

## ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ ДЛЯ ЗДОРОВ'Я ДІТЕЙ І ДОРОСЛОГО НАСЕЛЕННЯ МІСТ ВІД ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ ВИКИДІВ АВТОТРАНСПОРТУ

Чепель А.Є., Кофанова О.В., Євтеєва Л.І.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
пр. Перемоги, 37, 03056, м. Київ  
allachepel@ukr.net

Роботу присвячено вивченню впливу викидів автотранспорту на доросле й дитяче населення міст, яке проживає та/або постійно перебуває в зоні впливу забрудненого повітряного середовища. Актуальність дослідження зумовлена значним зростанням на дорогах великих міст та урбанізованих територій інтенсивності й щільності автотранспортних потоків; нестачею місць для паркування автомобілів; утворенням заторів на дорогах, що призводить до значного підвищення ризику для здоров'я населення від викидів автотранспортних засобів, а отже, і до необхідності кількісного та якісного оцінювання рівня екологічної безпеки дорослого й дитячого населення. Для дослідження впливу викидів автотранспорту на здоров'я людей проведено натурні спостереження за автотранспортними потоками міста (на прикладі Києва). З метою кількісного оцінювання ризику для здоров'я людей для дослідження вибрано території, на яких сконцентровано спортивні й дитячі майданчики, дитячі садочки, школи, зони рекреації тощо. Для аналізу використано емпіричні дані постів спостережень Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського (м. Київ) щодо рівнів забруднення атмосферного повітря за 2020 р., а саме постів спостережень № 6 (площа Перемоги), № 7 (Бессарабська площа), № 8 (бульвар Лесі Українки, 29) та № 20 (площа Деміївська). Проведений аналіз показав, що на 1 000 осіб, які постійно перебувають у районах спостереження, близько 196...259 осіб можуть страждати від хронічної, у тому числі важкої, інтоксикації через вдихання забрудненого повітря. Новизною роботи є теоретичне обґрунтування екологічної безпеки дитячого та дорослого населення міста, які перебувають на спортивних і дитячих майданчиках, у зонах рекреації тощо, під впливом викидів автотранспортних засобів. Практичне значення мають розрахунки ризику для здоров'я населення від впливу таких токсикантів, як сульфур(IV) оксид SO<sub>2</sub>, нітроген(IV) оксид NO<sub>2</sub>, формальдегід HC(O)H. Результати обрахунку ризику для здоров'я людей від забрудненого викидами автотранспорту повітря дають змогу оцінити динаміку неспецифічних токсичних ефектів у разі хронічної інгаляційної інтоксикації дитячого й дорослого населення міста, встановити і спрогнозувати потенційні наслідки такого впливу та на цій основі вибрати дієві запобіжні заходи. *Ключові слова:* автомобільний транспорт, екологічна безпека, атмосферне повітря, відпрацьовані гази, забруднювальні речовини, ризик для здоров'я населення.

**Assessment of the risk to the health of children and adults from the harmful effects of the motor transport emissions in cities. Chepel A., Kofanova O., Yevteyeva L.**

The work is devoted to the study of the impact of vehicle emissions on the adult and child population living in cities or permanently being in the zone of high air pollution. The relevance of the study is due to a significant increase in large cities and urban areas, the intensity and density of traffic flows, lack of parking spaces, traffic jams, which lead to a significant increase in public health risk from vehicle emissions, and, consequently, leads to the need to quantify the level of environmental safety of both adults and children. For a more detailed study of the impact of motor transport on children's health, firstly, field observations of the city's motor traffic flows were conducted, and secondly, for the quantitative assessment of human health risk, areas where kindergartens and schools, sports and playgrounds, as well as recreational areas are concentrated were selected. The analysis used data from the observation posts of the Borys Sreznevsky Central Geophysical Observatory (Kyiv) on the levels of air pollution in 2020, namely № 6 (Peremogi square), № 7 (Bessarabian square), № 8 (Lesia Ukrainka boulevard, 29), № 20 (Demiiivska square). The analysis showed that per 1,000 people who are constantly present in the observation areas, about 196...259 people may suffer from chronic intoxication due to inhalation of polluted air. The novelty of the work includes a theoretical study and practical calculations to confirm the risk to public health from the harmful effects of sulfur (IV) oxide SO<sub>2</sub>, nitrogen (IV) oxide NO<sub>2</sub>, formaldehyde HC(O)H on the example of areas affected by negative impact in Kyiv. The study of the potential health risk of air pollution from motor vehicle emissions is important, because this data will allow us to assess the development of non-specific toxic effects of chronic inhalation intoxication of children and adults in urban areas and choose precautions. *Key words:* motor transport, ecological safety, atmospheric air, exhaust gases, pollutants, risk for public health.

