

РОЗДІЛ «БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ»

УДК 614.71/72:656.13

БЄЛОКОНЬ К.В., к.т.н., доцент

Запорізька державна інженерна академія

ОЦІНКА РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я НАСЕЛЕННЯ ВІД ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ ВИКИДАМИ АВТОТРАНСПОРТУ

Вступ. Сьогодні в Україні досить гостро стоять проблеми забруднення довкілля від транспортної інфраструктури. Серед усіх транспортних засобів автотранспорт є основним джерелом забруднення атмосферного повітря та порушення екологічної рівноваги. На долю автомобілів припадає 95% загальних викидів у атмосферу оксиду вуглецю (CO), 65% загальних викидів вуглеводнів (C_mH_n) та 30% оксидів азоту (NO_x). Відпрацьовані автомобільні гази, накопичуючись у приземному шарі, утворюють несприятливі екологічні умови як в зоні руху транспортних засобів, так і на прилеглих до проїжджої частини територіях.

Найбільше транспортне навантаження на довкілля спостерігається на перехрестях вулиць з інтенсивним рухом. При цьому в радіусі 150-200 м спостерігається забруднення атмосферного повітря токсичними речовинами, яке на відстані до 50 м часто перевищує ГДК. Склад відпрацьованих газів залежить від виду та якості пального, технічного стану двигуна, відрегульованості паливної апаратури, організації дорожнього руху, якості дорожнього покриття та ряду інших факторів [1, 2].

Постановка задачі. Найбільш перспективним підходом до оцінки ступеня екологічної безпеки є оцінка екологічного ризику. У багатьох країнах світу законодавчо закріплено використання методології оцінки ризику для здоров'я населення при проведенні екологічної експертизи, екологічного аудиту, визначення зон надзвичайної екологічної ситуації, державного екологічного контролю, обґрунтування планів дій з охорони навколишнього середовища і здоров'я населення [3].

Метою даної роботи є визначення кількісних показників шкідливих ефектів для здоров'я населення та оцінка осереднених рівнів експозиційних навантажень пріоритетних поллютантів атмосферного повітря від впливу автотранспорту міста Запоріжжя.

У роботі було проведено оцінку ризику для здоров'я населення міста Запоріжжя від забруднювачів, які надходять в організм людини інгаляційним шляхом, відповідно до міжнародної методології оцінки ризику для здоров'я населення, розробленої Агентством США з охорони навколишнього середовища.

Результати роботи. Щоб відстежувати ситуацію та своєчасно реагувати на негативні тенденції, в місті Запоріжжя налагоджена система державного моніторингу стану атмосферного повітря. Нагляд за якістю атмосферного повітря житлових районів здійснюється проведенням досліджень у більш ніж 60 умовно фіксованих точках у всіх районах міста. На маршрутних постах у місцях найінтенсивніших транспортних потоків відбирають проби повітря на вміст бензопірену, свинцю, оксидів вуглецю і азоту, завислих речовин.

Для дослідження були вибрані найбільш завантажені автотранспортом магістралі: 1) б. Вінтера – вул. Гребельна; 2) пр. Леніна – пр. Металургів; 3) вул. Перемоги – вул. Тюленіна; 4) вул. Перемоги – вул. Патріотична; 5) пр. Леніна – вул. Українська; 6) вул. Лепіка – Набережна; 7) пр. Леніна – вул. Артема; 8) вул. Радгоспна – вул. Культурна; 9) вул. Задніпровська – вул. Новгородська.

Вибрані для дослідження перехрестя були охарактеризовані необхідною для роз-

рахунків впливу автотранспорту на атмосферне повітря міста Запоріжжя інформацією щодо: кількості смуг руху, довжини перехрестя, ширини проїзної частини (вихідна інформація була надана Запорізьким національним технічним університетом).

При оцінках викидів шкідливих речовин враховувалася інтенсивність та склад транспортних потоків, швидкісний режим та затримки автотранспорту на досліджуваних перехрестях.

Дані щодо викидів автотранспорту на досліджуваних територіях наведено в табл.1 (дані Запорізького національного технічного університету). В результаті розрахунків були отримані значення максимальних та мінімальних осереднених концентрацій (у вигляді контурів розподілу рівнів концентрації забруднювачів від досліджуваної ділянки дороги у заданих рецепторних точках) для оксиду вуглецю, діоксиду азоту, вуглеводнів та бензопірену (табл.2-5) [4].

