

АНАЛІЗ ЕКОЛОГІЧНОЇ СКЛАДОВОЇ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ НА ВУЛИЧНО-ДОРОЖНІЙ МЕРЕЖІ МІСТ

Лежнева О. І., Барун М. В., Калюжна Ю. С., Коверсун С. О
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Подано інформацію щодо екологічних аспектів руху міських транспортних потоків. Розглянуто процес формування функції, що кількісно аналізує екологічну небезпеку транспортних потоків, а також критерії для оперативного аналізу ефективності заходів, спрямованих на поліпшення вулично-дорожньої мережі міста з екологічної перспективи.

Ключові слова: транспортний потік, інтенсивність руху, міське середовище, атмосферне повітря, шкідливі речовини, дослідження впливу, екологічна безпека.

Вступ

Сучасні умови функціонування транспортних потоків у великих містах стають дедалі складнішими. Це зумовлено як процесами урбанізації, так і стрімким зростанням рівня автомобілізації.

Зазначена проблема може мати значні соціальні, економічні й екологічні наслідки як на місцевому, так і на національному рівні. Насамперед це проявляється в погіршенні режимів руху транспортних потоків, що негативно впливає на емоційний стан учасників дорожнього руху.

Через це спостерігається збільшення кількості аварійних ситуацій, що призводить до суттєвого зниження економічної ефективності транспортного процесу [1].

У зазначених негативних аспектах автомобілізації особливо важливим є питання надмірного техногенного навантаження на навколишнє середовище, у якому постійно перебуває міське населення. Це навантаження в умовах обмеженого простору руху міських транспортних потоків вимагає визначення меж допустимого впливу на навколишнє середовище [2].

Відповідно, дослідження щодо визначення структури критеріїв, які ґрунтуються на закономірностях механізму транспортного впливу на навколишнє середовище, а також формування екологічних характеристик транспортних потоків, є надзвичайно актуальними.

Це дозволить ефективно вирішувати завдання оптимального планування й організації функціонування дорожньо-транспортних систем щодо екологічного стану в будь-якому місті з огляду на специфіку розвитку його автомобільного парку та вулично-дорожньої мережі (ВДМ).

Аналіз публікацій

Виявлені недоліки наявних методів визначення рівня техногенного навантаження на навколишнє середовище від транспортних потоків вимагають більш детального аналізу механізму їх формування.

Якщо розглядати всі можливі причини несприятливої ситуації, що сталася через використання наявних екологічних аналізів транспортних джерел, їх можна поділити на дві основні групи:

- неповне та неточне описання процесу впливу транспортних джерел на навколишнє середовище. Ця група причин призводить до значних похибок, що ставить під сумнів достовірність отриманих результатів;

- надмірно деталізований підхід під час аналізу процесу впливу транспортних потоків на навколишнє середовище. Це, по-перше, знижує оперативність екологічного аналізу, а по-друге, обмежує універсальність цих методів у процесі їх застосування в різних умовах руху.

Варто зазначити, що така ситуація обумовлена надзвичайною складністю завдання формування достовірного аналізу рівня техногенного навантаження, що виникає через специфіку транспортних потоків як джерела цього навантаження, численність впливових факторів, а також різноманітність транспортних, містобудівних, топографічних, метеорологічних та інших умов. Через це під час розроблення методів екологічного аналізу транспортних потоків для спрощення вирішення цього завдання необхідно визначити раціональні обмеження. Основою для розрахунку екологічних характеристик транспортних джерел і критеріїв аналізу рівня техногенного навантаження на навколишнє середовище мають стати основні співвідношення між параметрами транспортних потоків, які

відображають їхній стан у певний момент часу або в заданих умовах руху. Насамперед це ключове рівняння транспортних потоків [3]

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

де q – інтенсивність руху, с^{-1} ;

k – щільність ТП, м^{-1} ;

v – швидкість руху, м/с .

Для підвищення рівня точності розрахунків екологічних характеристик транспортних потоків необхідно визначити механізми виникнення значних похибок. На сьогодні існує велика кількість методів і критеріїв для визначення рівня техногенного навантаження від транспортних джерел. Проте для кожного з цих методів варто здійснити аналіз їхньої достовірності у визначенні рівня техногенного навантаження та обґрунтованості їх застосування в різноманітних ситуаціях. Це так само вплине на доцільність використання відповідних критеріїв як визначення допустимого рівня навантаження від транспортних джерел.