**Вступ.** Збільшення кількості автотранспортних засобів (далі – АТЗ), особливо приватного, розширення простору відкритого паркування та збільшення площі для зберігання автомобілів у житлових масивах великою мірою чинять вплив на показники якості атмосферного повітря, підвищують рівень забруднення повітряного простору високоурбанізованих територій. Ситуацію значно погіршує будівництво підземних паркінгів у селітебній зоні, а також

зберігання приватного автотранспорту поблизу житлових будинків.

**Постановка проблеми.** Останніми роками в Україні інтенсивно розвивається будівництво так званих спальних кварталів. Сучасні житлові будинки об'єднуються в масштабні житлові комплекси, які включають різні елементи інфраструктури, зокрема дитячі майданчики та зони рекреації, обладнані ігровими та/або спортивними спорудами. Такі

майданчики й зони рекреації активно використовуються для прогулянок та ігор із дітьми, занять спортом тощо.

Отже, надзвичайно **актуальним завданням** є оцінювання ризику та рівнів впливу забрудненого викидами автотранспорту повітря на здоров'я дітей і мешканців будинків, які проживають у районах підвищеного техногенного навантаження.

**Метою роботи** є визначення рівня впливу викидів припаркованих поблизу будинків автотранспортних засобів на дитячі майданчики та здоров'я мешканців будинків у разі хронічного впливу шкідливого атмосферного повітря.

**Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями.** Необхідність мінімізації шкідливого впливу автомобілів на здоров'я жителів міст відповідає головним засадам, що визначені в Основних напрямках державної політики України у галузі охорони довкілля, використання природних ресурсів та забезпечення екологічної безпеки (затверджених Постановою Верховної Ради України від 5 березня 1998 р. № 188/98-ВР) та Стратегії державної екологічної політики України на період до 2030 року (затверджена Законом України від 28 лютого 2019 р. № 2697-VIII).

Проведене дослідження щодо шкідливого впливу автотранспорту на здоров'я дітей і дорослого населення міст, яке проживає та/або постійно перебуває в зоні забрудненого атмосферного повітря, дає змогу оцінити реальну ситуацію та на цій основі розробити дієві шляхи зменшення ризику для здоров'я людей, у тому числі за рахунок екологічно сприятливого планування селітебних зон та об'єктів автотранспортної інфраструктури.

**Аналіз попередніх досліджень і публікацій.** Вплив автотранспорту на якість міського повітряного середовища досліджували провідні вітчизняні й зарубіжні вчені, наприклад Г.О. Татарченко, І.В. Кравченко, М.В. Писаренко, С.Л. Поркуян [1], В.В. Славін, В.В. Томаш [2]. Ризик для здоров'я людей від впливу забрудненого атмосферного повітря досліджено у працях таких учених, як О.О. Борисов [3; 4], І.О. Рабош [5], В.В. Тарасова [6], А.В. Степаненко та А.А. Омельченко [7].

Отже, на сьогодні досліджено й обґрунтовано багато різноманітних способів запобігання впливу автомобільного транспорту на атмосферне повітря й придорожні території. Проте всі запропоновані методи лише зменшують негативний вплив від викидів автомобілів, а не усувають його повністю. Тому зі збільшенням кількості АТЗ кожного року, особливо у приватному секторі, та зі зростанням захворюваності дітей на респіраторні, нервові й навіть онкологічні захворювання проблема захисту атмосферного повітря від негативного впливу автомобілів залишається дуже актуальною.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.**

У дослідженнях О.П. Ігнатенко [8], Н.І. Білошицької та співавторів [9] зазначається, що в містах діти становлять до 25% жителів / мешканців дворових комплексів. І велику частину свого часу (за оцінками, 30–50%) вони проводять, граючись на дитячих майданчиках і рекреаційних територіях. Навіть у разі відсутності у дворі спеціально обладнаного дитячого чи спортивного майданчика дітлахи граються на тротуарах поблизу під'їздів, на проїзних частинах двора тощо.

