

УДК 629.656

DOI: 10.30977/BUL.2219-5548.2019.86.2.141

## ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Лежнева О. І.

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

*Анотація.* Подано інформацію щодо екологічних аспектів руху міських транспортних потоків. Наведено формування функції кількісної міри екологічної небезпеки транспортних потоків та критеріїв оперативного оцінювання ступеня ефективності заходів на вулично-дорожній мережі міста з точки зору екології.

*Ключові слова:* транспортний потік, інтенсивність руху, навколишнє середовище, атмосферне повітря, шкідливі речовини.

### Вступ

Сучасні умови руху транспортних потоків (ТП) у великих містах постійно ускладнюються. Цьому сприяють як процеси урбанізації сучасного суспільства, так і інтенсифікація зростання рівня автомобілізації. Зазначена проблема може мати далекосяжні соціальні, економічні, екологічні наслідки не тільки на муніципальному, а й на державному рівні. Зокрема це стосується погіршення режимів руху ТП, що позначається на емоційному напруженні учасників руху, внаслідок цього маємо велику кількість аварійних ситуацій, що призводить до загального падіння економічної ефективності транспортного процесу.

У зазначених негативних аспектах автомобілізації не можна обійти надмірне техногенне навантаження (ТН) на навколишнє середовище (НС), в якому постійно перебуває міське населення. В умовах обмеженого простору руху міських ТП особливе значення має встановлення меж допустимого впливу на НС.

У зв'язку з цим дослідження щодо визначення структури критеріїв, які базуються на закономірностях механізму транспортного впливу на НС, і формування екологічних характеристик ТП є досить актуальними. Це дозволить оперативно вирішувати завдання оптимального планування й організації функціонування дорожньо-транспортних систем з точки зору екології в будь-якому місті з урахуванням специфіки розвитку його автомобільного парку і вулично-дорожньої мережі (ВДМ).

### Аналіз публікацій

Зростаючі темпи урбанізації сучасного суспільства призводять до збільшення кон-

центрації антропогенних джерел негативного впливу на НС на досить обмежених територіях (великі міста та мегаполіси) [1]. Всі джерела негативного впливу на НС міста диференціюються на дві великі групи – стаціонарні та пересувні [2]. До групи стаціонарних джерел належать підприємства різного призначення (металургійної та хімічної промисловості, машинобудування, енергетики тощо). Рівень впливу кожного стаціонарного джерела визначається його розмірами, а номенклатура шкідливих речовин, що викидаються в складові біосфери, залежить від особливості застосування. Але стаціонарні джерела можуть бути відокремлені від сільбищних районів міста за допомогою санітарно-захисних зон, забезпечуючи цим постійну ізоляцію їх в просторі. До другої групи належать всі складові транспортної системи міст, зокрема автомобільний транспорт. З погляду на ступінь споживання природних ресурсів, впливу на всі соціальні процеси в суспільстві та на НС, істотним є не окремий автомобіль, а ТП – сукупність рухомих автотранспортних засобів. У цьому випадку окремі ТП можна розглядати як самостійні системи, взаємодія яких здійснюється на ВДМ, яка має свої параметри розвитку.

Виявлені недоліки наявних методів оцінювання рівня техногенного навантаження на НС від ТП призводять до необхідності приділяти увагу механізму їх формування. Якщо розглядати всі можливі причини несприятливої ситуації під час використання наявних екологічних оцінок транспортних джерел в першому наближенні, можна виділити їх дві основні групи:

1) недостатньо об'єктивний і точний опис процесу впливу транспортних джерел на НС.

Ця група причин веде до істотних похибок, отже, достовірність отриманих результатів викликає сумніви;

2) зайве деталізований підхід під час описування процесу впливу ТП на НС. Ця група має такі недоліки: низька оперативність екологічних оцінок, які використовуються, зниження універсальності методів у разі використання в різних умовах руху.

Необхідно розуміти, що такий стан пояснюється досить високою складністю виконання завдання формування достовірних оцінок рівня техногенного навантаження через специфічність ТП як джерела цього навантаження, чисельності факторів, які впливають, і різноманітності транспортних, містобудівних, топографічних, метеорологічних та інших ситуацій. Таким чином, у випадку принципово правильного підходу до формування методів екологічної оцінки ТП для полегшення вирішення цього завдання потрібні розумні обмеження.