Таблиця 1 – Транспортно-екологічна характеристика перехресть

№ з/п	Добова витрата палива, тон/добу		Добові викиди шкідливих речовин потоками автотранспортних засобів					
			тон/добу					грам/добу
	Бензин	Диз-паливо	CO	C _m H _n	NO ₂	ТЧ (сажа)	SO ₂	Бензопірен
1	162,38	1,85	71,68	13,10	4,13	0,13	0,38	37,93
2	147,85	0,575	65,12	11,86	3,72	0,096	0,31	34,18
3	115,93	1,03	51,13	9,33	2,93	0,09	0,25	27,0
4	90,93	0,83	40,1	7,33	2,3	0,07	0,2	21,18
5	208,5	0,8	91,85	16,72	5,25	0,14	0,44	48,20
6	0,22	0,002	0,1	0,02	0,005	0,0002	0,0005	0,05
7	103,57	0,34	45,62	8,3	2,61	0,06	0,21	23,93
8	80,23	0,8	35,4	6,48	2,03	0,08	0,18	18,7
9	49,03	0,53	21,65	3,95	1,25	0,04	0,11	11,45

Таблиця 2 – Рівні концентрацій оксиду вуглецю на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	Рівні концентрацій, мг/м ³					
	1	2	3	4	5	6
б. Вінтера – вул. Гребельна	0,11	1,03	1,95	2,86	3,78	4,7
пр. Леніна – пр. Металургів	0,06	0,41	0,78	1,16	1,52	1,9
вул. Перемоги – вул. Тюленіна	0,05	0,46	0,87	1,27	1,68	2,1
вул. Перемоги – вул. Патріотична	0,11	0,65	1,18	0,72	2,24	2,78
пр. Леніна – вул. Українська	0,03	0,42	0,81	1,19	1,58	1,97
вул. Лепшика – вул. Набережна	0,05	0,46	0,86	1,27	1,67	2,08
пр. Леніна – вул. Артема	0,15	1,52	2,9	4,27	5,65	7,02
вул. Радгоспна – вул. Культурна	0,03	0,33	0,63	0,93	1,23	1,52
вул. Задніпровська – вул. Новгородська	0,08	0,6	1,1	1,61	2,12	2,63

Аналізуючи рівень забруднення атмосфери міста, спостерігаємо перевищення нормативних рівнів, особливо по б. Вінтера – вул. Гребельна та по пр. Леніна – вул. Артема. Отже, автомобільний транспорт, який рухається у навантажених транспортних потоках міста Запоріжжя, значно забруднює навколишнє середовище шкідливими викидами, і рівень цього забруднення набагато більший від допустимих норм.

Розрахунок ризиків та їх характеристика проводилися окремо для канцерогенних і неканцерогенних ефектів [3].

Таблиця 3 – Рівні концентрацій діоксиду азоту на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	Рівні концентрацій, мг/м ³					
	1	2	3	4	5	6
б. Вінтера – вул. Гребельна	0	0,02	0,039	0,039	0,059	0,079
пр. Леніна – пр. Металургів	0	0	0,02	0,02	0,039	0,039
вул. Перемоги – вул. Тюленіна	0	0	0,02	0,02	0,039	0,039
вул. Перемоги – вул. Патріотична	0	0,02	0,02	0,039	0,039	0,059
пр. Леніна – вул. Українська	0	0	0,02	0,02	0,039	0,039
вул. Леппіка – вул. Набережна	0	0	0	0	0	0
пр. Леніна – вул. Артема	0	0,02	0,039	0,079	0,098	0,118
вул. Радгоспна – вул. Культурна	0	0	0,0196	0,0196	0,0393	0,0393
вул. Задніпровська – вул. Новгородська	0	0	0,0196	0,0196	0,0393	0,0393

Таблиця 4 – Рівні концентрацій C_mH_n на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	Рівні концентрацій, мг/м ³					
	1	2	3	4	5	6
б. Вінтера – вул. Гребельна	0,01	0,17	0,32	0,48	0,63	0,79
пр. Леніна – пр. Металургів	0,006	0,054	0,103	0,151	0,2	0,248
вул. Перемоги – вул. Тюленіна	0,01	0,06	0,11	0,16	0,2	0,25
вул. Перемоги – вул. Патріотична	0,01	0,08	0,14	0,2	0,26	0,32
пр. Леніна – вул. Українська	0,01	0,06	0,12	0,17	0,23	0,29
вул. Леппіка – вул. Набережна	0	0	0	0	0	0
пр. Леніна – вул. Артема	0,02	0,21	0,39	0,58	0,77	0,96
вул. Радгоспна – вул. Культурна	0,009	0,045	0,081	0,116	0,152	0,188
вул. Задніпровська – вул. Новгородська	0,006	0,077	0,148	0,218	0,289	0,359