За даними ВООЗ [10; 11], приблизно 93% дітей дихають забрудненим повітрям, що ставить під загрозу їхнє життя і здоров'я, здоров'я наступних поколінь. Головними причинами більшої уразливості дитячого організму щодо негативного впливу забрудненого повітря є те, що діти дихають частіше, ніж дорослі, а також мають невеликий зріст (багато поллютантів концентруються саме поблизу земної поверхні). Крім того, жваві дитячі ігри та зайняття спортом потребують багато рухів і, відповідно, надлишкового споживання кисню.

**Новизна та загальнонаукове значення.** Для оцінки ступеня забруднення територій міста, а також спортивних і дитячих майданчиків, рекреаційних зон тощо використовували натурні спостереження щодо інтенсивності й щільності автотранспортних потоків на дорогах столиці в різні періоди доби, а також емпіричні дані Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського (м. Київ, далі – ЦГО) щодо вмісту в атмосферному повітрі основних токсикантів – компонентів викидів автомобілів [12].

Дослідження потенційного ризику для здоров'я населення від забруднення приземного повітряного середовища викидами автотранспорту має вагоме значення, оскільки отримані дані дадуть змогу оцінити факт розвитку неспецифічних токсичних ефектів у разі хронічної інгаляційної інтоксикації дитячого й дорослого населення міст, потенційні наслідки впливу та вибрати запобіжні заходи. Цей напрям дослідження повністю відповідає законам України «Про охорону навколишнього природного середовища» та «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», а також іншим законодавчим актам.

**Виклад основного матеріалу.** З огляду на рівень автомобілізації актуальною залишається проблема зберігання індивідуального автотранспорту. У великих містах із досить щільною міською забудовою не завжди в житлових комплексах досить простору, щоб забезпечити всіх мешканців місцями для паркування. Це призводить до того, що автовласники припарковують автомобілі безпосередньо на внутрішній території двора, іноді навіть прямо під вікнами сусідів чи на території поблизу дитячих та/або спортивних майданчиків. Унаслідок такого зберігання АТЗ на замкнутих внутрішніх територіях дворів (так званих дворів «колодязного» типу), навіть віддалених від автомагістралей, формується стійке забруднення атмосферного повітря негативними викидами двигунів

автотранспорту, що значно загострюється застійними явищами, які виникають на тлі великої кількості поверхів, що огортають територію двора.

Під час роботи двигуна автомобіля в атмосферу викидаються такі шкідливі речовини, як карбон(II) оксид CO, карбон(IV) оксид CO<sub>2</sub>, оксиди Нітрогену NO<sub>x</sub>, сульфур(IV) оксид SO<sub>2</sub>, озон O<sub>3</sub>, бенз(а)пірен C<sub>20</sub>H<sub>12</sub>, а також дрібнодисперсні тверді частинки РМ. Через тертя шин з асфальтом, стирання гальмівних колодок, витіки пального чи мастил тощо досить часто спостерігається потрапляння до навколишнього середовища сполук важких металів, зокрема Плюмбуму, Кадмію тощо, які створюють додаткові загрози здоров'ю людей, особливо дітей [4].

Відпрацьовані гази двигунів АТЗ містять чадний газ (карбон(II) оксид CO), який утворюється під час неповного згоряння палива. Взаємодіючи з гемоглобіном крові, CO утворює стійку сполуку – карбоксигемоглобін, що стає перешкодою для газообміну у клітинах, унаслідок чого в людини спостерігається кисневе голодування. Отже, небезпечний вплив чадного газу полягає в погіршенні здатності крові людини переносити кисень. Вуглекислий газ CO<sub>2</sub> не є токсичним, проте його висока концентрація в атмосферному повітрі, особливо в поєднанні з низькою концентрацією кисню, чинить небезпечний вплив на здоров'я людини, викликає проблеми зі сном, запаморочення, головні болі, світлобоязнь та інші негативні прояви.