Основою для розрахування екологічних характеристик транспортних джерел і заснованих на ньому критеріїв оцінювання рівня техногенного навантаження на НС повинні стати фундаментальні співвідношення між параметрами ТП, які показують його стан на цей момент часу або в заданих умовах руху. В першу чергу, це основне рівняння ТП [3]:

$$q = k \cdot v, \quad (1)$$

де  $q$  – інтенсивність руху,  $c^{-1}$ ;  $k$  – щільність ТП,  $m^{-1}$ ;  $v$  – швидкість руху,  $m/c$ .

Щодо можливих обмежень, прийнятих в процесі формування зазначених розрахунків, то для досягнення поставленої мети вони повинні бути спрямовані на підвищення оперативності оцінок рівня техногенного навантаження міських ТП на НС за умов забезпечення необхідної точності. Отже, вплив двох груп причин, сформульованих вище, через які наявні методи і критерії оцінювання екологічних характеристик транспортних джерел не відповідають вимогам, що висуваються, має бути ліквідовано.

Для підвищення точності розрахунків екологічних характеристик ТП необхідно визначити механізм появи істотних похибок, що виникають під час цих розраховувань. На сьогодні нестачі в методах розраховувань, а отже, і в критеріях оцінювання рівня техногенного навантаження від транспортних джерел немає. Але для кожного методу потрібно визначити рівень техногенного наван-

таження та правомірність його використання в різних ситуаціях. А цим визначається правомірність використання відповідних критеріїв як оцінок допустимості рівня такого навантаження від транспортних джерел.

Для вирішення сформульованої проблеми найзручніше скористатися теорією розмірності. Основний постулат цієї теорії полягає в тому, що під час достовірного моделювання або описування того чи іншого процесу обов'язково має виконуватися відповідність розмірностей складових, що належать до моделі (хоча в контексті розв'язуваної проблеми варто зазначити, що ця умова є необхідною, але недостатньою). Використання цього математичного апарату на першому етапі досліджень дозволить знизити трудомісткість розрахунків.

Головна перевага теорії розмірності полягає в тому, що у разі її використання важливо знати тільки загальний характер залежностей між вхідними складовими без їх кількісних значень. Внаслідок цього і можливості теорії розмірності досить обмежені, оскільки цим апаратом можна скористатися тільки у випадку попереднього аналізу, коли потрібно визначити наукові межі, в яких можна здійснювати вже більш детальні дослідження, або для того, щоб отримати вже більш принципову відповідь щодо правомірності прийнятого підходу до моделювання або описування досліджуваного процесу. Однак в контексті вирішення означеної проблеми цього буде достатньо.

Оскільки процесом дослідження є негативний вплив автотранспорту на НС, то за допомогою теорії розмірності можна оцінити ступінь об'єктивності найбільш характерних підходів до визначення рівня техногенного навантаження міських ТП.

### Визначення мети й завдань

Метою цього дослідження є систематизація інформації щодо екологічних аспектів руху ТП, формування функції кількісної міри їх екологічної небезпеки та критеріїв оперативного оцінювання ступеня ефективності заходів на ВДМ міста щодо підвищення безпеки руху з екологічної точки зору.

### Обґрунтування транспортного потоку як джерела негативного впливу на навколишнє середовище

Негативний вплив автотранспорту на НС здійснюється за багатьма напрямками (викид шкідливих речовин до атмосфери, забруд-

нення гідросфери, ґрунтів, акустичне забруднення, транспортна вібрація, теплове і електромагнітне випромінювання тощо). Якщо як об'єктом дослідження обмежитися міськими транспортними джерелами, то для них доведено, що питомі значущості окремих напрямів впливу істотно розрізняються між собою. Оскільки на міські транспортні потоки в сельбищних районах міст вплив здійснюється через викиди шкідливих речовин до атмосфери й акустичне навантаження на НС, то на першому етапі досліджень можна обмежитися лише одним з основних напрямів впливу під час моделювання (описування) його механізму.

