

## АНАЛІЗ МЕТОДИК ОЦІНЮВАННЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПРИДОРОЖНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

*Рутковська І.А.*, кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
*Федій І.С.*, Національний транспортний університет, Київ, Україна

### ANALYSIS OF EVALUATION METHODS OF ROADSIDE POLLUTION

*Rutkovska I.A.*, Candidate of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine  
*Fedii I.S.*, National Transport University, Kyiv, Ukraine

### АНАЛИЗ МЕТОДИК ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИДОРОЖНОЙ СРЕДЫ

*Рутковская И.А.*, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина  
*Федий И.С.*, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

**Постановка проблеми.** З кожним роком на Землі збільшується кількість джерел, які спричинюють негативну дію на навколишнє середовище. Автомобільна дорога у своєму життєвому циклі не є винятком. Тому необхідно розглядати її у системі «транспортний потік – автомобільна дорога», оскільки під час експлуатації транспортних засобів саме і створюється значна частка інгредієнтного забруднення атмосфери. Це все призводить до зміни клімату на планеті і спрямовує на підписання нової кліматичної угоди у Парижі. Оскільки, у «Рамковій конвенції ООН зі зміни клімату» (1992 р.) не прописано яким саме чином і на скільки повинні бути знижені викиди. 97 % вчених-кліматологів вважають, що існує залежність між температурою і викидами парникових газів, які збільшилися більш ніж в 10 разів за останні десятиліття у результаті бурхливого розвитку промисловості і технічного прогресу [1].

Експлуатація транспортних засобів призводить до значного впливу на придорожнє середовище. Оперуючи певними математичними моделями, комп'ютерними програмами, які ґрунтуються на різних методиках, можливо визначити вміст тих чи інших небезпечних сполук у атмосферному повітрі, що надходять від автомобільного транспорту. Але більшість розроблених методик враховують лише незначну частину показників: одні – розповсюдження домішок у залежності від параметрів джерела викиду, інші – метеорологічні умови. Тому постає актуальна проблема щодо вивчення та розширення переліку негативних факторів, а також виявлення рівня забруднення атмосферного повітря у межах смуги відведення. У комплексі можливо охарактеризувати найважливіші критерії, які необхідно враховувати під час розрахунків.

Нові методики, спрямовані на визначення несприятливого впливу у межах смуги відведення, повинні ґрунтуватися на попередніх наукових дослідженнях, які направлені на оцінювання стану придорожнього середовища та у майбутньому дозволять знайти шлях до підвищення рівня екологічної безпеки. Ефективність методик залежить від врахованих нею негативних факторів впливу та відображення реального стану автомобільної дороги.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Транспортна споруда впливає на навколишнє середовище на всіх етапах життєвого циклу, який включає в себе проектування, підготовчі роботи, транспортування дорожньо-будівельних матеріалів, спорудження земляного полотна, влаштування дорожнього одягу, ремонт та утримання дороги, експлуатацію, утилізацію конструкцій транспортної споруди. При експлуатації, утриманні та ремонті транспортного споруди (дороги) одним з найбільш чутливих компонентів навколишнього природного середовища є атмосферне повітря – внаслідок надмірного забруднення викидами відпрацьованих газів, продуктами зношування дорожнього покриття і шин.

На рівень викидів забруднюючих речовин впливає технічний стан автомобілів, природно-кліматичні чинники, стан дорожнього покриття та ін. Похил дороги (до 9%) спричинює зростання викидів оксидів азоту для легкових ТЗ на всіх швидкостях руху за винятком діапазону швидкостей 85 ... 105 км/год, а викидів оксиду вуглецю і вуглеводнів – тільки при швидкості більше 100 км/год. У вантажних ТЗ найбільш чутливі (до 5 ... 7%) до поздовжнього похилу пробігові викиди оксидів азоту, та сажі [2].

**Невирішені раніше частини загальної проблеми.** Проблема забруднення атмосфери під дією шляхів сполучення, включаючи транспортні потоки, останнім часом набуває глобального характеру, тому багато науковців займаються її вирішенням. Хоча атмосферне повітря можна вважати невичерпним природним ресурсом лише умовно, адже людині для життя потрібне повітря певної якості. А під впливом антропогенного фактора його хімічний склад і фізичні властивості дедалі погіршуються.

Головною задачею, пов'язаною зі зменшенням екологічного навантаження автомобільної дороги на довкілля, є об'єктивний, осмислений вибір показників дослідження, врахувавши які – можливо визначити рівень забруднення придорожного середовища. На величину забруднення обов'язково впливають параметри самої ділянки автомобільної дороги, тобто напрямок її проходження, наявність заокруглень, розділювальної смуги, наявності зелених насаджень вздовж автомагістралі. Оцінка екологічного навантаження автомобільної дороги на складові компоненти придорожного середовища повинна включати всі можливі фактори, які відіграють вагомe значення у ефективному оцінюванні ступеня забруднення. Не існує єдиної інтерпретації використання тих чи інших допустимих факторів. Рішенням зазначеної проблеми може стати оцінка фактичного стану забруднення з використанням вагомих показників, розглянутих у попередніх методиках та їхня систематизація, з подальшою метою розробки нової методики.