Зі збільшенням температури двигуна в атмосферу викидаються шкідливі оксиди Нітрогену, зокрема, нітроген(II) оксид NO, який у навколишньому середовищі досить швидко окиснюється до нітроген(IV) оксиду NO<sub>2</sub>, який є потужним забруднювачем атмосферного повітря та чинником утворення фотохімічного

смогу в містах і на високоурбанізованих територіях. Нітроген(IV) оксид може вражати дихальні шляхи й легені, впливати на них, а також на кількість гемоглобіну у крові людини. У дітей нітроген(IV) оксид спричинює кисневе голодування тканин, збільшує канцерогенний вплив інших токсичних речовин і, як наслідок, може спровокувати появу злоякісних новоутворень.

Бенз(а)пірен C<sub>20</sub>H<sub>12</sub> належить до поліароматичних вуглеводнів, а отже, є одним із найпотужніших канцерогенів. Потрапляючи до організму людини, він має накопичувальний ефект та постійно «отруює» організм. Доведено, що в місцях накопичення в повітрі бенз(а)пірену збільшується кількість випадків захворювання на рак легень і смертей через нього [13].

Для дослідження впливу викидів АТЗ на здоров'я дітей і мешканців багатоповерхових будинків нами було вибрано території, на яких сконцентрована велика кількість дитячих і спортивних майданчиків, дитячих садочків, шкіл, зон рекреації, а також які розташовані поруч із постами спостереження ЦГО.

Зокрема, у звітах ЦГО зазначено, що такі домішки, як нітроген(IV) оксид NO<sub>2</sub>, сульфур(IV) оксид SO<sub>2</sub> і формальдегід HC(O)H є речовинами, які регулярно перевищують гранично допустимі концентрації (далі – ГДК) у різних частинах міста. Отже, для аналізу ризику для здоров'я населення від забруднення атмосферного повітря зазначеними токсикантами було проаналізовано емпіричні дані ЦГО щодо середньорічних концентрацій домішок за 2020 р. [14] на постах спостережень № 6 (площа Перемоги), № 7 (Бессарабська площа), № 8 (бульвар Лесі Українки, 29), № 20 (площа Деміївська) (рис. 1), на яких спостерігаються максимальні рівні забруднення повітряного середовища (рис. 2–4).