Систематизувати відомі методи розрахунку екологічних характеристик транспортних потоків, процес описування та побудови моделей негативного впливу на НС в формалізованому виді можна таким чином (рис. 1): стрілки на схемі вказують на існування залежності між вхідними складовими, хоча їх характер може бути різним.

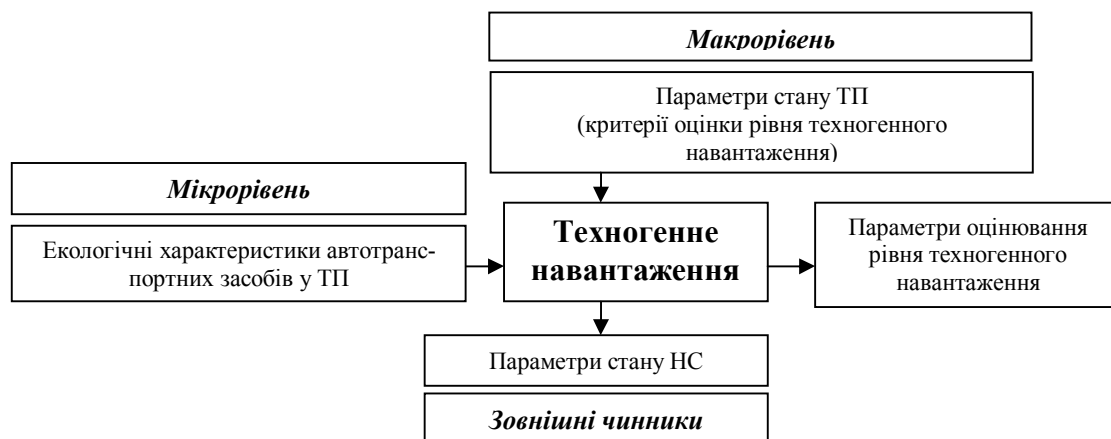


Рис. 1. Формалізована схема розраховування екологічних характеристик транспортних потоків

З усіх параметрів середовища, які впливають на рівень техногенного навантаження, найбільш зручним для використання є швидкість вітру  $\theta$  (розмірність м/с). По-перше, ця величина досить легко визначається, по-друге, від неї залежить ступінь розсіювання шкідливих речовин в атмосфері, що особливо важливо для визначення рівня техногенного навантаження. Параметр оцінювання рівня техногенного навантаження повинен однозначно оцінювати стан атмосфери в будь-який момент часу, а також ступінь негативного впливу на організм людини. Таким критерієм є концентрація шкідливих речовин в приземному шарі атмосфери  $C$  (розмірність  $\text{мг/м}^3$ ) [5].

Але в той же самий час необхідний методично єдиний підхід до описування процесу дослідження для забезпечення можливості екстраполяції отриманих результатів на всі інші види джерел.

Якщо взяти до уваги, що одним з головних напрямків негативного впливу транспортних потоків на НС є інгредієнтне забруднення атмосфери, то техногенне навантаження в першому наближенні можна розглядати з точки зору величини викидів шкідливих речовин. У цьому випадку серед багатьох параметрів токсичності автотранспортних засобів основним є пробіговий викид шкідливих речовин  $w$  (розмірність  $\text{мг/м}$ ) [4], оскільки він є функцією режиму руху ТП і його можна розглядати як вихідний параметр токсичної характеристики автотранспортних засобів. Тоді токсичну характеристику можна конкретизувати таким чином:  $w = f(X_A, X_B, X_C)$ .

Аналізуючи характеру залежностей між названими параметрами, можна зробити такі висновки: зі збільшенням пробігового викиду  $w$  окремих автомобілів зростає сумарний викид ТП, а отже, збільшується рівень техногенного навантаження від цього ТП (залежність пряма). А у разі збільшення швидкості вітру  $\theta$  зростає ступінь розсіювання шкідливих речовин в атмосфері. Тому за умов однакового рівня викиду транспортним джерелом рівень техногенного навантаження буде тим менше, чим вище швидкість вітру (залежність зворотна).

