

УДК 502.504.05

С. М. СЕРДЮК – канд. біол. наук, доцент, Дніпропетровський національний університет ім. О. Гончара, semicvetik25@i.ua

## АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЧНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ МІСЬКОГО СЕРЕДОВИЩА В УМОВАХ ВИСОКОГО АВТОТРАНСПОРТНОГО НАВАНТАЖЕННЯ (НА ПРИКЛАДІ М. ДНІПРОПЕТРОВСЬК)

### Вступ

Обласний центр м. Дніпропетровськ з населенням близько 1 млн. чоловік є одним з найбільших індустріальних міст України. Сконцентрована на території Дніпропетровська велика кількість різних підприємств, скупчень населення, усіляких комунікацій призвела до складної екологічної ситуації, а на окремих ділянках до кризового стану довкілля [1].

Одним з найбільших забруднювачів у сучасному Дніпропетровську є автотранспорт [2]. Його негативний вплив зростає щорічно, що пов'язано з високими темпами автомобілізації. Маневровість, мобільність, високі швидкості доставки вантажів і перевезення пасажирів, комфорт поїздки і інші позитивні якості автомобільного транспорту забезпечили йому підвищені темпи зростання.

Разом з перевагою, яку забезпечує суспільству розвинена транспортна мережа, її прогрес так само супроводжується негативними наслідками — негативною дією вихлопних газів, які представляють собою складну суміш з більш ніж двохсот компонентів, серед яких немало канцерогенів, мутагенів, тератогенів. За найбільшою масовою часткою у відпрацьованих газах автомобілів присутні оксид вуглецю, двоокис азоту, вуглеводні, двоокис сірки, пил, бенз(а)пірен, свинець [3,4,5]. У багатьох великих містах України на частку автотранспорту доводиться 30 і більше відсотків від сумарного об'єму викидів токсичних речовин в атмосферу [6]. За свідченнями провідних урбоекологів [6,7] автомобіль-

ний парк є одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища великих міст, мегаполісів, міських агломерацій, а також – одним з джерел, що створює високий рівень шуму і вібрацію. Вважається, що в міських умовах 60-80% шуму створює рух транспортних засобів [6]. Віддзеркаленням створюваних шумів є загальний технічний рівень і якість автомобілю та дороги. Транспортні фактори (інтенсивність, склад, швидкість руху, експлуатаційний стан автомобілів, різновид вантажів, що перевозяться) найбільше впливають на рівень утворюваного шуму. Чимале значення мають і дорожні фактори: конструктивні особливості доріг (ступінь вирівняності, наявність ухилів, естакад, тунелів і т.і.), їх технічний стан.

Актуальність проблеми для міста підтверджує й те, що перевищення середньодобової концентрації оксиду вуглецю та постійний акустичний дискомфорт (типова ситуація для м. Дніпропетровськ) викликають захворювання дихальних шляхів (бронхіти, астми, пневмонії); підвищують ймовірність вірусних захворювань; визивають ураження органів слуху; впливають на функції окремих органів та систем (системи травлення, серцево-судинної, ендокринної, м'язи й т.і.); призводять до нервово-емоційних перевантажень; сприяють підвищенню смертності осіб із серцево-судинними захворюваннями [8,9,10].

Тому комплексна оцінка умов існування населення урбанізованих територій в зонах впливу напружених автомагістралей та розробка, виходячи з цього, найбільш ефекти-

вних заходів захисту є архіактуальною проблемою сучасності [11].

Упровадження реабілітаційних заходів оздоровлення у життя може істотно полегшити сформовану напружену ситуацію й поліпшити загальну екологічну обстановку в м. Дніпропетровськ.

### Матеріал та методика досліджень

У жовтні-листопаді 2013 року проведено натурне обстеження автотранспортних потоків на 100 основних автомагістралях Дніпропетровська. Як результат були отримані та систематизовані показники інтенсивності руху різних видів автотранспорту в межах міста, розраховані створені цим транспортним потоком концентрації оксиду вуглецю, проведено порівняння їх з  $ГДК_{с.д.}$ .

Забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобілів оцінювалось за концентрацією оксиду вуглецю ( $CO$ ,  $мг/м^3$ ). Визначення максимальної концентрації оксиду вуглецю безпосередньо біля дороги здійснювалося за допомогою формули Рябікова [7]:

$$CO_{max} = (7,33 + 0,26N) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (1)$$

де  $CO_{max}$  – концентрація оксиду вуглецю біля краю дороги,  $мг/м^3$  повітря;  $N$  – інтенсивність руху автомашин у годину “пік”, авто/год. (визначають шляхом безпосереднього обліку);  $K_1$  – коефіцієнт обліку складу транспортного потоку та його середньої швидкості;  $K_2$  – коефіцієнт обліку впливу повздожнього ухилу дороги (при ухилі менш ніж 10 % дорівнює 1).

Подібні дослідження дозволяють розрахувати рівні забруднення повітря чадним газом у різних районах населеного пункту та, виходячи з цього, прогнозувати розвиток у населення захворювань, пов’язаних з негативним впливом автотранспорту. Розрахований за цією методикою рівень оксиду вуглецю характеризує найбільш негативні умови накопичення викидів автотранспорту в приземному шарі атмосфери, тому

що не враховується швидкість вітру. Тобто розрахунок проведений для штильових умов, які є найбільш небезпечними для здоров’я населення.

Виходячи з фактичного рівня  $CO_{max}$  і  $ГДК_{с.д.}$  для  $CO$  ( $3 мг/м^3$ ), ширина санітарно-захисної смуги визначається за формулою:

$$CO_x = 0,5CO_{max} - 0,1X, \quad (2),$$

де  $CO_x$  – концентрація  $CO$  на відстані  $X$  метрів від дороги,  $мг/м^3$ .

Враховуючи, що концентрація  $CO$  поблизу житлових будинків не повинна перевищувати  $ГДК_{с.д.}$  ( $3 мг/м^3$ ), вирішуємо рівняння (2) відносно  $X$ :

$$X = \frac{0,5 \cdot CO_{max} - CO_x}{0,1}, \quad (3)$$

Розрахунок розмірів санітарно-захисних смуг є найбільш доцільним при проектуванні нової забудови з автомобільними дорогами. Для існуючих санітарно-захисних зон можливе порівняння фактичних розмірів з необхідними при існуючому рівні забруднення повітря оксидом вуглецю, як результат отримання даних щодо рівня негативного впливу автотранспорту на умови проживання населення в таких зонах. Саме ці результати повинні стати основою при розробці комплексних заходів оптимізації, які б дозволили зменшити забруднення приземних шарів атмосфери відпрацьованими газами та знизити рівень шуму на автомагістралях.

Рівень шумового забруднення оцінювався шляхом порівняння з допустимим рівнем шуму визначеним у ДБН 360 – 92\*\*. Допустимі стандартизовані характеристики рівня шуму для різних за функціональним призначенням територій наведені в табл. 1.

Згідно діючому у світі та в Україні стандарту, рівень шуму, що створюється автотранспортом (акустична характеристика), визначається шумовимірником на відстані 7 м від першої (ближньої) до розрахункової

точки смуги транспортного потоку. Дані про рівень шуму на головних автомагістралях м. Дніпропетровськ були отримані в результаті натурних вимірювань за допомогою шумовимірювача марки «0026».