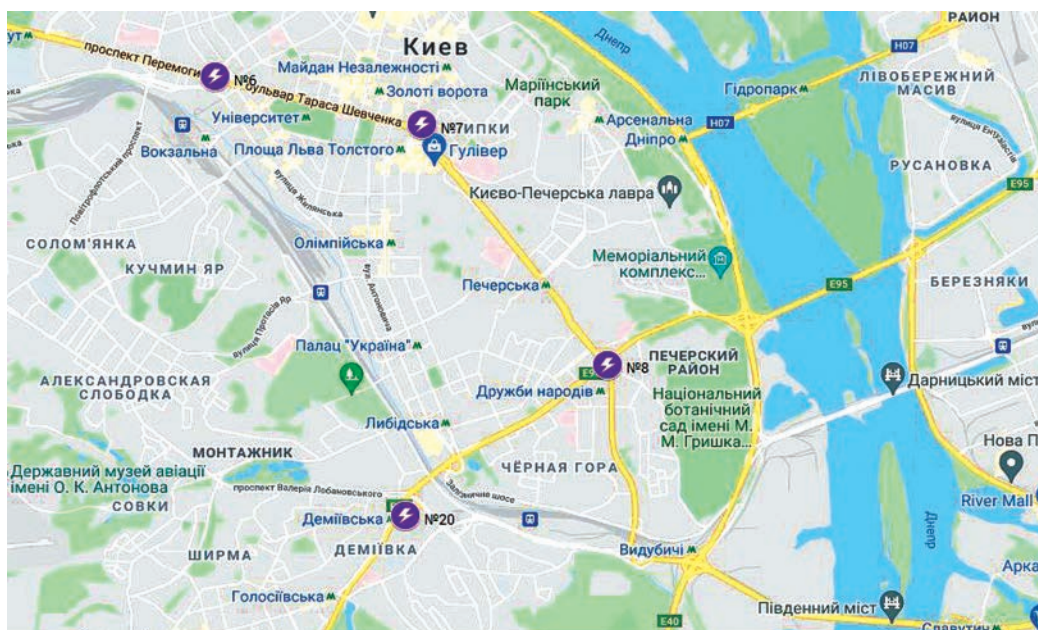


Рис. 1. Розташування постів спостереження ЦГО на карті м. Києва, вибраних для аналізу даних щодо забруднення атмосферного повітря [14]

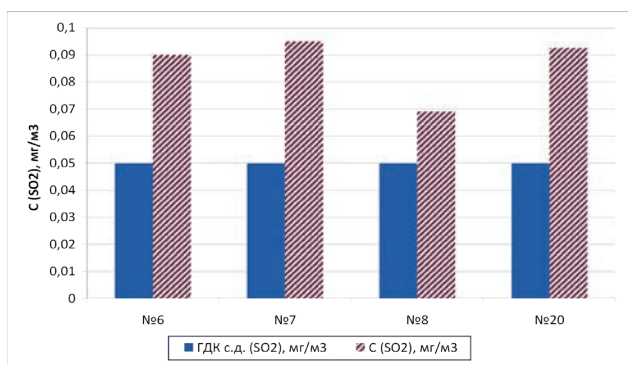


Рис. 2. Рівні забруднення міського атмосферного повітря домішками сульфур(IV) оксиду SO<sub>2</sub> на досліджуваних постах спостереження ЦГО, м. Київ

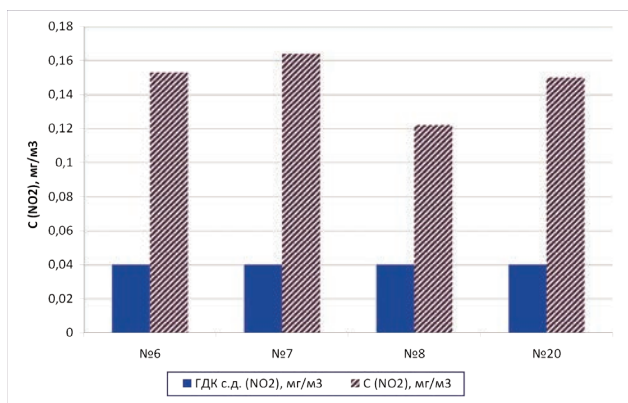


Рис. 3. Рівні забруднення міського атмосферного повітря домішками нітроген(IV) оксиду NO<sub>2</sub> на досліджуваних постах спостереження ЦГО, м. Київ

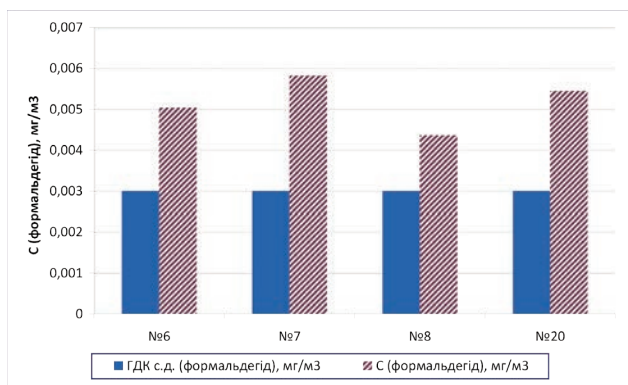


Рис. 4. Рівні забруднення міського атмосферного повітря формальдегідом HC(O)H на досліджуваних постах спостереження ЦГО, м. Київ

Усі хімічні сполуки тією чи іншою мірою чинять вплив на організм людини. Однак кількісні та якісні характеристики впливу залежать від механізму потрапляння до організму, доз і часу впливу. Аналіз загальної захворюваності серед дітей України показав, що за останні 5 років у структурі загальної захворюваності переважають захворювання органів дихання, хвороби шкіри, нервової системи, органів травлення, виникають злякисні новоутворення [11; 15]. Тому

важливим та актуальним завданням є кількісна оцінка шкідливого впливу, який виникає в разі дії найменшої ефективної дози певного токсиканта (табл. 1).