Головна відмінність відомих концепцій розрахунку екологічних характеристик транспортного потоку полягає в застосуванні

як критерію оцінювання рівня техногенного навантаження різних параметрів стану ТП. За допомогою розробленого підходу досить легко оцінити достовірність найбільш типових методів.

Серед усіх відомих методів найбільш поширеним є метод використання інтенсивності руху  $q$  як параметра оцінювання величини техногенного навантаження міських ТП. Так, в роботі Н. С. Негрова [5] під час моделювання токсичних викидів автотранспортних засобів для оцінювання економічних збитків безпосередньо стверджується, що інтенсивність ТП є визначальним чинником під час аналізування впливу автотранспорту на НС. Отже, рівень техногенного навантаження має пряму залежність від інтенсивності руху, оскільки чим більше автомобілів пройде задану ділянку ВДМ за одиницю часу, тим буде більше джерел негативного впливу і тим вищим є масовий викид шкідливих речовин від ТП.

Використовуючи положення теорії розмірності, можна зробити припущення про те, що досліджуваний метод забезпечить необхідну достовірність результатів за умови дотримання співвідношення

$$\frac{[w] \cdot [q]}{[\theta]} = [C]. \quad (2)$$

Здійснюючи перевірку цього співвідношення з теорії розмірності, отримуємо такі результати:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\text{мг}}{\text{м}} \right] \cdot \left[ \frac{1}{\text{с}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]^{-1} &= \left[ \frac{\text{мг}}{\text{м}} \right] \cdot \left[ \frac{1}{\text{с}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{с}}{\text{м}} \right] = \\ &= \left[ \frac{\text{мг}}{\text{м}^2} \right] \neq \left[ \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \right] \end{aligned}$$

Як видно з виразу (2), вимоги теорії розмірності не виконуються. Це дозволяє зробити попередній висновок про те, що цей метод визначення величини техногенного навантаження не може забезпечити необхідної достовірності розрахунків.

Інші методи засновані на припущенні, що величина техногенного навантаження залежить від часу знаходження транспортного джерела в межах кордонів розглянутої ВДМ. Отже, чим довше складові ТП знаходяться в межах ВДМ, тим більшою є питома вага їх негативного впливу на НС в загальній структурі техногенного навантаження (залежність

пряма). Критерієм, що оцінює час проходження одиниці шляху, є темп руху  $t_m$  (розмірність с/м) [4].

Однак темп руху майже не використовують під час визначення стану ТП в заданий момент часу. Внаслідок цього засновані на ньому моделі будуть малоінформативними і незручними в практичному застосуванні. У той же час відомо, що темп руху має жорстку залежність від швидкості руху  $v$  і є величиною, що зворотна швидкості  $t_m = v^{-1}$ . Використовуючи залежність між темпом руху і величиною техногенного навантаження, можна зробити висновок, що її рівень зворотно пропорційний швидкості руху.

Достовірність цього методу може бути підтверджена, якщо виконується співвідношення

$$\frac{[w]}{[\theta] \cdot [v]} = [C]. \quad (3)$$

Перевіряючи виконання цього співвідношення, з теорії розмірності отримуємо такі результати:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\text{мг}}{\text{м}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]^{-1} \cdot \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]^{-1} &= \left[ \frac{\text{мг}}{\text{м}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{с}}{\text{м}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{с}}{\text{м}} \right] = \\ &= \left[ \frac{\text{мг} \cdot \text{с}^2}{\text{м}^3} \right] \neq \left[ \frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \right]. \end{aligned}$$

Вимоги теорії розмірності також не виконуються, отже, і в цьому випадку не забезпечується необхідна достовірність розрахунків під час оцінювання рівня техногенного навантаження.

У попередніх методах розраховуваних отримані залежності між рівнем техногенного навантаження і параметрами стану ТП розглядалися ізольовано один від одного. Але у випадку, якщо подібні закономірності доведені, логічним є припущення, що в реальності вони можуть діяти спільно.

Використовуючи основне рівняння ТП, можна зробити висновок, що це відношення визначає щільність потоку в будь-який момент часу. Таким чином, щільність потоку  $k$  (розмірність  $\text{м}^{-1}$ ) може бути самостійним критерієм оцінювання рівня техногенного навантаження, який має від нього пряму залежність.