Таблиця 1

**Допустимий рівень шуму на різних за характером територіях**

Характер території	Допустимий рівень шуму, дБ	
	Денний час (7.00–23.00)	Нічний час (23.00–7.00)
Селітебні зони населених місць	55	45
Зони масового відпочинку та туризму	50	35...40
Санітарно-курортна зона	40...45	30...35
Заповідні території	25	20
Територія житлової забудови поблизу аеродромів та аеропортів	65	55

**Результати та їх обговорення**

**Забруднення приземних шарів атмосфери чадним газом, утворене автотранспортом на головних магістралях м. Дніпропетровськ**

Отримані дані про середню часову інтенсивність руху, тобто сумарну (по всіх напрямках) приведену кількість транспортних засобів, що проїхали тією чи іншою магістраллю через перехрестя показали, що на головних автотрасах м. Дніпропетровськ спостерігається перевищення фактичної концентрації  $CO$  над  $ГДК_{с.д.}$  (3 мг/м<sup>3</sup>) до 30 раз. Крім цього, можна казати про наявність прямо пропорційної залежності між інтенсивністю руху автотранспорту та рівнем концентрації  $CO$ , та між часткою ван-

тажного транспорту та автобусів у загальному транспортному потоці та рівнем концентрації  $CO$ . Про існування дуже сильного зв'язку між цими факторами свідчать також і розраховані коефіцієнти кореляції. Так, коефіцієнт кореляції між інтенсивністю руху автотранспорту та рівнем концентрації  $CO$  становить 0,9. Коефіцієнт кореляції, який показує зв'язок рівня концентрації  $CO$  щодо кількості в транспортному потоці вантажівок та автобусів становить 0,7.

Розглянуті вулиці або їх ділянки, в залежності від співвідношення фактичного рівня забруднення  $CO$  до  $ГДК_{с.д.}$ , умовно поділено на чотири групи:

- 1) слабо забруднені – перевищення фактичного рівня забруднення над  $ГДК_{с.д.}$  менше ніж у 7 раз;
- 2) середньо забруднені – перевищення фактичного рівня забруднення  $CO$  над  $ГДК_{с.д.}$  від 8 до 14 разів;
- 3) сильно забруднені – перевищення фактичного рівня забруднення  $CO$  над  $ГДК_{с.д.}$  від 15 до 22 разів;
- 4) дуже сильно забруднені – перевищення фактичного рівня забруднення  $CO$  над  $ГДК_{с.д.}$  від 23 до 30 раз.

Треба зазначити, що кожній групі вулиць, у залежності від забруднення, відповідає своя інтенсивність руху автотранспорту та специфічний склад автотранспортного потоку.

До першої групи відносяться вулиці та дороги місцевого значення, що знаходяться в межах “спальних” районів периферії м. Дніпропетровськ та, головним чином, на території приватного сектору (наприклад, вул. Баскетбольна, вул. Гаванська, вул. Електрична, вул. Романовського, вул. Барбюса та ін.). Через невелику інтенсивність руху автотранспорту по цих вулицях (менш ніж 1000 авто/годину), вони не відіграють суттєвої ролі в сумарному забрудненні міського середовища  $CO$ .

До другої групи середньо забруднених відносяться вулиці, інтенсивність руху автотранспорту по яким складає від 1100 до 2600 авто/годину. Це вул. Криворізька; вул. Київська; пр. Металургів; пр. Свободи; вул. Кротова; вул. Набережна Леніна перехрестя з вул. Рогальова; вул. Курчатова; вул. Передова; селище Ігрені (район лікарні); вул. Холодильна; вул. Донецьке Шосе перехрестя з вул. Рилєєва; вул. Луговська; вул. Каруни; вул. Маршала Маліновського; вул. Молодогвардійська; вул. 20-річчя Перемоги; вул. Білостоцького; вул. Томська; пр. Воронова та ін.

До третьої групи – групи сильно забруднених вулиць – мають відношення вулиці або їх ділянки, на яких середньогодинна інтенсивність руху від 2600 до 3400 авто/годину (пр. Гагаріна; пр. Кірова; вул. Чернишевського; вул. Запорізьке шосе; пр. Пушкіна; вул. Чкалова; вул. Плеханова; пр. Петровського; вул. Коцюбинського; пр. Калініна; пл. Жовтнева; вул. Набережна Леніна; вул. Набережна Заводська; Донецьке Шосе перехрестя з вул. Березинською; вул. Чичерина; вул. Робоча; вул. Косіора; вул. Калинова та ін.).