Таблиця 5 – Рівні концентрацій бензопірену на досліджуваних перехрестях

Назва перехрестя	Рівні концентрацій, мг/м ³					
	1	2	3	4	5	6
б. Вінтера – вул. Гребельна	0,04	0,53	1,01	1,49	1,98	2,46
пр. Леніна – пр. Металургів	0,02	0,16	0,31	0,45	0,6	0,74
вул. Перемоги – вул. Тюленіна	0,02	0,17	0,32	0,46	0,61	0,76
вул. Перемоги – вул. Патріотична	0,04	0,22	0,4	0,57	0,75	0,93
пр. Леніна – вул. Українська	0,02	0,19	0,36	0,52	0,69	0,86
вул. Леппіка – вул. Набережна	0	0	0	0,001	0,001	0,002
пр. Леніна – вул. Артема	0,05	0,59	1,14	1,68	2,23	2,77
вул. Радгоспна – вул. Культурна	0,02	0,13	0,23	0,33	0,43	0,53
вул. Задніпровська – вул. Новгородська	0,02	0,23	0,43	0,64	0,85	1,05

Канцерогенні ефекти оцінювалися на підставі розрахунку індивідуальних (1) і сумарних (2) канцерогенних ризиків [3]:

$$ICR_i = SF \times LADD_i, \quad (1)$$

де ICR_i – індивідуальний канцерогенний ризик від впливу i -ї речовини; SF – фактор нахилу, $\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{день})^{-1}$; $LADD_i$ – середньодобова доза i -ї речовини протягом життя, $(\text{мг}/\text{кг} \cdot \text{день})$.

$$R_{\text{сум}} = \sum R_i, \quad (2)$$

де $R_{\text{сум}}$ – сумарний канцерогенний ризик; R_i – канцерогенний ризик індивідуума протягом життя від впливу i -ї речовини.

Характеристика ризику розвитку неканцерогенних ефектів для окремих речовин проводилася на основі розрахунків коефіцієнта небезпеки (3) та індексу небезпеки (4) [3]:

$$HQ = AC/RfC, \quad (3)$$

де HQ – коефіцієнт небезпеки; AC – усереднена концентрація, мг/м^3 ; RfC – референтна (безпечна) концентрація, мг/м^3 .

$$HI_j = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n, \quad (4)$$

де HI_j – індекс небезпеки; HQ_i – коефіцієнти небезпеки для кожної забруднюючої речовини.

Серед пріоритетних забруднюючих речовин, присутніх у житловій зоні, канцерогенною дією володіє бензопірен. Рівні індивідуального канцерогенного ризику для здоров'я населення від впливу бензопірену у вибраних перехрестях представлені у табл.6.

Таблиця 6 – Індивідуальний канцерогенний ризик для здоров'я населення від впливу бензопірену

Назва перехрестя	Індивідуальний канцерогенний ризик ICR
б. Вінтера – вул. Гребельна	$1,83 \times 10^{-5} \div 1,05 \times 10^{-3}$
пр. Леніна – пр. Металургів	$7,47 \times 10^{-6} \div 3,1 \times 10^{-4}$
вул. Перемоги – вул. Тюленіна	$1,0 \times 10^{-5} \div 3,2 \times 10^{-4}$
вул. Перемоги – вул. Патріотична	$1,69 \times 10^{-5} \div 3,9 \times 10^{-4}$
пр. Леніна – вул. Українська	$9,4 \times 10^{-6} \div 3,7 \times 10^{-4}$
вул. Лепіка – вул. Набережна	$1,28 \times 10^{-8} \div 7,06 \times 10^{-7}$
пр. Леніна – вул. Артема	$2,04 \times 10^{-5} \div 1,2 \times 10^{-3}$
вул. Радгоспна – вул. Культурна	$1,06 \times 10^{-5} \div 2,2 \times 10^{-4}$
вул. Задніпровська – вул. Новгородська	$8,09 \times 10^{-6} \div 4,5 \times 10^{-4}$

Значення розрахованих індивідуальних ризиків протягом всього життя для бензопірену знаходяться на деяких перехрестях на рівні 10^{-5} – 10^{-3} , що є досить високим показником для міста Запоріжжя та неприпустимим для населення в цілому. Виникнення такого рівня ризику вимагає розробки та проведення планових оздоровчих заходів.

Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від автотранспорту, представлені у табл.7, свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів ($HQ > 1$) у деяких місцях заміру рецепторних точок.