Підтвердження достовірності цього методу може бути забезпечено, якщо виконається співвідношення

$$\frac{[w] \cdot [k]}{[\theta]} = [C]. \quad (4)$$

Отримуємо результати перевірки виконання цього співвідношення з теорії розмірності:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{1}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}} \right]^{-1} &= \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{1}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{с}}{\text{М}} \right] = \\ &= \left[ \frac{\text{МГ} \cdot \text{с}}{\text{М}^3} \right] \neq \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3} \right] \end{aligned}$$

Вимоги теорії розмірності не виконуються, тому достовірність розрахунків величини техногенного навантаження викликає сумніви.

Останні дослідження вказують на те, що має право на існування метод розрахунку, за яким можливий рівень техногенного навантаження, пов'язаний з критеріями оцінки якості умов руху ТП [4]. З усіх відомих методів цього напрямку найбільшого поширення набув енергетичний підхід, тому логічно зробити припущення про використання як можливого критерію оцінювання величини техногенного навантаження кінетичної енергії  $E_k$  або внутрішньої енергії  $I$  міського ТП (розмірність  $\text{м}^2/\text{с}^2$ ). Як відомо з енергетичного підходу [6], чим більшою є в одних і тих же умовах кінетична енергія ТП, тим менше маємо непродуктивних втрат енергії і тим меншим є питомий рівень техногенного навантаження цього ТП. Отже, питома величина техногенного навантаження прямо пропорційна внутрішньої енергії ТП і обернено пропорційна його кінетичній енергії.

Тоді достовірність аналізованого методу може бути підтверджена, якщо виконається одне з двох співвідношень:

$$\frac{[w] \cdot [I]}{[\theta]} = [C] \quad (5)$$

або

$$\frac{[w]}{[\theta] \cdot [E_k]} = [C]. \quad (6)$$

Результати перевірки виконання цих співвідношень з теорії розмірності в першому випадку будуть такими:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right] \cdot \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}} \right]^{-1} &= \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right] \cdot \left[ \frac{\text{с}}{\text{М}} \right] = \\ &= \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М} \cdot \text{с}} \right] \neq \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3} \right] \end{aligned}$$

у другому випадку:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right]^{-1} \cdot \left[ \frac{\text{М}}{\text{с}} \right]^{-1} &= \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{с}^2}{\text{М}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{с}}{\text{М}} \right] = \\ &= \left[ \frac{\text{МГ} \cdot \text{с}^3}{\text{М}^3} \right] \neq \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{М}^3} \right] \end{aligned}$$

В жодному з двох співвідношень вимоги теорії розмірності не виконані. Тут також достовірність розрахунків рівня техногенного навантаження викликає сумніви. Отже, дослідження вдосконалення методів розраховувань рівня техногенного навантаження міських транспортних джерел є актуальними.

Узагальнюючи висновки, отримані з виразів (1)–(6), можна сказати, що під час оцінювання передбачуваної достовірності розрахунків з теорії розмірності жоден з розглянутих методів не дає задовільного результату. Таким чином, можна висунути гіпотезу, що використання як критеріїв оцінювання техногенного навантаження відповідних параметрів стану ТП (умов руху) не повною мірою відображають зміст процесу негативного впливу на НС. На практиці застосовують два підходи для компенсації названого недоліку.

У першому випадку знаходять емпіричні залежності між результативною ознакою (в цьому випадку це рівень техногенного навантаження) і чинниками, що її визначають (інтенсивність і швидкість руху, швидкість вітру тощо). Однак подібні залежності мають низьку універсальність, оскільки досвід їх практичного застосування говорить про те, що отримані у разі їх використання результати є досить адекватними тільки в умовах, якщо визначені ці емпіричні залежності. У випадку екстраполяції залежностей на інші умови рівень похибок різко зростає, а отже, й достовірність результатів викликає сумнів.