До групи дуже сильно забруднених вулиць відносяться пр. ім. газети „Правда”, пр. К. Маркса. Інтенсивність руху на цих автомагістралях починається від 3400 авто/годину і досягає майже 5000 авто/годину (район лівобережної розв’язки).

Отже, слід зазначити, що ділянки з максимальним забрудненням зосереджені в центральній частині м. Дніпропетровськ та в місцях сполучення між його правою та лівою частинами.

Взагалі, можна опосередковано казати про високий рівень забруднення не тільки оксидом вуглецю, але й іншими небезпечними складовими відпрацьованих газів автотранспорту: двоокисами азоту, сірки, свинцем, бенз(а)піреном, вуглеводнями.

Чадний газ, вуглекислий газ і більшість інших газових виділень двигунів важчі ніж повітря, тому усі вони накопичуються біля земної поверхні і легко поглинаються при

диханні людиною. Особливо токсично вони впливають на дітей, літніх людей, вагітних жінок [7, 8]. Зокрема, в багатьох роботах [9, 10] зроблено висновок про те, що автотранспорт суттєво впливає на рівень захворюваності хворобами крові та кровотворювальних органів, кістково-м’язової, нервової та сечостатевої систем, шкіри, а також на збільшення кількості новоутворень, уроджених аномалій, порушень вагітності, пологів та післяпологового періоду.

З усього вищезначеного видно, що негативний вплив відпрацьованих газів автотранспорту відчуває практично все населення м. Дніпропетровськ, а на найбільш забруднених ділянках цей фактор суттєво впливає на здоров’я населення, особливо дітей, літніх людей та вагітних жінок.

### **Шумове забруднення територій, прилеглих до головних автотранспортних магістралей м. Дніпропетровськ**

Майже вся територія Дніпропетровська відчуває суттєвий шумовий вплив автотранспорту, який теж належить до негативних наслідків його експлуатації. Необхідність оцінки шумового впливу визначена п. 2.9 ДБН А. 2. 2 – 1 – 2003.

Згідно з допустимими рівнями шуму для різних за функціональним призначенням територій, рівень шуму в селітебних зонах удень не повинен перевищувати 55 дБА. Більшість територій, прилеглих до головних автомагістралей, за фактичними показниками рівня шуму частково або повністю входять до зони акустичного дискомфорту. Найбільше шумове забруднення (перевищення над допустимим рівнем шуму на 20 дБА) спостерігається на таких вулицях: пр. К. Маркса, пр. Гагаріна, вул. Коцюбинського, вул. Більшовицька, пр. Кірова, Набережна Перемоги, Набережна Леніна, вул. Чкалова, Набережна Заводська, пр. Петровського, пр. Пушкіна, Запорізьке шосе, Донецьке шосе, вул. Калинова, пр. ім. газети „Правда”, вул. Холодильна,

Набережна Заводська, пр. Металургів, вул. Героїв Сталінграду, вул. Маршала Малиновського, вул. Плеханова, вул. Робоча, вул. Білостоцького, вул. Чернишевського вул. Ленінградська, й ін.. Це вулиці з великою інтенсивністю руху автотранспортних засобів. Але це не єдиний фактор, який обумовлює шумове забруднення територій, прилеглих до автодоріг. Про це свідчить розрахований коефіцієнт кореляції (0,7).

При аналізі необхідно також враховувати наступні чинники:

- склад транспортного потоку: шум вантажівок і автобусів значно вище ніж легкових автомобілів, що в основному детерміновано вантажопідйомністю (різниця між найменш і найбільш шумними автомобілями становить 7 – 39 дБА);
- якість дорожнього покриття, наявність умов для вільного руху автотранспорту;
- технічний стан автомобіля, правильність облаштування вантажних машин, причепів до них, укладки та закріплення вантажів.

Взагалі, на автотранспорт міста приходиться до 80 % від загального шумового забруднення середовища (рух легкового автомобілю утворює шум на рівні 70 дБА, вантажного – до 90 дБА) [6].