Для вирішення зазначеної проблеми доцільно звернутися до теорії розмірності. Основний її принцип полягає в тому, що для коректного моделювання або опису певного процесу має бути забезпечено відповідність розмірностей усіх складових моделі. Хоча в межах проблеми ця умова є необхідною, але не достатньою. Застосування цього математичного елементу на початковому етапі досліджень дозволить значно зменшити трудомісткість розрахунків.

Головною перевагою теорії розмірності є те, що для її застосування необхідно лише знати загальні закономірності взаємозв'язків між вхідними параметрами без потреби у їхніх кількісних значеннях. Це звичайно накладає певні обмеження на можливості теорії розмірності, оскільки її використання доцільне лише на етапі попереднього аналізу. На цьому етапі можна визначити наукові межі для подальших детальніших досліджень або отримати принципову відповідь щодо обґрунтованості вибраного підходу до моделювання чи аналізу досліджуваного процесу. Проте для вирішення зазначеної проблеми цього цілком достатньо. Оскільки предметом дослідження є негативний вплив автомобільного транспорту на навколишнє середовище, теорія розмірності може бути використана для аналізу ступеня об'єктивності найбільш поширених підходів до визначення рівня те-

хногенного навантаження міських транспортних потоків.

Мета та постановка завдання

Метою цього дослідження є систематизація інформації про екологічні аспекти транспортних потоків, розроблення функції для кількісного аналізу їх екологічної небезпеки, а також визначення критеріїв для оперативного аналізу ефективності заходів на ВДМ міста, спрямованих на підвищення безпеки руху щодо екологічної перспективи.

Екологічні характеристики транспортних потоків

Автотранспорт негативно впливає на навколишнє середовище через декілька каналів, зокрема через викиди шкідливих речовин в атмосферу, забруднення водних ресурсів та ґрунтів, акустичне забруднення, вібрацію, а також теплове й електромагнітне випромінювання.

Якщо зосередитися на міських транспортних джерелах, то можна зазначити, що питомі значення різних напрямів їхнього впливу суттєво відрізняються. В умовах міських агломерацій основними проявами негативного впливу транспортних потоків є викиди забруднювальних речовин в атмосферу та акустичне навантаження. Тому на початковому етапі дослідження доцільно зосередитися на одному з ключових напрямів впливу для моделювання його механізму.

Якщо одним із основних аспектів негативного впливу транспортних потоків на навколишнє середовище є атмосферне забруднення, техногенне навантаження можна визначити за величиною викидів шкідливих речовин. У цьому контексті серед різноманітних параметрів токсичності автотранспортних засобів ключовим є пробіговий викид шкідливих речовин (вимірюється в мг/м), оскільки він залежить від режиму руху транспортного потоку та може бути вихідним показником токсичної характеристики автотранспортних засобів. Таким чином, токсичну характеристику можна уточнити так:

$$w = f(X_A, X_B, X_C).$$

Серед усіх факторів, що впливають на рівень техногенного навантаження, швидкість вітру θ (вимірюється в м/с) є найбільш зручним параметром для аналізу. По-перше, її легко виміряти, а по-друге, вона суттєво впливає на розсіювання шкідливих речовин в

атмосфері, що є критично важливим для аналізу техногенного навантаження.

Параметр, що визначає рівень техногенного навантаження, має чітко відображати стан атмосфери у будь-який момент часу, а також ступінь негативного впливу на здоров'я людини. Таким критерієм є концентрація шкідливих речовин у приземному шарі атмосфери C (вимірюється в мг/м^3) [5].

Аналіз залежностей між цими параметрами дозволяє зробити кілька висновків: зі збільшенням пробігового викиду окремих автомобілів збільшується загальний викид від транспортного потоку, що призведе до підвищення рівня техногенного навантаження (пряма залежність). Водночас зі збільшенням швидкості вітру підвищується ефективність розсіювання шкідливих речовин в атмосфері. Таким чином, за сталого рівня викидів з транспортного джерела рівень техногенного навантаження зменшується зі збільшенням швидкості вітру (зворотна залежність).

Основна відмінність наявних концепцій розрахунку екологічних характеристик транспортного потоку полягає у використанні різних параметрів для визначення рівня техногенного навантаження.

Запропонований підхід дозволяє досить легко проаналізувати достовірність найбільш поширених методів. Серед усіх відомих методів найчастіше застосовують метод, що використовує інтенсивність руху як параметр для аналізу величини техногенного навантаження в міських умовах.

Наприклад, у дослідженні Негрова Н.С. [5] зазначається, що інтенсивність транспортного потоку є визначальним фактором під час аналізу впливу автотранспорту на навколишнє середовище.