Середні значення коефіцієнтів небезпеки для пріоритетних забруднюючих речовин мають перевищення: на перехресті пр. Леніна – вул. Артема для оксиду вуглецю $HQ_{\text{середній}} = 1,195$, для діоксиду азоту $HQ_{\text{середній}} = 1,475$, для вуглеводнів $HQ_{\text{середній}} = 2,44$, для бензопірену $HQ_{\text{середній}} = 2,225$; на перехресті б. Вінтера – вул. Гребельна для вуглеводнів $HQ_{\text{середній}} = 2$, для бензопірену $HQ_{\text{середній}} = 2,086$; на перехресті вул. Перемоги – вул. Тюленіна для вуглеводнів $HQ_{\text{середній}} = 1,108$.

Результати розрахунків індексів небезпеки, представлені в табл.8, свідчать про наявність перевищень безпечних рівнів впливу ($HI > 1$) сукупності пріоритетних забруднюючих речовин на органи дихання (ОД), кровоносну систему (КС), імунну систему (ІС), центральну нервову систему (ЦНС), вроджений дефект розвитку (ВДР), серцево-судинну систему(ССС).

Значення індексів небезпеки при довічному інгаляційному впливі в більшості рецепторних точках знаходяться на середньому рівні, в результаті чого існує ризик розвитку

Таблиця 7 – Коефіцієнти небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від автотранспорту

Назва перехрестя	Коефіцієнти небезпеки HQ			
	оксид вуглецю	діоксид азоту	вуглеводні	бензопірен
б. Вінтера – вул. Гребельна	0,037÷1,567	0÷1,975	0,05÷ 3,95	0,067÷ 4,1
пр. Леніна – пр. Металургів	0,02 ÷ 0,633	0 ÷ 0,975	0,03÷ 1,24	0,033÷ 1,233
вул. Перемоги – вул. Тюленіна	0,0177 ÷ 0,7	0 ÷ 0,975	0,05÷ 3	0,033÷1,237
вул. Перемоги – вул. Патріотична	0,0377÷0,927	0÷1,475	0,05÷ 1,6	0,067÷ 1,55
пр. Леніна – вул. Українська	0,01÷0,657	0 ÷ 0,975	0,05÷ 1,45	0,033÷ 1,433
вул. Леппіка – вул. Набережна	0,0177÷0,69	0	0	0,0001 ÷0,003
пр. Леніна – вул. Артема	0,05÷2,34	0÷2,95	0,1÷ 4,8	0,083÷4,617
вул. Радгоспна – вул. Культурна	0,01÷0,507	0÷0,9	0,044 ÷ 0,942	0,033 ÷0,83
вул.Задніпровська–вул.Новгородська	0,027÷0,877	0÷0,9825	0,03 ÷ 0,795	0,033 ÷0,75

Таблиця 8 – Індекси небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від автотранспорту

Назва перехрестя	Індекси небезпеки HI					
	ОД	ІС	КС	ЦНС	ВДР	ССС
б. Вінтера – вул. Гребельна	0,05÷ 5,925	0,0117÷ 8,05	0,05÷ 5,925	0,05÷ 3,95	0,104÷ 5,667	0,087÷ 5,517
пр. Леніна – пр. Металургів	0,03÷ 2,215	0,063÷ 2,47	0,03÷ 2,215	0,03÷ 2,24	0,053÷ 1,866	0,05÷ 1,87
вул. Перемоги – вул. Тюленіна	0,05÷ 0,225	0,083÷ 2,487	0,05÷ 2,225	0,05÷ 1,25	0,0507÷ 1,94	0,068÷ 1,95
вул. Перемоги – вул. Патріотична	0,05÷ 3,075	0,017÷ 3,15	0,05÷ 3,075	0,05÷ 1,6	0,1047÷ 2,47	0,087÷ 2,52
пр. Леніна – вул. Українська	0,05÷ 2,425	0,083÷ 2,88	0,05÷ 2,425	0,05÷ 1,45	0,043÷ 2,09	0,06÷2,1
вул. Леппіка – вул. Набережна	0	0,0001÷ 0,003	0	0	0,0178÷ 0,696	0,0117÷ 0,093
пр. Леніна – вул. Артема	0,1÷ 7,75	0,18÷ 9,42	0,1÷ 7,75	0,1÷4,8	0,13÷ 6,96	0,15÷ 7,14
вул. Радгоспна – вул. Культурна	0,44÷ 1,92	0,077÷ 1,82	0,044÷ 1,92	0,044÷ 0,94	0,043÷ 1,39	0,054÷ 1,45
вул. Задніпровська – вул. Новгородська	0,3÷2, 77	0,063÷ 3,545	0,3÷ 2,78	0,03÷ 1,79	0,06÷ 2,63	0,057÷ 2,67

шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення (людей похилого віку, вагітних і дітей). Найбільший внесок забруднюючі речовини при довічному інгаляційному впливі вносять у формування захворюваності імунної системи, органів дихання та кровоносної системи.