На автомагістралях Дніпропетровська з інтенсивним рухом акустичний дискомфорт складає 77-80 дБА (короткочасні періодичні шуми можуть досягати 100 дБА). У таких умовах у людини виникають розлади нервової системи, порушення розбірливості мовлення, погіршується сприйняття корисних сигналів, це, окрім психічних розладів, призводить до нещасних випадків, заважає повноцінному відпочинку, порушує сон. А саме, хронічний шум силою вище 30 дБА впливає на психіку; шум на рівні 60 – 90 дБА – на психіку та вегетативну нервову систему; 90 – 120 дБА викликає ураження слуху, гіпертонію та виразку; 110 дБА – впливають подібно фізичному

наркотику, який на початку визиває «шумове сп'яніння» чи агресивне збудження, а потім – руйнацію слухового апарату й мозку; 120 дБА визиває пряме пошкодження клітин мозку; 150 дБА – максимально стерпний. Кожен дБА поверх допустимого рівня шуму знижує продуктивність праці на 1 %, збільшує ризик втрати слуху – на 1,5 % та ризик серцево-судинних розладів – на 0,5 % [6]. Тобто можна стверджувати, що міські мешканці живуть та працюють в умовах емоційної та фізичної напруги, яка пов'язана з постійним акустичним дискомфортом.

Отримані розрахункові результати та аналіз фактичних даних свідчить, що на території м. Дніпропетровськ автотранспорт суттєво впливає на стан атмосферного повітря, а, отже, і на стан здоров'я та якість проживання населення міста. Розрахунок рівня забруднення приземного шару повітря чадним газом та заміри рівня шумового навантаження зафіксували суттєве перевищення фактичних показників над нормативами, що встановлюють безпечні та комфортні для навколишнього середовища межі. Особливо це помітно в зоні впливу магістралей з великою інтенсивністю руху автотранспорту. Розрахункова ширина необхідного санітарного розриву при такій завантаженості магістралей автотранспортом у декілька разів вище, ніж фактична відстань від краю дороги до фасаду будівель. Тобто фактична зона санітарного розриву не відповідає стандартам екологічної безпеки в сучасних умовах.

Слід враховувати й те, що на території Дніпропетровська (як і у великих промислових містах взагалі) існує «температурна вирва», яка, як відомо, виникає в наслідок різниці температур біля 1...2 °С між центром та околицею міста. «Температурна вирва» утягує повітря з околиць до центру міста зі швидкістю 2...3 м/с. Шар забрудненого повітря над великими містами може бути 1,5...2,0 км заввишки, а його вплив розповсюджується на відстань, що в 50 разів перевищує радіус самого міста [6]. Це

явище, а також висотна забудівля міста, перешкоджає розсіюванню та сприяє зосередженню викидів автотранспорту в приземному шарі атмосферного повітря в центральних частинах міста, де населення не тільки зазнає відчутну дію токсикантів, але й відчуває деяку ступінь кисневого голодування, що у сукупності сприяє медико-екологічній дезадаптації міського населення та каталізує захворюваність «хворобами урбанізації» з тяжким перебігом.

### Висновки

У результаті проведеного теоретико-емпіричного дослідження виявлено, що майже вся територія м. Дніпропетровськ знаходиться в зоні акустичного дискомфорту та масованого впливу викидів автотранспорту. Це підтверджує актуальність та практичну значущість проведеної роботи з метою подальшої розробки та впровадження науково обґрунтованих оптимізаційних заходів щодо поліпшення й оздоровлення навколишнього середовища в зоні впливу автотранспортно напружених магістралей м. Дніпропетровськ.