**Формування цілей статті (постановка завдання).** Виходячи з проблематики, метою роботи є опрацювання різноманітних підходів, аналіз літературних джерел, пов'язаних з оцінкою впливу на навколишнє середовище, в тому числі атмосферного повітря, і визначення найбільш ефективних механізмів розрахунку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Значний вклад у теорію і розвиток наукових фундаментальних досліджень проблем охорони атмосферного повітря, зменшення техногенного навантаження на повітряний басейн автомобільним транспортом внесли Балацький О.Ф., Данилишин Б.М., Міщенко В.С. та інші науковці. Одними з перших проблему забруднення повітря м. Києва, можливі зміни його складу, під дією викидів автотранспорту досліджували науковці: Берлянд М.Е., Тищенко Н.Ф., Стольберг Ф.В.. Роботи Денисова В.Н. та Роголева В.А. дозволили дати більш якісну оцінку в області забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автомобільного транспорту. Вплив рельєфу і типу місцевості на процеси розсіювання сполук детально досліджено в працях Скопечького В.В., Хруща В.К. та ін.

У Національному транспортному університеті займаються питаннями впливу автомобільної дороги, у своєму життєвому циклі, на придорожнє середовище. Питання впливу автомобільного транспорту відображені в роботах Гутаревича Ю.Ф., Зеркалова Д.В., Корпача А.О., Матейчика В.П.. Впливи процесів будівництва, ремонту та експлуатації автомобільних доріг вивчені такими науковцями: Савенко В.Я., Славінська О.С., Скорченко В.Ф., Мозговий В.В., Проник О.Ю. та ін.. Кафедра екології та безпеки життєдіяльності займається моделюванням і прогнозуванням рівня забруднення придорожного середовища транспортними потоками.

Отже, у загальному можна виділити наступні напрямки наукових робіт, спрямовані на визначення небажаного впливу системи «транспортний потік – дорога» на атмосферне повітря (рис.1):

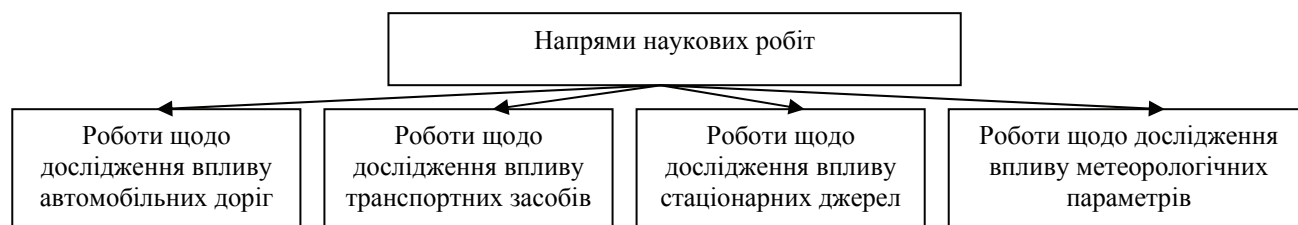


Рисунок 1 – Напрямки наукових робіт

Зношування дорожнього покриття у період експлуатації транспортних засобів призводить до збільшення викидів забруднюючих речовин у межах придорожного середовища. Оскільки, не лише викиди від транспорту потрапляють у атмосферне повітря, а й тверді частки від самого дорожнього одягу. Річне зношування покриття залежить від типу дорожнього одягу і за однією з методик розраховується наступним чином (1) [3]:

$$h = a + \frac{b \cdot N}{1000} \quad (1)$$

де,  $a$  - параметр, що залежить від стійкості покриття до зміни кліматичних умов;  $b$  - показник, який залежить від якості (в основному міцності) матеріалу покриття, ступеня його зволоження, складу і швидкості руху;  $N$  – інтенсивність руху, авт./добу.

Для оцінки рівня забруднення атмосферного повітря необхідно визначити інтенсивність транспортного потоку на вказаній ділянці автомобільної дороги. Один із способів визначення середньодобової інтенсивності руху автомобілів у крупних і найкрупніших містах наведено у формулі 2 [4]:

$$\bar{N} = P_{a-b} \times K_q \times K_c \times K_n \times K_m \times K_z \times \left(1 + \frac{P}{100}\right) \times F_{(t)} \quad (2)$$

де  $P_{a-b}$  – кількість автотранспортних засобів, що проїхали за час від “а” до “б” хвилин в середині однієї визначеної години, проміжок “а” – “б” приймається кратним 60 і складає 20 або 30 хвилин;  $K_q$  – коефіцієнт внутрішньогодинної нерівномірності руху, який забезпечує перехід від вибіркової інтенсивності до годинної;  $K_c$  – коефіцієнт переходу від годинної інтенсивності до добової;  $K_n$  – коефіцієнт нерівномірності руху за днями тижня;  $K_m$  – коефіцієнт внутрішньомісячної нерівномірності руху;  $K_z$  – коефіцієнт сезонної нерівномірності руху;  $P$  – середньорічний відсоток приросту інтенсивності;  $n$  – кількість років, на які виконується прогноз інтенсивності;  $F_{(t)}$  – функція, яка передає випадкові обставини, що впливають на розвиток транспорту.

