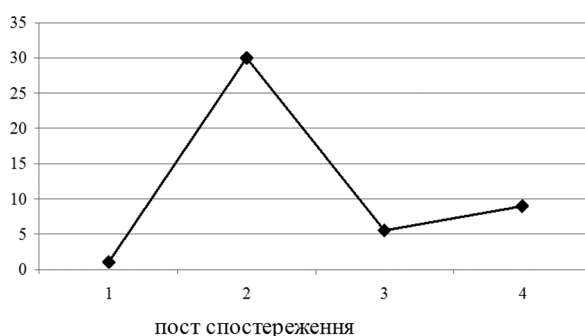


Рис. 4. Зміна стандартного індексу забруднення атмосферного повітря на постах спостереження за сполуками міді

Розрахунок комплексного індексу забруднення атмосфери свідчить про дуже високий рівень забруднення $ІЗА \geq 14$ (табл. 6).

На першому перехресті автодоріг (пр. Мира – вул. Космонавтів) інтегральний показник $ІЗА$ складається головним чином з пилу та сполук свинцю (73%), 15,5% складає діок-

Таблиця 6

Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря за комплексним індексом забруднення ($ІЗА$)

Показники	Середньодобова концентрація, $мг \cdot м^{-3}$				$СИ$	$ГДК_{ср.д}$
	пр. Мира – вул. Космонавтів	пр. Жовтневий – вул. Космонавтів	вул. В. Морська – вул. Нікольська	пр. Леніна – вул. Радянська		
Пил	0,28	0,26	0,27	0,36	1	0,05
СО	5,28	5,4	5,01	5,51	0,85	3
NO_2	0,08	0,08	0,09	0,1	1,3	0,04
Свинець	0,001	0,002	0,002	0,002	1,5	0,0003
Мідь	0,0004	0,01	0,002	0,004	1,3	0,002
$ІЗА$	15,89	34,63	28,03	31,84		

сиду нітрогену, більше 10% складає оксид карбону і незначний вплив становлять сполуки купруму (рис. 5).

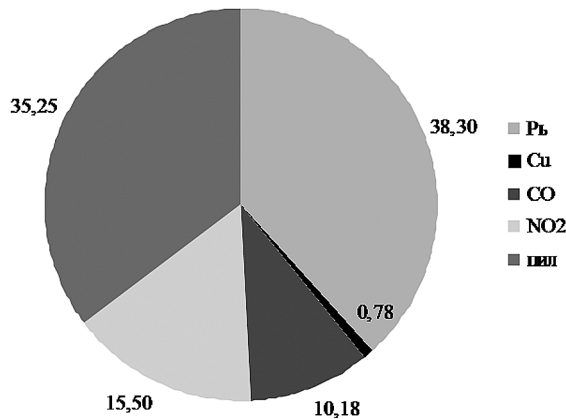


Рис. 5. Складові частини ІЗА на перехресті автодоріг пр. Мира – вул. Космонавтів

На перехресті пр. Жовтневий – вул. Космонавтів ІЗА атмосферного повітря складається майже на 50% з плюмбуму, незначну частку складають оксид карбону та діоксиду нітрогену (відповідно 5% та 7%), пил становить лише 15%, але значний внесок робить купрум – більше 23%. Отже, пріоритетними є сполуки плюмбуму та купруму (73%) (рис. 6).

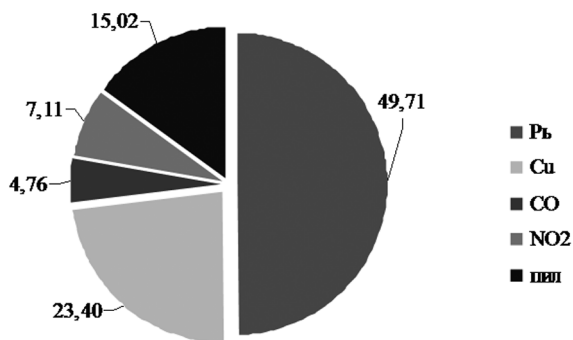


Рис. 6. Складові частини ІЗА на перехресті автодоріг пр. Жовтневий – вул. Космонавтів

На перехресті Велика Морська – вул. Нікольська головну складову відіграє плюмбум майже 62%, вміст пилу становить 19,3%, сполуки нітрогену 10%, незначний вміст оксид карбону та сполук купруму (відповідно 5% та 3%) (рис. 7). Великий вміст сполук плюмбуму в повітрі свідчить про інтенсивний рух автотранспорту на даній ділянці і є сигналом для

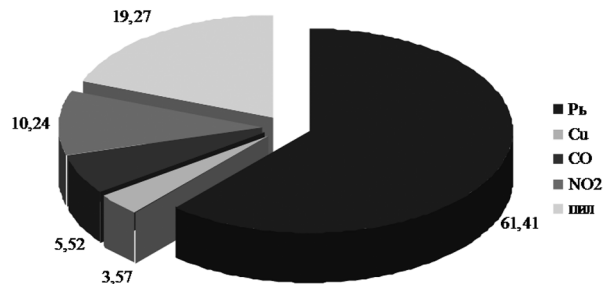


Рис. 7. Складові частини ІЗА на перехресті автодоріг вул. В.Морська – вул. Нікольська

впровадження природоохоронних заходів щодо забезпечення сприятливих умов для існування громадян міста.