Виявлено наступні негативні параметри, які викликані швидкими темпами автомобілізації на території дослідження:

- напружений рух автотранспорту зі значними перевищеннями середньогодинної інтенсивності на всіх головних автомагістралях міста та утворенням щоденних кризових ситуацій у години «пік»;
- утворення значної кількості викидів відпрацьованих газів, фактичний рівень концентрації яких у багато разів перевищує  $ГДК$ ;
- виникнення зон з максимальним рівнем забруднення атмосферного повітря складовими відпрацьованих газів автотранспорту. Це центральна частина міста (пр. Кірова, пр. Гагаріна, пр. К. Маркса, вул. Артема, вул. Серова та ін.) та ділянки, по яким відбувається спо-

лучення між лівою та правою частинами Дніпропетровська. Так, розрахований рівень концентрації оксиду вуглецю на цих ділянках перевищує  $ГДК_{с.д.}$  до 30 разів;

- ширина необхідного санітарного розриву при існуючій інтенсивності руху на декілька порядків вища, ніж фактична відстань від краю дороги до фасадів будинків;
- фактичний рівень шуму на автомагістралях міста в значній мірі перевищує встановлений допустимий рівень шуму. Автотранспорт створює на автомагістралях з інтенсивним рухом акустичний дискомфорт на рівні 77...80 дБА;
- на створювану несприятливу екологічну ситуацію суттєво впливають технічний стан рухомого складу, особливості архітектурно-планувального розподілу території Дніпропетровська, стан автомагістралей, специфіка організації руху транспортного потоку.

Таким чином, проблема мінімізації негативного впливу автотранспорту, як суттєвого джерела забруднення атмосферного повітря в м. Дніпропетровськ, потребує комплексного рішення. З теоретичної точки зору покращенню складної екологічної ситуації, що склалася, можна сприяти шляхом впровадження наступних заходів:

- 1) посилення контролю за технічним станом рухомого складу та його суттєве покращення, а також обладнання міського автотранспорту спеціальними пристроями, що очищують відпрацьовані гази від токсичних компонентів (наприклад, обладнання бензинових двигунів окислювальними нейтралізаторами, а дизелів – фільтрами-нейтралізаторами). Щодо зменшення шуму, необхідно контролювати дотримання правил закріплення вантажів при перевезенні і т.п.;

- 2) використання екологічно чистого палива (неетильованого бензину, дизельного палива з вмістом сірки не вище 0,05%), а також контроль за відповідністю якості міжнародним стандартам якості палива двигунів;
- 3) збільшення практики використання природного газу та інших альтернативних джерел енергії в якості палива двигунів;
- 4) з метою зниження забруднення повітря токсичним пилом у весняно-літній період практикувати централізований полив магістралей;
- 5) повне виведення транзитного транспорту за міські межі та введення обмеження на проїзд по центральним районам міста для приватних автомобілів та вантажівок; суттєвому зниженню шуму сприяє зниження інтенсивності руху, заборона руху вантажівок у нічний час (взагалі, заборона руху вантажівок та мотоциклів дає зниження шуму на 10 дБ);
- 6) установа на крупних автомагістралях міста (де це можливо) швидкості руху автотранспорту на рівні 60 км/год., при якій викид відпрацьованих газів найменший; зниженню шуму сприяє виключення перетинів транспортних потоків та забезпечення рівномірного вільного руху;
- 7) зниження кількості зупинок перед світлофорами, заборона паркування автомобілів на проїжджій частині, особливо на найбільш напружених магістралях, щоб отримати більше місця для руху транспорту;
- 8) побудова шумозахисних споруд, створення захисних смуг біля доріг, забудова яких допустима тільки для споруд без санітарних обмежень шуму;
- 9) добудова та розгалуження ліній метрополітену, розвиток міського електро-транспорту;
- 10) максимально можливе озеленення безпосередньо міської території та створення периферійного зеленого кільця навколо міста. Недостатня площа озеленення центральної частини міської території може бути компенсована за рахунок замських зелених масивів навіть при площі забудови більше 1000 км<sup>2</sup>. Насадження навколо міста лісових масивів шириною більше 1 км позитивно впливає на рівень забруднення атмосферного повітря в його центрі, особливо при наявності кільцевої комплексної зеленої зони [12, 13].