У даній проведено аналіз мінімізації витрат палива при різних режимах руху і зроблено висновок, що рух у режимі, коли зайнято дві смуги, при наявності трьох, більш вигідний за витратою палива у порівнянні з рухом, коли зайнято три смуги. Визначення інтенсивності передбачає врахування достатньої кількості показників, для яких вихідні дані складно визначити. Тому необхідно або зменшити кількість показників або провести натурні спостереження транспортного потоку.

Розроблено методику визначення розповсюдження розсіювання забруднюючих речовин і раціональні методи оцінки і контролю характеристик дорожнього руху в окремих підрайонах міста в ув'язці їх з екологічними чинниками та побудовою ізоліній. Запропоновано метод оцінювання існуючого стану вулично-дорожньої мережі в залежності від організації дорожнього руху, який дозволяє виявити першочергові напрямки для покращення функціонування транспортної системи міста.

Для дослідження обсягів забруднення атмосферного повітря відпрацьованими газами автотранспорту існує методика розподілення автомобільного транспорту на транспорт комунальної та приватної власності [5]. У залежності від розподілу враховано показники, наведені в таблиці 1.

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз врахованих показників для транспорту комунальної та приватної власності

Показники	Транспорт комунальної власності	Транспорт приватної власності
Обсяг викидів	$V_{ijk} = M_{jk} \cdot K_{nejk} \cdot K_{mcijk}$	$V_{ni} = B_{ind} \cdot K_{nvi} \cdot K_{mci}$
$M_{ik}$ $B_{ind}$	Обсяги спожитого пального $j$ -го виду $k$ -ю групою автотранспорту юридичних осіб, тонн	Обсяги спожитого бензину автомобілями, які перебувають у приватній власності населення, тонн
$K_{nejk}$	Усереднені питомі викиди $i$ -ї шкідливої речовини з одиниці спожитого пального $j$ -го виду $k$ -ю групою автотранспорту, кг/тонни пального	
$K_{mcijk}$	Коефіцієнт впливу технічного стану на питомі викиди $i$ -ї шкідливої речовини з одиниці спожитого пального $j$ -го виду $k$ -ю групою автотранспорту	
Вид палива	Бензин, дизельне паливо, СПГ, ЗНГ	Бензин
Умови руху	Не розподілено	Окремо по сільській та міській місцевості

Розподіл транспортних засобів був проведений для ефективнішого визначення забруднення повітря, але такий розподіл є не зовсім доцільний, оскільки формули направлені на визначення схожих показників. У роботі на основі реальних спостережень досліджено витрату пального за рік автомобілями, що знаходяться у приватній власності населення, враховуючи окремо проїзд по

міській та сільській місцевості. Середньорічні обсяги споживання бензину одним автомобілем визначено вибірково обстеженням: у міській місцевості становить 626 кг, у сільській – 411 кг.

Для розрахунку річного використання забруднюючих речовин для всіх категорій транспортних засобів у певних умовах руху на території кожної з територіальних одиниць, враховано витрату пального, транспортний парк (за категорією, по строку служби), умови руху (у міській, сільській, гірській місцевості), коефіцієнт викидів (за категорією транспортного засобу, за умовами руху), ін. параметри (властивості пального, природно кліматичні умови).

У роботі «Розробка технічних засобів і заходів, які запобігають забрудненню повітряного басейна автомобільно-дорожньою інфраструктурою» наведено характеристику показників, які спричинюють негативний вплив у межах придорожного середовища. Розглядаючи тип дорожнього покриття, зазначено, що із органічних в'язучих матеріалів, бітуми менш шкідливі, ніж їх замітники (каменеподібні дьогті і смоли), з відходів коксохімічної промисловості [6]. На рисунку 3 наведено залежність викидів вуглеводнів від строку служби покриттів.

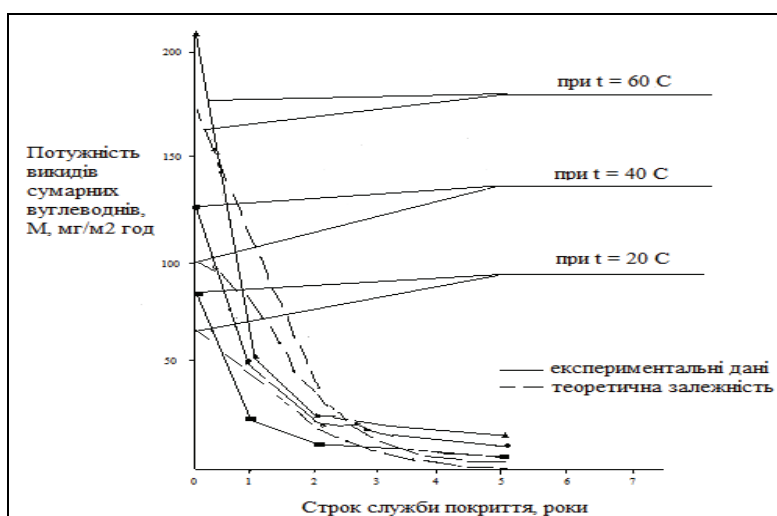


Рисунок 3 – Залежність потужності викидів сумарних вуглеводнів від строку служби покриттів, улаштованих з використанням дьогтю

Запропонована методика аналітичного вивчення масових викидів оксиду вуглецю, оксидів азоту і вуглеводнів автомобілями, що перебувають у різних дорожніх умовах, дозволяє виявити рівень забруднення повітря автомобілями з вилученням впливу інших джерел забруднення. Методика ґрунтується на теорії автомобіля, токсичних характеристиках двигунів, включає розрахунковий і розрахунково-експериментальний способи [6].