Район перетину пр. Леніна – вул. Радянська є великим транспортним вузлом в центральній частині міста. Головною особливістю місця розташування перехрестя є близькість до кафе «Макдональдс» (70 м), де часто відпочивають діти з батьками. Постає питання: чим дихає наше наступне покоління? А відповідь така: 54% забруднення атмосферного повітря складає плюмбум та його сполуки, майже 23% пил, 10% діоксин нітрогену, 8% купруму та її сполуки, 5% оксид карбону (рис. 8).

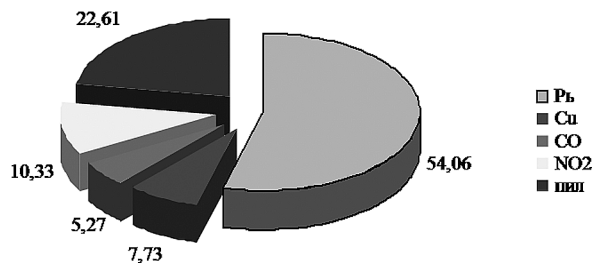


Рис. 8. Складові частини ІЗА на перехресті автодоріг пр. Леніна – вул. Радянська

Комплексними складовими індексу забруднення атмосфери є плюмбум та його сполуки 50–60%, пил 20–25%, діоксид нітрогену 10%, оксид карбону та сполуки купруму складають решту відсотків.

Висновки та перспективи подальших досліджень.

Оцінка забруднення атмосферного повітря відносно ГДК за нормативним показником ГДЗ становить допустимий рівень забруднення за пилом. Рівень забруднення за іншими показниками відноситься до *недопустимого*, ступінь небезпеки – *небезпечний*.

За сумованим показником забруднення атмосферне повітря міста відноситься до *не-*

допустимого рівня забруднення, ступень небезпеки змінюється від *помірно небезпечного* ЕПЗ=4,3 (пр. Мира – вул. Космонавтів) до *дуже небезпечного* ЕПЗ=10,1 (пр. Жовтневий – вул. Космонавтів).

Відповідно до комплексного індексу забруднення атмосферне повітря відносяться до *дуже високого рівня забруднення* ІЗА ≥ 14 . Формування комплексного індексу забруднення атмосфери (ІЗА) складає 50–60% плюмбуму та його сполук, 20–25% пил, 10–20% діоксид нітрогену. Окремо формується забруднення атмосферного повітря в районі перехрестя пр. Жовтневий – вул. Космонавтів за показником ІЗА за сполуками плюмбуму та купрумів 73%.

Недопустимий ступінь небезпеки техногенного навантаження транспортними засобами на атмосферне повітря за визначеними показниками свідчить про необхідність впровадження природоохоронних заходів щодо забезпечення сприятливих умов для існування громадян міста.

SMIRNOVA S. M., SMIRNOV V. N., SHAPOVALOV O. O.
Mykolaiv

ATMOSPHERIC AIR POLLUTION FROM TRANSPORT OF MYKOLAIV

This article describes the analyze indicators of air pollution in Mikolaiv from mobile sources. We explored an excess of air relative to the maximum permissible concentrations and assessed the state of air hygienic criteria.

Keywords: air, vehicle, the maximum allowable concentration.

СМИРНОВА С. М., СМІРНОВ В. Н., ШАПОВАЛОВ А. А.
г. Николаев

ЗАГРЯЗНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ТРАНСПОРТНИМИ СРЕДСТВАМИ г. НИКОЛАЄВА

Проанализированы показатели загрязнения атмосферного воздуха г. Николаева от передвижных источников. Исследовано превышение содержания атмосферного воздуха относительно предельно допустимых концентраций и проведена оценка состояния воздуха по санитарно-гигиеническим критериям.

Ключевые слова: атмосферный воздух, транспортное средство, предельно допустимая концентрация.

Список використаних джерел

1. Зарицкий В. С. Особенности климатологии Николаевской области / В. С. Зарицкий. — Николаев : Историч. центр, 1995. — 115 с.
2. Денисов В. Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / В. Н. Денисов, В. А. Рогаев. — СПб. : МАНЭБ, 2003. — 213 с.
3. Дзюба К. С. Факторы антропогенной нагрузки: автотранспорт / К. С. Дзюба, В. В. Никулин // Эковестник Дубны. — 2001. — С. 31—36.
4. Безуглая Э. Ю. Воздух городов и его изменения / Э. Ю. Безуглая, И. В. Смирнова. — СПб. : Астерион, 2008. — 254 с.
5. Алексеев Н. Т. Автотранспортные потоки и окружающая среда / Н. Т. Алексеев. — М. : Из-во КМК, 1999. — 84 с.
6. Снакин В. В. Экология и охрана природы / В. В. Снакин. — М. : Академия, 2000. — 384 с.
7. Лужников Е. А. Острые отравления: руководство для врачей / Е. А. Лужников, Л. Г. Костомарова. — М. : Медицина, 1989. — 432 с.
8. Общая и неорганическая химия / Н. С. Ахметов. — М. : Высшая школа, 2001. — 285 с.
9. Ершов Ю. А. Механизмы токсического действия неорганических соединений / Ю. А. Ершов, Т. В. Плетнева. — М. : Медицина, 1989. — 272 с.

Стаття надійшла до редколегії 07.04.2014