У другому випадку в отриману модель вводять коригуючі коефіцієнти, які мають необхідні розмірності для ліквідації невідповідності між ознакою і визначальними чинниками [5]. У цьому випадку, крім низької універсальності, має місце і низька

оперативність розрахунків, оскільки спочатку необхідно з'ясувати природу і структуру подібних коефіцієнтів, а також розробити методику визначення їх кількісних значень. Всі ці недоліки вже не відповідають жорстким вимогам, що висуваються до сучасних методів розраховувань екологічних характеристик міських транспортних джерел.

Таким чином, спочатку необхідно розробити нові критерії для підвищення достовірності оцінювання рівня техногенного навантаження міських ТП. Основні вимоги до цих критеріїв можуть бути сформульовані таким чином:

1) методи розраховувань, які засновані на застосуванні цих критеріїв, повинні об'єктивно описувати зміст процесу негативного впливу ТП на НС;

2) критерії повинні забезпечувати достовірність отриманих результатів в довільних умовах руху;

3) методика визначення кількісних значень критеріїв повинна мати високу оперативність;

4) необхідно адекватне реагування критеріїв у разі зміни рівня техногенного навантаження в результаті дії будь-яких причин;

5) критерії повинні надавати можливість оцінювання ефективності екологічно орієнтованих заходів з організації дорожнього руху;

6) критерії повинні мати фізичний зміст і мати конкретне кількісне значення.

Для полегшення пошуку можливих критеріїв на попередньому етапі необхідно визначитися з його основними передумовами. У випадку подібного формулювання для досягнення поставленої мети також можна скористатися положеннями теорії розмірності. Тоді потрібно розв'язання зворотної задачі, тобто необхідно визначити, яку розмірність повинен мати критерій екологічного навантаження транспортного потоку  $P$ , щоб в процесі розраховувань екологічних характеристик міських ТП цей критерій (з урахуванням вже обґрунтованих) пробігового викиду автотransпортних засобів і швидкості вітру забезпечив достовірне оцінювання рівня техногенного навантаження, який виражено через концентрацію шкідливих речовин в атмосфері. Розв'язок сформульованої задачі можна навести в такому виді:

$$\left[ \frac{w}{\theta} \right] \cdot [P] = [C] \rightarrow \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{м}} \right] \cdot \left[ \frac{\text{м}}{\text{с}} \right]^{-1} \cdot [P] = \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{м}^3} \right]. \quad (7)$$

Результати перевірки з теорії розмірності:

$$\begin{aligned} \left[ \frac{\text{МГ} \cdot \text{с}}{\text{м}^2} \right] \cdot [P] &= \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{м}^3} \right] \rightarrow [P] = \\ &= \left[ \frac{\text{МГ}}{\text{м}^3} \right] \cdot \left[ \frac{\text{м}^2}{\text{МГ} \cdot \text{с}} \right] = \left[ \frac{1}{\text{м} \cdot \text{с}} \right] \end{aligned}$$

### Висновки

Отриманий вираз (7) дає підставу зробити попередній висновок про те, що під час достовірному описування механізму негативного впливу ТП на НС критерій оцінювання рівня їх техногенного навантаження повинен мати розмірність  $(\text{м} \cdot \text{с}^{-1})$ . Цей висновок може здійснювати функцію контролю достовірності проведених досліджень у випадку побудови математичної моделі екологічних характеристик міських ТП.

### Література

1. Лежнева О. І., Ковака А. С., Сімінко Д. П. Дослідження ландшафтно-екологічних характеристик міської території. *Вісник ХНАДУ*. 2015. № 68. – С. 19–24.
2. Гарин В. М. Экология для технических вузов: учеб. пособие для техн. вузов. Ростов н/Д: Феликс, 2001. 384 с.
3. Коноплянко В. И. Организация и безопасность дорожного движения: учебник для вузов. Кемерово: Кузбассвузиздат, 1998. 236 с.
4. Говорущенко Н. Я., Туренко А. Н. Системотехника транспорта. Харьков: РИО ХГАДТУ, 1999. 468 с.
5. Луканин В. Н., Буслаев А. П., Яшина М. В. Промышленно-транспортная экология: учебник для вузов. Москва: ИНФРА-М, 2001. 646 с.
6. Сарбаев В. И. Теоретические основы обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта. Москва: МГИУ, 2003. 144 с.