Результати теоретичних досліджень відображають масові викиди шкідливих речовин автомобілями у залежності від поздовжніх похилів дороги, швидкості руху автомобіля, рівності проїзної частини, потужності, яку розвиває двигун, передачі, частоти обертання колінчастого валу двигуна.

Викиди забруднюючих речовин зростають з погіршенням рівності дорожнього покриття. Якщо показник рівності коливається у межах від 70 см/км до 200 см/км, тоді збільшення оксидів вуглецю відбувається в 1,77 разів, оксидів азоту – 1,33 рази, вуглеводні зростають у 2,2 рази [7].

Доведена залежність викидів від коефіцієнтів зчеплення (зростають викиди CO, при  $\varphi=0,1$  (ожеледиця) відбувається зменшення NO<sub>x</sub>), що пояснюється зниженням швидкості автомобіля зі спаданням коефіцієнта зчеплення, призводить до послаблення потужності двигуна, збільшується  $\alpha$  і відповідно підвищуються показники CO і скорочується відсоток викидів NO<sub>x</sub> у відпрацьованих газах автомобіля.

Над вирішенням задачі визначення кількості спожитого палива працював Говоруценко М.Я. У методиці витрату палива розраховував як добуток потужності двигуна, відстані, питомої витрати палива, щільності палива. Виходячи з даної формули, точно визначити потужність двигуна всіх автомобілів у ТП досить складно, тому що, як правило, не існує достовірної інформації про розподіл автомобілів у ТП і беруться усереднені дані. Визначення викидів проведено за наявності даних про

молекулярну масу шкідливих сполук, щільності палива, концентрації речовин у відпрацьованих газах по об'єму, коефіцієнту надлишку повітря.

Показники рівності дорожнього покриття залежать від виду покриття. Для асфальтобетонного покриття відмінною є рівність менше 45 см/км, потребує ремонту цементобетонне покриття при рівності 110 – 210 см/км, щебеневі оброблені – 280 см/км, щебеневі необроблені – 350 см/км. З цією метою запропоновано новий підхід до визначення ймовірності відповідності рівності проїзної частини умовам руху и екологічним вимогам (2) [7]:

$$P(S_{доп.екол.} \leq S_{доп.норм.}) = \frac{a}{bC_{\Delta}} \left[ \frac{1}{e^{bS_{\phi}}} - \frac{1}{e^{bS_m}} \right] \quad (2)$$

$S_{доп.екол.}$  – допустиме значення рівності за екологічними показниками, см/км;

$S_{доп.норм.}$  – нормативне значення рівності, см/км;

$a, b$  – коефіцієнти, які залежать від рівності дорожнього покриття (визначаються експериментальним шляхом);

$S_{\phi}$  – фактична рівність;

$C_{\Delta}$  – ширина інтервалу при побудові полігону розподілу.

Ця методика застосовується для доріг II і III категорій з покращеним і об'єднаним типом покриття.

Зміна клімату також пов'язана із збільшенням кількості автомобілів, що призводить до зростання викидів. Тому для розрахунків необхідно враховувати метеорологічні показники. За сприятливі погодні умови приймають суху, ясну погоду із температурою повітря в межах від  $-30^{\circ}\text{C}$  до  $+30^{\circ}\text{C}$ , зі швидкістю вітру до 10 м/с, відсутністю туману і відносною вологістю повітря до 90 % [3].

У роботі «Оцінка та прогнозування сучасного стану забруднення атмосферного повітря у м. Києві» наведено характеристику розповсюдження домішок у залежності від метеорологічних параметрів [8]. При зміні несприятливих умов, середні концентрації домішок можуть коливатися на 20 % – 40 %. При наявності туманів концентрації домішок збільшуються на 40 % – 110 %, порівняно до туману і можуть утворити більш токсичні речовини при поглинанні домішок вологою (наприклад,  $\text{SO}_3$  до  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Здатність дощових крапель до поглинання газоподібних домішок залежить від їхнього розміру, зі зменшенням радіусу крапель відбувається послаблення ефекту очищення повітря в 1,5 – 2 рази. Інтенсивність впливу домішок відбувається протягом перших 2 годин від початку випадання опадів, а подальші дощі не справляють значний вплив на вимивання забруднюючих речовин в атмосферному повітрі.

Вплив температури неоднозначний: при стійкій стратифікації в нижніх шарах повітря будуть накопичуватися домішки, що надходять від низьких холодних джерел. Водночас стійкість може стати перешкодою для проникнення у нижні шари домішок, що надходять в атмосферу від високих промислових викидів. При нестійкій стратифікації може відбуватися протилежний процес.

Розрахунок розсіювання забруднюючих речовин, створених під час експлуатації транспортного потоку проводиться згідно з «Методикою розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться у викидах підприємств (ОНД-86)», що узгоджена Міністерством екології та природних ресурсів [9].