Таблиця 1

**Порівняльна характеристика поширеності захворювань за віковими категоріями дітей та основними класами хвороб, 2020 р. (на 1 000 дітей) [15]**

Клас хвороби	Вік дитини	0–6 років	7–14 років	15–17 років
Інфекційні та паразитарні хвороби		422,55	392,63	460,96
Новоутворення		48,83	65,32	126,32
Хвороби крові та кровотворних органів		218,03	102,72	164,63
Хвороби ендокринної системи		177,34	1169,06	2485,80
Хвороби нервової системи		215,27	468,64	1369,11
Розлади психіки й поведінки		93,27	176,56	297,19
Хвороби ока та його придаткового апарату		381,29	906,10	1626,07
Хвороби вуха та соскоподібного відростка		285,97	294,32	423,73
Хвороби системи кровообігу		54,56	212,21	609,45
Хвороби органів дихання		9159,71	8674,20	10941,08
Хвороби органів травлення		444,49	1181,99	2384,65
Хвороби шкіри й підшкірної клітковини		582,27	516,37	955,28
Хвороби кістково-м'язової системи та сполучної тканини		208,76	1037,34	1905,83
Хвороби сечостатевої системи		186,83	285,86	1079,24
Вроджені аномалії (вади розвитку)		252,07	246,71	324,74
Травми, отруєння		352,92	654,56	951,19

У міжнародній практиці для розрахунку потенційного ризику здоров'ю населення, що пов'язаний із забрудненням атмосфери, використовують оцінку потенційного ризику за умови хронічного впливу забруднення атмосфери [16].

Імовірність розвитку неспецифічних токсичних ефектів у разі хронічної інтоксикації в заданих умовах визначається за формулою (1):

$$\text{Risk} = 1 - \exp(\ln(0,84) \times (C(X)/\text{ГДК}_{\text{с.д.}}(X))^b / K_3), \quad (1)$$

де  $C(X)$  – середньорічна концентрація речовини  $X$ , що впливає за проміжок часу;

$\text{ГДК}_{\text{с.д.}}(X)$  – гранично допустима концентрація середньодобова;

$K_3$  – коефіцієнт запасу;

$b$  – коефіцієнт, що дає змогу оцінити ізоефективні ефекти домішок різних класів небезпеки [16] (табл. 2).

Оскільки в атмосферному повітрі зазвичай міститься не одна шкідлива домішка, потрібно визначити потенційний ризик комплексного впливу токсикантів на організм людини. Оцінити такий ризик можна за правилом множення ймовірностей із використанням формули (2):

Таблиця 2

**Значення коефіцієнтів для речовин за класами небезпеки [16]**

Клас небезпеки шкідливих речовин	Коефіцієнт запасу $K_3$	Коефіцієнт $b$
1	7,5	2,35
2	6,0	1,28
3	4,5	1,0
4	3	0,87

$$Risk_{\Sigma} = 1 - (1 - Risk_1)(1 - Risk_2)(1 - Risk_3) \dots (1 - Risk_n), \quad (2)$$

де  $Risk_{\Sigma}$  – потенційний ризик комплексного впливу шкідливих речовин;

$Risk_1, Risk_2, \dots, Risk_n$  – потенційні ризики впливу кожної окремої домішки.

Для обробки результатів використовуємо рангову шкалу (табл. 3), а також ГДК<sub>м.р.</sub> шкідливих речовин за класами небезпеки (табл. 4). Розраховані дані ризику для здоров'я людей за кожною з речовин та за умов комплексного впливу забруднювачів за вибраними постами спостереження ЦГО наведено в таблиці 5.