### References

1. Lezhneva O. I., Kovaka A. S. & Siminko D. P. (2015), "Doslidzhennia landshaftno-ekolohichnykh kharak-terystyk miskoi terytorii", *Vestnyk KhNADU*. No 68, pp. 19–24 (in Ukr.)
2. Garin V. M. (2001), *Ekologiya dlya tekhnicheskikh vuzov* [Ecology for technical universities], Feliks, Rostov n/D. (in Russ.)
3. Konoplyanko V. I. (1998) *Organizatsiya i bezopasnost dorozhnogo dvizheniya* [Organization and road safety], Kuzbassvuzizdat, Kemerovo. (in Russ.)
4. Govorushchenko N. Ya. & Turenko A. N. (1999) *Sistemotekhnika transporta* [Transport system engineering], RIO KhGADTU, Kharkov. (in Ukr.)

5. Lukanin V. N., Buslaev A. P. & Yashina M. V. (2001) *Promyshlennno-transportnaya ekologiya* [Industrial and transport ecology], INFRA-M, Moskva. (in Russ.)
6. Sarbaev V. I. (2003) *Teoreticheskie osnovy obespecheniya ekologicheskoy bezopasnosti avtomo-bilnogo transporta* [Theoretical foundations for ensuring environmental safety of road transport], MGIU, Moskva. (in Russ.)

**Лежнева Елена Ивановна**, к.т.н., доц. каф. екології, legnevaelena@gmail.com.  
тел. (057) 707-37-41

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, м. Харків, 61002, Україна

#### **К вопросу определения экологических характеристик транспортных потоков**

**Аннотация.** Приведена информация по экологическим аспектам движения городских транспортных потоков. Представлено формирование функции количественной меры опасности транспортных потоков и критериев оперативной оценки степени эффективности мероприятий на улично-дорожной сети города с экологической точки зрения.

**Ключевые слова:** транспортный поток, интенсивность движения, окружающая среда, атмосферный воздух, вредные вещества.

**Лежнева Елена Ивановна**, к.т.н., доц. каф. екології,

тел. (057) 707-37-41, legnevaelena@gmail.com,  
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, ул. Ярослава Мудрого, 25, г. Харьков, 61002, Украина

#### **On the issue of environmental characteristics of transport flows**

**Problem.** In the context of limited traffic space of urban transport flows, setting limits on the permissible environmental impact is of particular importance. In this regard, studies in the field of determining the structure of criteria, which base on the regularities of the transport impact on the environment, and on the

formation of ecological characteristics of transport flows, are undoubtedly relevant. **Goal.** The goal is systematization the information according to the ecological aspects of the traffic flows, formation of quantitative function of traffic flows' ecological danger and operational assessment criteria of the measures effectiveness degree for the urban network. **Methodology.** Fundamental relationships between the parameters of the traffic flow, which indicate its status at a given time or in specified traffic conditions have to be the basis for the calculation of the environmental characteristics of transport flows and based on it criteria for assessing the level of man-caused load on the environment. For improving the accuracy of calculations of environmental characteristics of transport flows, determining the mechanism of occurrence of significant errors that occur in these calculations is necessary. **Results.** The theory of dimension is the most convenient for solving the formulated problem. Using this mathematical apparatus in the first stage of research will significantly reduce the complexity of calculations. The criterion for assessing the level of man-caused load should have a dimension ( $m \cdot c^{-1}$ ) for the reliable description of the mechanism of the negative impact of transport flows on the environment obtained during the research. **Originality.** This conclusion can be used as a function of control of the reliability of the conducted researches during the mathematical modeling of the constructing the ecological characteristics of urban transport flows. **Practical value.** The practical value is the prompt solution of the optimal planning problems and optimal organization of road transport systems functioning in terms of ecology in any city, taking into account the specifics of development of its car fleet and street and urban network.

**Keywords:** transport stream, intensity of motion, environment, atmospheric air, harmful substances.

**Lezhneva Elena**, PhD, Assoc. Prof., Department of Ecology,

ph. (057) 707-37-41, legnevaelena@gmail.com.  
Kharkiv National Automobile and Highway University.