Значення максимальної сумарної концентрації  $C_m$  (мг/м<sup>3</sup>) від  $N$  розташованих на майданчику джерел, що мають рівні значення висоти, діаметра гирла, швидкості виходу в атмосферу і температури газоповітряної суміші, визначається за формулою 4:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2} \sqrt[3]{\frac{N}{V \cdot \Delta T}} \quad (4)$$

де  $A$  – коефіцієнт, що залежить від температурної стратифікації атмосфери;  $M$  (г/с) – сумарна потужність викиду усіма джерелами;  $F$  – безрозмірний коефіцієнт, який враховує швидкість осідання речовин в атмосферному повітрі;  $m, n$  – коефіцієнти, які враховують умови виходу газоповітряної суміші;  $\eta$  – безрозмірний коефіцієнт, що враховує вплив рельєфу місцевості;  $H$  (м) – висота джерела викиду над рівнем землі;  $V$  (м<sup>3</sup>/с) – сумарна витрата викидається всіма джерелами газоповітряної суміші;  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) – різниця між температурою газоповітряної суміші, що викидається в атмосферу і температурою повітря навколишнього середовища.

Для визначення впливу автомобільної дороги на придорожнє середовище розрахунок забруднення атмосфери проводиться для площинного джерела, оскільки передбачає розподілення дороги на окремі площадки, які відрізняються довжиною, у межах якої розподіляється забруднення.

«Методика оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища системою «транспортний потік – дорога» базується на визначенні масових викидів забруднюючих речовин у різних режимах; визначення дисперсії розподілу домішок в атмосфері, вмісту речовин у ґрунті, визначає еквівалентний рівень шуму транспортного потоку [10].

Вміст забруднюючих речовин в атмосферному повітрі придорожнього середовища на відстані «х» від осі дороги  $C(x)$  мг/м<sup>3</sup> визначається (5):

$$C(x)_i = \frac{M_i}{\pi \cdot u \cdot \sin \alpha \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} e^{\left[ -\frac{H^2}{2 \cdot \sigma_z^2} \right]}, \quad (5)$$

де  $M_i$ – масові викиди  $i$ -ї забруднюючої речовини, мг/с;  $u$  – швидкість вітру, м/с;  $\alpha$ – кут між напрямом вітру і напрямом дороги, град;  $\sigma_y, \sigma_z$ – дисперсії розподілу домішок в атмосфері в напрямках  $y$  і  $z$ , м;  $H$  – висота джерела викиду, м

Методика передбачає розрахунок масових викидів, крім режиму усталеного руху ще й у режимах розгону та холостого ходу. Методика не достатньо враховує дорожні умови та метеокліматичні параметри.

Фактори, враховані під час оцінювання впливів автомобільної дороги на навколишнє середовище відіграють важливу роль у забрудненні придорожнього середовища. Виявити їхню вагомість дозволяє метод аналізу ієрархій. Для парних порівнянь рівня критеріїв вибрано 7 показників, які відіграють важливе значення у оцінюванні впливів на довкілля: кліматичні умови (1), географічне місце розміщення джерела викиду (2), дорожні умови (3), параметри джерел викиду (4), параметри пило-, газоповітряної суміші факела викиду (5), координати пункту відбору проб повітря по відношенню до джерел викидів (6), інтенсивність транспортного потоку (7). Матриця парних порівнянь наведена у таблиці 2.

Таблиця 2 – Матриця парних порівнянь рівня критеріїв

Критерії	1	2	3	4	5	6	7	W*	W*норм
1	1	4/1	1/2	7/1	6/1	3/1	2/1	2,43	0,24
2	1/4	1	1/5	7/4	6/4	3/4	2/4	0,65	0,07
3	2/1	5/1	1	9/1	8/1	4/1	3/1	3,65	0,37
4	1/7	4/7	1/9	1	6/7	3/7	2/7	0,37	0,04
5	1/6	4/6	1/8	7/6	1	3/6	2/6	0,43	0,04
6	1/3	4/3	1/4	7/3	6/3	1	2/3	0,86	0,09
7	2/1	4/2	1/3	7/2	6/2	3/2	1	1,54	0,16
$\Sigma$	5,89	14,57	2,52	25,75	22,36	11,18	7,79	9,94	1,00

Визначити точність числових розрахунків у матриці парних порівнянь дозволяє індекс узгодженості, визначений відповідно до формули 6:

$$I_Y = \frac{\lambda_{\max}^* - n}{n - 1} \quad (6)$$

де  $\lambda_{\max}$  – геометричне сумарне значення матриці;  
 $n$  – кількість критеріїв.

Матриця парних порівнянь є правильною, оскільки індекс узгодженості становить 0,071 і не перевищує допустиме значення 0,2.

Охарактеризувавши вибрані критерії за допомогою МАІ, найбільш вагомим виявилися дорожні умови (0,37), оскільки в умовах зношеного дорожнього одягу, на спусках і підйомах рівень забруднення буде змінюватися у результаті постійного переключення режимів руху водієм. Для вивчення особливостей забруднення повітря викидами автотранспорту організують спеціальні спостереження в усі дні робочого тижня кожної години з 6 до 13 години та з 14 до 21 години. Найменшим показником є параметри джерела викиду та параметри пило-, газоповітряної суміші (0,04), оскільки даними критеріями неможливо управляти і точно визначити їхню характеристику у транспортному потоці.