Очевидно, що рівень техногенного навантаження має пряму залежність від інтенсивності руху: чим більше автомобілів рухається крізь певну ділянку дороги за одиницю часу, тим більше джерел негативного впливу та вищий масовий викид шкідливих речовин. Використовуючи принципи теорії розмірності, можна припустити, що запропонований метод забезпечить необхідну достовірність результатів за умови дотримання певного співвідношення:

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

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

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

Згідно з виразом (2), вимоги теорії розмірності не виконуються. Це дозволяє зробити попередній висновок про те, що запропонований метод аналізу величини техногенного навантаження не забезпечує необхідної достовірності розрахунків.

Інші методи розрахунку ґрунтуються на припущенні, що величина техногенного навантаження залежить від часу, протягом якого транспортні засоби перебувають у межах визначеної зони. Отже, чим довше складові транспортного потоку знаходяться в межах цієї зони, тим більший їхній негативний вплив на навколишнє середовище в загальному обсязі техногенного навантаження (пряма залежність). Критерієм, що визначає час проходження одиниці шляху, є темп руху t_m (розмірність с/м) [4].

Проте темп руху майже не використовується для аналізу стану транспортного потоку в конкретний момент часу. Внаслідок цього моделі, для яких основою є цей параметр, будуть малоефективними і незручними для практичного застосування. Водночас відомо, що темп руху має чітку залежність від швидкості руху v і є величиною, що зворотна швидкості $t_m = v^{-1}$.

Використовуючи цю залежність між темпом руху та величиною техногенного навантаження, можна стверджувати, що рівень техногенного навантаження обернено пропорційний швидкості руху.

Достовірність цього методу може бути підтверджена за умови дотримання певного співвідношення:

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

Під час перевірки дотримання 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 не дотримуються, що вказує на недостатню надійність розрахунків під час аналізу техногенного навантаження.

У попередніх методах аналізу залежності між рівнем техногенного навантаження та характеристиками транспортного потоку ці параметри розглядалися ізольовано. Водночас, якщо ці закономірності доведені, можна вважати, що в реальних умовах вони взаємодіють.

Використовуючи основне рівняння транспортного потоку, можна стверджувати, що це співвідношення визначає щільність потоку в будь-який момент часу. Таким чином, щільність потоку k (з одиницями виміру м^{-1}) може бути використана як окремий критерій для визначення рівня техногенного навантаження, оскільки вона має з ним пряму залежність.

Надійність цього методу може бути підтверджена за умови дотримання певного співвідношення:

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

Результати перевірки виконання цього співвідношення з теорії розмірності такі:

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

Вимоги теорії розмірності не дотримуються, що ставить під сумнів достовірність розрахунків техногенного навантаження.

Сучасні дослідження свідчать про доцільність методу, який пов'язує можливий рівень техногенного навантаження з критеріями аналізу якості умов руху транспортного потоку [4]. Серед усіх відомих методів у цій галузі найбільш популярним є енергетичний підхід. Отже, логічно розглянути можливість використання як критерію аналізу техногенного навантаження кінетичної енергії E_k або внутрішньої енергії I міського транспортного потоку (розмірність $\text{м}/\text{с}^2$). Відомо, що в межах енергетичного підходу чим вищою є кінетична енергія транспортного потоку в однакових умовах, тим меншими є непродуктивні втрати енергії та нижчий питомий рівень техногенного навантаження [5]. Інакше

кажучи, питома величина техногенного навантаження прямо пропорційна внутрішній енергії транспортного потоку й обернено пропорційна його кінетичній енергії. Таким чином, достовірність розглянутого методу може бути підтверджена за умови виконання одного з двох співвідношень:

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

чи

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

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

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

у другому випадку:

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

У жодному з двох співвідношень не дотримані вимоги теорії розмірності, що ставить під сумнів достовірність розрахунків рівня техногенного навантаження. Це свідчить про необхідність удосконалення методів аналізу техногенного навантаження, пов'язаних із міським транспортом.

Підсумовуючи результати, отримані з виразів (1)–(6), можна стверджувати, що жоден з розглянутих методів не забезпечує достатньої точності під час аналізу достовірності розрахунків відповідно до теорії розмірності. У цьому контексті можна припустити, що параметри стану транспортного потоку, які використовуються як критерії для визначення техногенного навантаження, не повною мірою відображають негативний впливу на навколишнє середовище. У практичній діяльності застосовують два підходи для подолання цього недоліку.