Таблиця 3

**Залежність ваги ефектів від величини ризику здоров'ю населення [16]**

Вага ефектів	Risk
Рівні мінімального ризику	<0,1
Граничні хронічні ефекти	0,1–0,19
Важкі хронічні ефекти	0,2–0,59
Важкі гострі ефекти	0,6–0,89
Смертельні ефекти	0,9–1,0

Таблиця 4

**ГДК<sub>м.р.</sub> шкідливих речовин за класами небезпеки [17]**

Речовина	ГДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ГДК <sub>с.д.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Клас небезпеки
Сульфур(IV) оксид SO <sub>2</sub>	0,5	0,05	3
Нітроген(IV) оксид NO <sub>2</sub>	0,2	0,04	3
Формальдегід HC(O)H	0,035	0,003	2

Таблиця 5

**Розрахунки ризиків за досліджуваними постами спостереження ЦГО, м. Київ, 2020 р.**

Ризик	ПС № 6	ПС № 7	ПС № 8	ПС № 20
Risk(SO <sub>2</sub> )	0,068	0,071	0,052	0,070
Risk(NO <sub>2</sub> )	0,137	0,147	0,111	0,136
Risk(HC(O)H)	0,055	0,066	0,046	0,061
Risk <sub>Σ</sub>	0,240	0,259	0,196	0,246
Вага ефектів	Важкі хронічні ефекти		Граничні хронічні ефекти	Важкі хронічні ефекти

Отже, на основі проведеного аналізу доходимо висновку, що на 1 000 осіб, які постійно перебувають у районах спостереження та вдихають забруднене повітря, 196...259 осіб можуть мати симптоми хронічної інтоксикації, зокрема важкої. Причому найбільші концентрації токсикантів спостерігаються саме на придорожніх територіях, перехрестях тощо, особливо під час утворення заторів, а також у дворах «колодязного» типу, де можливі застійні явища.

Натурні спостереження дворових територій показують, що ці території, як правило, мають невелику площу рекреаційних, «зелених» зон, на них зосереджено багато припаркованих приватних автомобілів, а для благоустрою дворів використано автомобільні шини, диски, вироби з пластмаси тощо. Часто дитячі та/або спортивні майданчики, рекреаційні зони розташовані поблизу стоянок автомобілів. А оскільки покриття більшості дитячих (спортивних) майданчиків ґрунтове, то на них спостерігається локальне концентрування токсикантів, які разом із пилом створюють ще більшу небезпеку для здоров'я дітей і дорослих. Отже, за нашими спостереженнями, обстежені дворові території м. Києва не відповідають гігієнічним нормам щодо вмісту хімічних речовин у ґрунті, а також за якістю атмосферного повітря та благоустрою території [17; 18].

**Головні висновки та перспективи дослідження.** Таким чином, для ефективного вирішення проблеми забруднення атмосферного повітря шкідливими домішками, які є компонентами викидів АТЗ, необхідно застосовувати комбінований підхід, який включає в себе об'ємне планування, екологічні й соціальні аспекти, розрахунок ризиків для здоров'я населення, зокрема дітей, а також встановлення економічних збитків від екологічних ризиків.

Під час планування дворових територій необхідно більше уваги приділяти їх озелененню, адже рослини виконують санітарно-гігієнічну функцію: очищують повітря, здійснюють його іонізацію, захищають від шуму. Потрібно чітко розмежовувати території для дитячого відпочинку, занять спортом, вихову тварин та не допускати паркування АТЗ поряд із цими територіями. Звільнення дворових територій від автостоянок, навіть тимчасових, сприятиме значному скороченню викидів шкідливих речовин із відпрацьованими газами автомобілів.

Проведене дослідження в майбутньому може бути використане для прогнозування рівнів забруднення територій міста шкідливими домішками; прогнозування індивідуального ризику для здоров'я дітей і дорослих, які перебувають на територіях ігрових та спортивних майданчиків під впливом забрудненого атмосферного повітря; оцінки ризиків під час планування будівництва автомобільних доріг, селітебних зон, дитячих і спортивних майданчиків, зон рекреації тощо.