**Висновки.** Виявити рівень забруднення придорожного середовища можливо лише у життєвому циклі автомобільної дороги. Дорогу необхідно розглядати у системі «транспортний потік – дорога» і обґрунтовувати, виходячи із експлуатаційних характеристик. Розглянуті методики спрямовані на оцінювання впливів на придорожнє середовище і врахування різноманітних показників: інтенсивності руху; параметрів, що залежать від кліматичних умов, якості матеріалу покриття; обсягів спожитого пального; рівності, шорсткості дорожнього одягу; масових викидів речовин; дисперсій розподілу домішок в атмосфері тощо. Виявлено, що більшість методик враховують незначну частину показників, деякі потребують застосування додаткових нормативних документів. З суб'єктивної точки зору, для виявлення, прогнозування, а у подальшому і зменшення рівня забруднення атмосферного повітря придорожного середовища, необхідно точніше враховувати небезпечні фактори впливу. За допомогою методу аналізу ієрархій було обрано сім показників, які найбільше впливають на рівень забруднення і потребують уваги. Провівши порівняння, найсуттєвішим критерієм, який є недостатньо врахованим, проте у першу чергу визначає рівень забруднення придорожного середовища, є дорожні умови (0,37), оскільки в умовах зношеного дорожнього покриття, величини похилів на спусках і підйомах рівень забруднення буде змінюватися.

### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Офіційний сайт Всесвітнього фонду природи (електронна адреса – <http://wwf.panda.org/>).
2. Трофименко Ю.В. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда: учеб. пособие / Ю.В Трофименко, Г.И.Евгеньев. – 2-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 400 с.
3. Справочная энциклопедия дорожника. Том II. Ремонт и содержание автомобильных дорог / под. ред. А.П. Васильева. – М, 2004. – 791 с.
4. Степанчук О.В. «Методи створення і ведення транспортно-екологічного моніторингу в великих і найбільших містах». – К.: КНУБА, 2004. – 133 с.
5. Колесник С.І. «Статистична оцінка забруднення атмосферного повітря автомобільним транспортом». – К.: КНЕУ, 2004. –
6. Скорченко В.Ф. «Розробка технічних засобів і заходів, що запобігають забрудненню повітряного басейну автомобільно-дорожньою інфраструктурою». – К.: УТУ, 1995. – 298 с.
7. Угненко Е.Б. «Анализ, оценка и улучшение экологических показателей автомобильных дорог в малых населенных пунктах средствами дорожно-эксплуатационной службы». – Х.: ХАДИ, 1996. – 145 с.
8. Шевченко О.Г. «Оцінка та прогнозування сучасного стану забруднення атмосферного повітря у м. Києві». – К., 2009. – 229 с.
9. ОНД – 86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД – 86)». – Л.: Гидрометеизд, 1987. – 93 с.
10. «Методика оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища системою «транспортний потік – дорога» – К.: НТУ, 2011 – 40 с.

### REFERENCES

1. The official website of the WWF (e-mail address – <http://wwf.panda.org/>). (Ukr)
2. Y.V. Trofimenko Environment: transport facilities and environment: studies. benefit / Y.V. Trofimenko, G.I. Evgenev. – 2nd ed. – Moscow: Publishing center "Academy", 2008. - 400 p. (Rus)
3. Reference Encyclopedia road workers. Volume II. Repair and maintenance of highways / under. Ed. AP Vasiliev. – Moscow, 2004. – 791 p. (Rus)
4. Stepanchuk O. V. Methods of the transport-ecological monitoring creation and conduct in large and the largest cities (on the example of Kiev) – Kyiv: KNUBA, 2004. - 133 p. (Ukr)
5. Kolesnik S.I. Statistical estimation of atmospheric air pollution by motor transport. – Kyiv .: KNEU, 2004. (Ukr)
6. VF Skorchenko "Development of means and measures to prevent air pollution automobile and road infrastructure." - K .: UTU, 1995. - 298 p. (Ukr)
7. Uhenko EB "Analysis, Evaluation and Improvement ekologicheskikh indicators avtomobylnykh roads in populated areas malyykh funds ekspluatatsyonnoy sluzhby road." - H .: HADY, 1996. - 145 p. (Rus)
8. Shevchenko OG "Assessing and predicting the current state of air pollution in the city. Kiev." - K., 2009. - 229 p. (Ukr)

9. OND – 86 «Metodyka rascheta kontsentratsyy v atmosfernom vozdukh vrednykh veshchestv, soderzhashchykh v vьbrosakh predpryyatyy (OND – 86)» [Methods of calculating the concentration in the air of harmful substances contained in industrial emissions (OND - 86)]. – Leningad.: Gidrometeoizd, 1987. – 93 p. (Rus)

10. "Methods and parametric estimation in hrediyentnoho roadside environment pollution system" traffic - road " - K.: NTU, 2011 - 40 p. (Ukr)

### РЕФЕРАТ

Рутковська І.А. Аналіз методик оцінювання забруднення придорожного середовища / І.А.Рутковська, І.С. Федій // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2016. – Вип. 1 (34).

Автомобільна дорога у своєму життєвому циклі призводить до значного впливу на навколишнє середовище. Виходячи з проблематики, метою роботи є опрацювання різноманітних підходів, аналіз літературних джерел до оцінки впливів на навколишнє середовище, у тому числі атмосферного повітря і визначення найбільш оптимальних методик та їх доопрацювання з метою удосконалення методики Національного транспортного університету.