Аналізуючи вищевикладене на підставі проведених досліджень з оцінки ризику для здоров'я населення від впливу викидів автотранспорту, необхідно проведення природоохоронних заходів з мінімізації викидів забруднюючих речовин від автотранспорту.

Висновки.

1. Рівень канцерогенного ризику для здоров'я населення м. Запоріжжя від бенз(а)пірену відповідає зоні умовно прийнятної (допустимої) ризику. Такий рівень канцерогенного ризику не потребує проведення екстрених заходів з його усунення, однак

необхідно проводити додаткові заходи щодо його зниження.

2. Результати розрахунків коефіцієнтів небезпеки при оцінці інгаляційних впливів викидів забруднюючих речовин від автотранспорту знаходяться у інтервалі: для оксиду вуглецю $HQ = 0,01 \div 2,34$, для діоксиду азоту $HQ = 0 \div 2,95$, для вуглеводнів $HQ = 0 \div 4,8$, для бензопірену $HQ = 0,0001 \div 4,62$.

3. Результати розрахунків індексів небезпеки знаходяться в таких межах у напрямленнях: на органи дихання $HQ_{\text{середній}} = 0 \div 3,92$, на імунну систему $HQ_{\text{середній}} = 0,00145 \div 47,9$, на кровоносну систему $HQ_{\text{середній}} = 0 \div 3,91$, на центральну нервову систему $HQ_{\text{середній}} = 0 \div 2,44$, на серцево-судинну систему $HQ_{\text{середній}} = 0,35 \div 3,63$, на утворення вроджених дефектів розвитку $HQ_{\text{середній}} = 0,36 \div 3,54$.

4. Результати розрахунків індивідуального канцерогенного ризику, коефіцієнтів небезпеки та індексів небезпеки для здоров'я населення на контрольних перехрестях свідчать про малий та середній рівні ризику при довічному впливі, в результаті чого існує ризик розвитку шкідливих ефектів у особливо чутливих підгруп населення, що доводить необхідність проведення природоохоронних та профілактичних заходів на етапі управління ризиком.

ЛІТЕРАТУРА

1. Автомобільний транспорт як джерело забруднення атмосферного повітря м. Запоріжжя / В.Г.Рижков, Г.Б.Кожемякин, К.В.Савела, С.В.Гаген // Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення: V Між нар. наук.-практ. конф., 2009 р.: матеріали. – Харків: УкрНДІЕП, 2009. – Т. 2. – С.248-252.
2. Белоконь К.В. Екологічна оцінка автотранспорту міста Запоріжжя за показниками кількості викидів шкідливих речовин / К.В.Белоконь, Т.В.Шкляр // Металургія та енергозбереження як основа сучасної промисловості: XIX наук.-техн. конф. студентів, магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА, 2014 р.: тези доповідей. – Запоріжжя: ЗДІА, 2014. – Т. I. – С.83.
3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина [и др.] – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143с.
4. Турос О.І. Оцінка екологічних ризиків від діяльності автотранспорту м. Запоріжжя: звіт про науково-дослідну роботу / О.І.Турос. – К. – ІГМЕ ім. О.М.Марзєєва, 2007. – 91с.

Надійшла до редколегії 30.06.2015.

УДК 631:333.46

ФЕДЬКО С.О., к.т.н., доцент

Дніпродзержинський державний технічний університет

АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОГО ТРАВМАТИЗМУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ЙОГО ПРОГНОЗУВАННЯ ТА ПРОФІЛАКТИКИ

Вступ. Сучасний стан охорони праці в Україні викликає серйозне занепокоєння. Щорічно майже 17 тис. осіб стають інвалідами, чисельність пенсіонерів унаслідок трудового каліцтва перевищила 150 тис. осіб, щорічна загальна сума виплат на фінансування пільгових пенсій з трудового каліцтва, відшкодування заподіяної шкоди потерпілим від нещасних випадків на виробництві та інших виплат, пов'язаних із незадовільними умовами, перевищує 1 млрд. грн.

Відомо, що на рівень виробничого травматизму впливають велика кількість чинників, які діють у взаємному зв'язку, і обумовленості. Тому рівень організаційної