#### Бібліографічний список

1. Сердюк, С. М. Екологічна оцінка забруднення важкими металами урбанізованих територій Дніпропетровсько-Дніпродзержинської агломерації: автореф. дис. на здобуття наукового ступеня канд. біол. наук: спец. 03.00.16 «Екологія» [Текст] / С. М. Сердюк – Дніпропетровськ, 2004. – 20 с.
2. Сердюк, С. Н. Результаты оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха отработанными газами автотранспорта на территории города Днепропетровска [Текст] / С. Н. Сердюк, Е. Г. Христьян // Тези наук. досліджень «Географія, екологія, геологія: перший досвід наукових досліджень» – Д., 2004. – С. 20-21.
3. Любкевич, А. Н. Загрязнение атмосферы вредными выбросами автотранспорта вблизи многоуровневых развязок [Текст] / А. Н. Любкевич // Известия Юго-Западного государственного университета – 2011. – №5-2 (38) – С. 191-193.
4. Корчагин, А. В. Экологические аспекты автомобильного транспорта [Текст]/

- А. В. Корчагин, Ю. А. Филоненко. – М. МНЕПУ, 1997 – 100 с.
5. Чайка, Л. В. Автотранспорт – одна з причин забруднення атмосферного повітря [Текст] / Л. В. Чайка, М. В. Тарковська // Наук. пр. Донецького національного технічного університету. – Серія: Хімія і хімічна технологія. – Донецьк, 2009. – Вип. 152. – С. 160-164.
  6. Чесанов, Л. Г. [Текст] / Л. Г. Чесанов, и др. // Проблемы урбоэкологии. – Д.: «Поліграфіст», 2001. – 159 с.
  7. Кораблева, А. И. Введение в экологическую токсикологию [Текст] / А. И. Кораблева, Л. Г. Чесанов, А. Г. Шапарь – Д.: «Центр экономического образования», 2001. – 308 с.
  8. Шепелева, О. А. Влияние техногенного загрязнения атмосферного воздуха на здоровье детского населения города Липецка [Текст] / О. А. Шепелева // Вестник ВГУ. – Сер. География, геоэкология. – 2009. – №2. – С. 114-116.
  9. Деркачев, Э. А. Гигиеническая оценка влияния автотранспорта на состояние окружающей среды и здоровье населения города Днепропетровска [Текст] / Э. А. Деркачев, Л. Б. Огир, А. А. Шевченко // Конструктивная экология и бизнес – 1999. – №1-2 (3-4). – С. 21-23.
  10. Ревич, Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения. Введение в экологическую эпидемиологию [Текст] / Б. А. Ревич – М.: Изд-во МНЭПУ, 2001. – 264 с.
  11. Чомаева, М. Н. Перспективы разрешения экологической проблемы загрязнения атмосферы выбросами автотранспорта [Текст] / М. Н. Чомаева, А. Р. Байрамкулова // Вопросы науки: Естественно-научные исследования и технический прогресс – Воронеж, 2014. – №4(11). – С. 82-85.
  12. Ланцберг, Ю. С. Городские площади, улицы и дороги [Текст] / Ю. С. Ланцберг. – М.: Стройиздат, 1983. – 150 с.
  13. Сердюк, С. Н. Дендрозкологическая оптимизация урбоэкосистем степной и лесостепной зон Украины [Текст] / С. Н. Сердюк // «Типологія лісів степової зони, їх біорізноманіття та охорона» – Д.: ДНУ. – 2005. – С. 120–124.
- Ключові слова:** автотранспорт, забруднення, CO, шум, оптимізація.
- Ключевые слова:** автотранспорт, загрязнение, CO, шум, оптимизация.
- Keywords:** motor transport, pollution, CO, noise, optimization.
- Рецензенти:**  
д.т.н., проф. В. Д. Петренко,  
д.ф.-м.н., с.н.с. О. В. Швець.
- Надійшла до редколегії 10.07.2016  
Прийнята до друку 16.07.2016