Одними з перших проблему забруднення повітря м. Києва, можливі зміни його складу, під дією викидів автотранспорту досліджували науковці: Берлянд М.Е., Тищенко Н.Ф., Стольберг Ф.В.. Роботи Денисова В.Н. та Роголева В.А. дозволили дати більш якісну оцінку в області забруднення атмосферного повітря вихлопними газами автомобільного транспорту. Вплив рельєфу і типу місцевості на процеси розсіювання сполук детально досліджено в працях Скопечького В.В., Хруща В.К. та ін.

У роботі «Розробка технічних засобів і заходів, які запобігають забрудненню повітряного басейна автомобільно-дорожньою інфраструктурою» наведено характеристику показників, які спричинюють негативний вплив у межах придорожного середовища. Розглядаючи тип дорожнього покриття, зазначено, що із органічних в'язучих матеріалів, бітуми менш шкідливі, ніж їх замітники (каменеподібні дьогті і смоли), з відходів коксохімічної промисловості.

Встановлено, що викиди забруднюючих речовин зростають з погіршенням рівності дорожнього покриття. Якщо показник рівності коливається у межах від 70 см/км до 200 см/км, тоді збільшення оксидів вуглецю відбувається в 1,77 разів, оксидів азоту – 1,33 рази, вуглеводні зростають у 2,2 рази.

Розповсюдження домішок у залежності від метеорологічних параметрів має велике значення. При зміні несприятливих умов, середні концентрації домішок можуть коливатися на 20 % – 40 %. При наявності туманів концентрації домішок збільшуються на 40 % – 110 %, порівняно до туману і можуть утворити більш токсичні речовини при поглинанні домішок вологою (наприклад, SO<sub>3</sub> до H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Здатність дощових крапель до поглинання газоподібних домішок залежить від їхнього розміру, зі зменшенням радіусу крапель відбувається послаблення ефекту очищення повітря в 1,5 – 2 рази.

Фактори, що враховуються під час оцінювання впливів автомобільної дороги на навколишнє середовище відіграють важливу роль у забрудненні придорожного середовища. Виявити їхню вагомість дозволяє метод аналізу ієрархій. Охарактеризувавши вибрані, найбільш вагомим показником виявилися дорожні умови (0,37), оскільки в умовах зношеного дорожнього одягу, на спусках і підйомах рівень забруднення буде змінюватися у результаті постійного переключення режимів руху водієм. Для вивчення особливостей забруднення повітря викидами автотранспорту організують спеціальні спостереження в усі дні робочого тижня кожної години з 6 до 13 години та з 14 до 21 години. Найменшим показником є параметри джерела викиду та параметри пило-, газоповітряної суміші (0,04), оскільки даними критеріями неможливо управляти і точно неможливо визначити їхню характеристику у транспортному потоці.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ, РОЗСІЮВАННЯ ЗАБРУДНЮЮЧИХ РЕЧОВИН, ОЦІНКА ВПЛИВІВ НА НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА РІВЕНЬ ЗАБРУДНЕННЯ.

### ABSTRACT

Rutkovskaya I.A., Fedii I.S. Analysis of methodologies to assess factors affecting the level of pollution. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2016. – Issue 1 (34).



The road in its life cycle results in a significant environmental impact. Based on the subject, the purpose is to study various approaches, to analyze the literature of the impacts on the environment, including air and to determine the most optimal techniques and their refinement to improve the methodology of the National Transport University.

One of the first issue of air pollution in Kyiv, possible changes its structure under the influence of scientists, emissions from motor vehicles were studied by Berlyand ME, NF Tishchenko, Stolberh FV. Works VN Denisov VA and Rohaleva, who allowed to give a qualitative assessment in the field of air pollution by exhaust gases of motor transport. The impact of topography and type of terrain the processes of dispersion of the compounds were studied in detail in the works of Skopetskiy VV Khrushch VK etc.

In "Technical development of means and events prevented pollution of the air by automobile infrastructure" (1995) cites characterization of parameters influencing the level of pollution. Considering the type of road surface, taking into account that with organic binders, bitumen less harmful than their substitutes (stone-tar and resin) from waste coke industry.

Distribution impurities depending on meteorological parameters is important. Directed attention to the fact that when the adverse conditions, the average concentration of impurities can vary by 20% - 40%. In the presence of fog impurity concentration increased by 40% - 110% in comparison with the fog and can form a toxic substance in the absorption of moisture impurity (eg, SO<sub>3</sub> to H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). The ability to absorb raindrops of gaseous impurities depends on their size with decreasing radius drops effect which is weakening clean air at 1.5 - 2 times. The intensity of the impact of impurities occurs during the first 2 hours of the start of rainfall, and further rains did not have a significant impact on the leaching of pollutants in the air.

Factors taken into account when assessing the impact of road on the environment plays an important role in pollution roadside environment. To identify their weight allows the analytic hierarchy of process. Describing selected criteria using AHP, the most weighty were the road conditions (0.37), as in worn pavement, climbs and descents on the level of pollution will change as a result of continuous motion mode driver. To study the characteristics of air pollution by motor organize special surveillance on all days of the working week every hour from 6 to 13 hours and from 14 to 21 hours. The smallest indicator is the source of emission parameters and parameters of dust, gas mixture (0.04), since these criteria can not control and can not accurately determine their description in the transport stream.