У першому випадку визначають емпіричні залежності між результативною ознакою

(у цьому випадку – рівнем техногенного навантаження) та факторами, що визначають цю ознаку (наприклад, інтенсивність і швидкість руху, швидкість вітру тощо). Проте подібні залежності визначаються низькою універсальністю, оскільки практичний досвід свідчить про те, що результати, отримані за їх допомогою, зазвичай адекватні лише в тих умовах, для яких були визначені ці емпіричні зв'язки. Під час екстраполяції на інші умови рівень похибок збільшується, що ставить під сумнів достовірність результатів.

У другому випадку до моделі додаються коригувальні коефіцієнти, які мають необхідні розмірності для усунення невідповідностей між ознакою та визначальними факторами [5]. Однак, крім низької універсальності, спостерігається також низька оперативність розрахунків, оскільки попередньо потрібно визначити структуру цих коефіцієнтів, а також розробити методику для визначення їхніх кількісних значень. Всі ці недоліки в сукупності не відповідають вимогам, що висуваються до сучасних методів розрахунку екологічних характеристик міських транспортних джерел.

У цьому контексті виникає необхідність розроблення нових критеріїв для збільшення рівня достовірності аналізу рівня техногенного навантаження міських транспортних потоків. Основні вимоги до цих критеріїв можуть бути сформульовані так:

1) методи розрахунку, основою для яких є зазначені критерії, мають об'єктивно відображати процес негативного впливу транспортних потоків на навколишнє середовище;

2) критерії мають гарантувати достовірність отриманих результатів за різних умов руху;

3) методика визначення кількісних значень критеріїв має забезпечувати високу оперативність;

4) критерії мають адекватно реагувати на зміни рівня техногенного навантаження, викликані різноманітними факторами;

5) критерії мають дозволяти оцінювати ефективність екологічно спрямованих заходів з організації дорожнього руху;

6) критерії повинні мати фізичний сенс і бути вираженими в конкретних кількісних значеннях.

Для спрощення пошуку можливих критеріїв на попередньому етапі важливо визначити його основні передумови. У такому формулюванні для досягнення поставленої мети можна скористатися положеннями теорії розмірності. У цьому випадку необхідно розв'язати зворотну задачу: яку розмірність повинен мати критерій екологічного навантаження транспортного потоку P , щоб у процесі розрахунку екологічних характеристик міських транспортних потоків цей критерій з огляду на вже обґрунтовані результати пробігових викидів автотransпортних засобів і швидкість вітру забезпечив достовірний аналіз рівня техногенного навантаження, вираженого через концентрацію шкідливих речовин в атмосфері. Розв'язок сформульованої задачі можна записати так:

зати зворотну задачу: яку розмірність повинен мати критерій екологічного навантаження транспортного потоку P , щоб у процесі розрахунку екологічних характеристик міських транспортних потоків цей критерій з огляду на вже обґрунтовані результати пробігових викидів автотransпортних засобів і швидкість вітру забезпечив достовірний аналіз рівня техногенного навантаження, вираженого через концентрацію шкідливих речовин в атмосфері. Розв'язок сформульованої задачі можна записати так:

$$\left[\frac{w}{\theta} \right] \cdot [P] = [C] \rightarrow \left[\frac{m\epsilon}{m} \right] \cdot \left[\frac{m}{c} \right]^{-1} \cdot [P] = \left[\frac{m\epsilon}{m^3} \right], \quad (7)$$

результати перевірки з теорії розмірності:

$$\left[\frac{m\epsilon \cdot c}{m^2} \right] \cdot [P] = \left[\frac{m\epsilon}{m^3} \right] \rightarrow [P] = \left[\frac{m\epsilon}{m^3} \right] \cdot \left[\frac{m^2}{m\epsilon \cdot c} \right] = \left[\frac{1}{m \cdot c} \right].$$

Висновки

Отримане рівняння (7) дозволяє дійти попереднього висновку про те, що для адекватного аналізу механізму негативного впливу транспортних потоків на навколишнє середовище критерій, який визначає рівень їхнього техногенного навантаження, повинен мати певну розмірність ($m \cdot c^{-1}$). Цей висновок можна використовувати для перевірки достовірності проведених досліджень під час розроблення математичної моделі екологічних характеристик міських транспортних потоків.