## Література

1. Дослідження забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту в міському середовищі / Г.О. Татарченко, І.В. Кравченко, М.В. Писаренко, С.Л. Поркуян. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 8. С. 99–104.
2. Славін В.В., Томаш В.В. Зниження шкідливого впливу автомобілів на оточуюче середовище. *Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія «Технічні науки»*. 2018. Т. 29(68). № 6. Ч. 2. С. 162–166.
3. Борисов О.О., Кофанов О.С. Екологічне навантаження з боку автотранспортних потоків на придорожні території рекреаційного призначення. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2018. № 4. С. 124–133.
4. Борисов О.О., Кофанова О.В. Проблеми вторинної міграції хімічних елементів – інгредієнтів викидів автотранспортних засобів на придорожніх рекреаційних територіях міст. *Екологічні науки*. 2019. Вип. 1(924). Т. 1. С. 17–21.
5. Рабош І.О., Кофанова О.В. Оцінювання ризиків для здоров'я населення внаслідок забруднення довкілля автотранспортом (на прикладі міста Києва). *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2018. № 4(54). С. 115–124.
6. Тарасова В.В. Вплив забруднення атмосферного повітря на здоров'я населення. *Агросвіт*. 2013. № 16. С. 24–28.
7. Степаненко А.В., Омельченко А.А. Забруднення атмосферного повітря та його джерела і наслідки для населення й довкілля. *Економіка природокористування: стан, проблеми, перспективи (ЕПК–2016)* : збірник наукових праць II Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції, м. Ірпінь, 29 березня 2016 р. Ірпінь : УДФСУ, 2016. С. 180–196. URL: [http://ir.nusta.edu.ua/jspui/bitstream/doc/354/1/312\\_IR.pdf](http://ir.nusta.edu.ua/jspui/bitstream/doc/354/1/312_IR.pdf).
8. Ігнатенко О.П. Державне регулювання сфери благоустрою населених пунктів : дис. ... докт. наук з держ. упр. : 25.00.02. Київ, 2016. 471 с.
9. Прибудинкові території: тенденції організації та їх проблеми / Н.І. Білошицька, Г.О. Татарченко, М.В. Білошицький, П.С. Уваров. *Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля*. 2019. № 3. С. 39–47.
10. Загрязнение воздуха и здоровье детей: рекомендуем чистый воздух : резюме. Женева : Всемирная организация здравоохранения, 2018. URL: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/275595/WHO-CED-PHE-18.01-rus.pdf> (дата звернення: 08.12.2021).
11. Рекомендации ВОЗ по качеству воздуха, касающиеся твердых частиц, озона, двуокиси азота и двуокиси серы. 2006. URL: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/87502/WHO\\_SDE\\_PHE\\_OEH\\_06.02\\_rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/87502/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_rus.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (дата звернення: 05.12.2021).
12. Огляд стану забруднення навколишнього природного середовища на території України за даними спостережень гідрометорологічних організацій у 2020 році / Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. Київ, 2021. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/data/ukr-zabrud-viz-1/oglyad-stanu-zabrudnennya-2020-sayt.pdf> (дата звернення: 07.12.2021).
13. Бензпірен як фактор ризику виникнення онкологічних захворювань / Н.Ю. Шаповаленко, Н.М. Сівкова, І.В. Короткова, Л.В. Степаненко, Т.В. Сахно. *Медицина транспорту України*. 2010. № 1. С. 72–76.
14. Спостереження за забрудненням атмосферного повітря в м. Києві / Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського. URL: <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua/index.php?fn=lsza&f=lsza> (дата звернення: 01.12.2021).
15. Основні показники здоров'я населення та використання ресурсів охорони здоров'я в Київській області за 2020 рік / КНП КОР «Київський обласний центр громадського здоров'я». Київ, 2021. URL: <https://kgrphc.org.ua/wp-content/uploads/2021/04/kniga-2020.pdf> (дата звернення: 07.12.2021).
16. Караєва Н.А., Варава І.А. Методи і засоби оцінки ризику здоров'ю населення від забруднення атмосферного повітря : практикум. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 56 с.
17. Про затвердження гігієнічних регламентів допустимого вмісту хімічних і біологічних речовин в атмосферному повітрі населених місць : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 14 січня 2020 р. № 52 / Міністерство охорони здоров'я України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0156-20#Text> (дата звернення: 07.12.2021).
18. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами) : Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р. № 201 / Міністерство охорони здоров'я України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0201282-97#Text> (дата звернення: 06.12.2021).