**KEYWORDS: ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL LOADING, DISPERSION OF POLLUTANTS, ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT, FACTORS AFFECTING THE LEVEL OF POLLUTION**

#### **РЕФЕРАТ**

Рутковская И.А. Анализ методик оценивания загрязнения придорожной среды / И.А.Рутковская, И.С. Федий // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2016. – Вып. 1 (34).

Автомобильная дорога в своем жизненном цикле приводит к значительному влиянию на окружающую среду. Исходя из проблематики, целью работы является разработка различных подходов, анализ литературных источников к оценке воздействия на окружающую среду, в том числе атмосферного воздуха и определения наиболее оптимальных методик и их доработки с целью усовершенствования методики Национального транспортного университета.

Одними из первых проблему загрязнения воздуха г. Киева, возможны изменения его состава, под действием выбросов автотранспорта исследовали ученые: Берлянд М.Е., Тищенко Н.Ф., Стольберг Ф.В. Работы Денисова В.Н. и Рогалева В.А позволили дать более качественную оценку в области загрязнения атмосферного воздуха выхлопными газами автомобильного транспорта. Влияние рельефа и типа местности на процессы рассеивания соединений подробно исследованы в трудах Скопецкого В.В., Хруща В.К. и др.

В работе «Разработка технических средств и мероприятий предотвращающих загрязнение воздушного бассейна автомобильно-дорожной инфраструктурой» наведено характеристику показателей, которые больше всего влияют на уровень загрязнения окружающей среды. Рассматривая тип дорожного покрытия, учтено, что из органических вяжущих материалов, битумы менее вредны, чем их заменители (камнеподобные дегте и смолы) из отходов коксохимической промышленности.

Установлено, что выбросы загрязняющих веществ растут с ухудшением ровности дорожного покрытия. Если показатель ровности колеблется в пределах от 70 см/км до 200 см/км, тогда увеличение оксидов углерода происходит в 1,77 раз, оксидов азота – 1,33 раза, углеводороды возрастают в 2,2 раза.

Распространение примесей в зависимости от метеорологических параметров имеет большое значение. При изменении неблагоприятных условий, средние концентрации примесей могут колебаться на 20% – 40%. При наличии туманов концентрации примесей увеличиваются на 40% – 110%, по сравнению с тумана и могут образовать более токсичные вещества при поглощении примесей влагой (например,  $\text{SO}_3$  в  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ). Способность дождевых капель к поглощению газообразных примесей зависит от их размера, с уменьшением радиуса капель происходит ослабление эффекта очистки воздуха в 1,5 – 2 раза.

Факторы, учитываемые при оценке воздействий автомобильной дороги на окружающую среду играют важную роль в загрязнении придорожной среды. Выявить их весомость позволяет метод анализа иерархий. Охарактеризовав выбранные критерии с помощью МАИ, наиболее весомым оказались дорожные условия (0,37), поскольку в условиях изношенного дорожного покрытия, на спусках и подъемах уровень загрязнения будет меняться в результате постоянного режимов движения водителем. Для изучения особенностей загрязнения воздуха выбросами автотранспорта проводят специальные наблюдения во все дни рабочей недели каждый час с 6 до 13 часов и с 14 до 21 часа. Наименьшим показателем являются параметры источника выброса и параметры пыли-, газозооной смеси (0,04), поскольку данным критериям невозможно управлять и точно невозможно определить их характеристику в транспортном потоке.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ, РАССЕЙВАНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ, ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ, ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА УРОВЕНЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ.

**АВТОРИ:**

Рутковська Інесса Анатоліївна, кандидат технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри аеропортів, завідувача аспірантурою та докторантурою НТУ, e-mail: ria\_ntu@ukr.net, тел. +380674431962, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, кім. 312.

Федій Інна Станіславівна, Національний транспортний університет, аспірант кафедри аеропортів, e-mail: fediy\_is@ukr.net, тел. +380678776762, Україна, 01010, м. Київ, вул. Кіквідзе 36, кім. 315.

**AUTHOR:**

Rutkovska I.A. - Associate Professor, Candidate of Science in Technology, professor, National Transport University, professor, department of Airports, e-mail: ria\_ntu@ukr.net, tel. +380674431962, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 312.

Fedii I.S., National Transport University, postgraduate student department of Airports, e-mail: fediy\_is@ukr.net, tel. +380678776762, Ukraine, 01010, Kyiv, Kikvidze str. 36, of. 315.

**АВТОРЫ:**

Рутковская Инесса Анатольевна, кандидат технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор кафедры аэропортов, e-mail: e-mail: ria\_ntu@ukr.net, тел. +380674431962, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, ком. 312.

Федий Инна Станиславовна, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры аэропортов, e-mail: fediy\_is@ukr.net, тел. +380678776762, Украина, 01010, г. Киев, ул. Киквидзе 36, ком. 315.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Нагайчук Василь Михайлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри будівництва та експлуатації доріг, директор державного підприємства «Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М.П.Шульгіна», Київ, Україна.

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності,

**REVIEWER:**

Nagaychuk V.M., Candidate of Science in Technology Associate Professor, Director of State Enterprise "State dorozhnyi scientific research institute behalf M.P.Shulhina" Kyiv, Ukraine

Mateichyk V.P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of Ecology and Safety of Vital Functions, Kyiv, Ukraine