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. Ісаєнко В. М. Інженерна екологія: навч. підручник / за заг. ред. В. М. Ісаєнка. 2-е вид. Київ: НАУ, 2019. 452 с.
3. Парасюк В. М., Демків Р. Я., Когут В. М. Безпека дорожнього руху: навч. посібник. Львів: Львівський державний університет внутрішніх справ, 2022. 340 с.
4. Говорущенко Н. Я., Туренко А. М. Системотехніка транспорту. Харків. ХГАДТУ, 1999. 468 с.
5. Екологічні аспекти автотransпортного комплексу. Екологічні аспекти автотransпортного комплексу: монографія / І. Е. Линник та ін. Харків, 2020. 194 с. ISBN 978-617-7602-82-7.

References

1. Lezhneva, O. I., Kovaka, A. S., Siminko, D. P. (2015). Research on the landscape and ecological characteristics of urban areas. *Bulletin of KhNADU*. No. 68, Pp. 19–24.
2. Isaienko, V. M., Babikova, K. O., Satalkin, Yu. M., Romanov, M. S. (2019). *Engineering Ecology: textbook*. 2nd edition. Kyiv, NAU. 452 p.
3. Parasyuk, V. M., Demkiv, R. Ya., Kogut, V. M. (2022). *Road Safety: textbook*. Lviv: Lviv State University of Internal Affairs. 340 p.
4. Govorushchenko, N. Ya., Turenko, A. M. (1999). *Transport Systems Engineering*. Kharkiv. Kharkiv State Academy of Civil Engineering and Architecture. 468 p.
5. Lynnyk, I. E., Lezhneva, O. I., Dorozhko, E. V. et al. (2020). *Environmental aspects of the motor transport complex: monograph*. Kharkiv. 194 p. ISBN 978-617-7602-82-7.

Лежнева Олена Іванівна, к.т.н., доц. каф. екології, legnevaelena@gmail.com
тел. +380506070395

Барун Марина Вікторівна, к.е.н., доц. каф. екології, masha.barun@gmail.com
тел. +380509739558

Калюжна Юлія Сергіївна, к.т.н., доц. каф. екології, uskalmikova@gmail.com
тел. +38953187276

Коверсун Світлана Олександрівна, ст. викладач каф. екології, svetlanakoversun@gmail.com
тел. +380977107683
Харківський національний автомобільно-дорожній університет, вул. Ярослава Мудрого, 25, 61002, м. Харків, Україна.

Assessment of the ecology composition of traffic flows on the street and road network of cities

Problem. In the context of limited traffic space for urban transport flows, establishing limits on permissible environmental impact is crucial. Therefore, research aimed at determining the structure of criteria based on the patterns of transport's impact on the environment and the development of ecological characteristics of transport flows is highly relevant.

Goal. To systematize information regarding the ecological aspects of traffic flows, develop a quantitative function representing the ecological risk associated with these flows, and provide operational assessment criteria for evaluating the effectiveness of measures

within the urban network. **Methodology.** The calculations of environmental characteristics of transport flows should be grounded in fundamental relationships between flow parameters that reflect their status at a specific time or under defined traffic conditions. To enhance the accuracy of these calculations, it is essential to identify the mechanisms that lead to significant errors in the assessments. **Results.** The theory of dimensions proves to be the most effective approach for addressing the stated problem. Employing this mathematical framework during the initial phase of research will considerably simplify the calculations involved. The criterion for evaluating the level of technogenic load must possess an appropriate dimension to reliably characterize the mechanisms underlying the negative impacts of transport flows on the environment, as evidenced by the findings from this research. **Originality.** This conclusion can serve as a function for verifying the reliability of research conducted during the mathematical modeling and development of ecological characteristics for urban transport flows. **Practical Value.** This approach facilitates prompt solutions to optimal planning and organization challenges for road transport systems, considering ecological perspectives in any city while accounting for the unique characteristics of its vehicle fleet and street network development.

Keywords: traffic flow, traffic intensity, urban environment, atmospheric air, harmful substances, impact studies, environmental safety.

Lezhneva Olena, PhD, Associate Professor, of the Department of Ecology, legnevaelena@gmail.com
tel.: +380506070395,

Barun Maryna, PhD, Associate Professor of the Department of Ecology, masha.barun@gmail.com ,
tel.: +380509739558

Kaliuzhna Yuliia, PhD Associate Professor of the Department of Ecology, uskalmikova@gmail.com ,
tel.: +38953187276

Koversun Svitlana, Senior Lecturer of the Department of Ecology, svetlanakoversun@gmail.com
tel. +380977107683

Kharkiv National Automobile and Highway University, 25, Yaroslava Mudroho str., Kharkiv, 61002, Ukraine.