

УДК 504:656
UDC 504:656

РОЗРОБКА МОДЕЛІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ "ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК - ДОРОГА"

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна

Гришук О.К., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна

Цюман М.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ,
Україна

Никонович С.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

DEVELOPMENT OF FUNCTIONING MODEL OF "TRAFFIC FLOW – ROAD " SYSTEM

Mateichyk V.P., Dr. Sci., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Gryshchuk O.K., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Tsiuman M.P., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

Nikonovich S.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ "ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК - ДОРОГА"

Матейчик В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Гришук О.К., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Цюман Н.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,
Украина

Никонович С.О., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Автомобільний транспорт є найбільшим споживачем палив і одним із основних джерел викидів забруднюючих речовин. Це створює необхідність у підвищенні екологічної безпеки автомобілів в транспортному потоці, рівень якої визначають ефективність паливовикористання та значення показників викидів забруднюючих речовин [1].

Для оцінки способів підвищення екологічної безпеки автомобілів в процесі їх експлуатації все ширше використовується системний підхід, що дозволяє комплексно оцінити вплив експлуатаційних факторів та чинників навколишнього середовища на витрату палива та викиди забруднюючих речовин [1].

Застосування системних принципів в дослідженні передбачає, в першу чергу, виділення об'єкта дослідження із середовища та представлення його у вигляді системи елементів, які визначеним способом пов'язані між собою та навколишнім середовищем. При цьому, системний підхід забезпечує реалізацію кінцевої мети дослідження – оцінювання впливу досліджуваних факторів на показники ефективності функціонування об'єкта дослідження, що в свою чергу забезпечується відповідною математичною моделлю. Розробка математичної моделі об'єкта пов'язана із його науковим описом, що передбачає параметричне, морфологічне і функціональне дослідження [6]. Результатом наукового опису є модель функціонування системи, що представляє зв'язки між елементами системи, розподіленими у відповідності до їх функціонального призначення, показниками ефективності функціонування системи та внутрішніми і зовнішніми факторами, що на них впливають. Тому актуальною задачею є розробка моделі функціонування системи "транспортний потік – дорога", що дозволяє комплексно оцінювати вплив автомобільного транспорту на навколишнє придорожнє середовище.

Аналіз досліджень і публікацій. Системний підхід при розгляданні автомобільного транспорту як споживача палива і джерела забруднення навколишнього середовища використовується в роботах Луканіна В.Н. і Ю.В.Трофименка [2,3,4].

З використанням системного підходу проводились дослідження токсичності автомобілів в експлуатаційних умовах в системі „водій- автомобіль - дорога - середовище” в докторській дисертації Гутаревича Ю.Ф [5].

Широко застосувались методи системного аналізу в [1], що дозволило розробити модель функціонування системи „дорожній транспортний засіб”, яка враховує особливості основних процесів системи, зворотні зв’язки та зв’язки з середовищем.

Екологічну безпеку автомобілів в транспортному потоці визначають їх витрати палива, викиди забруднюючих речовин, еквівалентний рівень шуму та теплове випромінювання, що залежать від великої кількості дорожніх та експлуатаційних факторів. Тому, дослідження екологічної безпеки автомобілів в транспортному потоці доцільно розглядати в системі "транспортний потік - дорога" з врахуванням її багатокомпонентної дії на придорожнє середовище.

Метою статті є розробка моделі функціонування системи "транспортний потік - дорога" для оцінки екологічної безпеки автомобілів в транспортному потоці.

Результати досліджень. В результаті параметричного опису системи “транспортний потік – дорога” до основних параметрів, що характеризують інгредієнтне забруднення придорожнього середовища транспортними потоками, віднесено [6,10]: викиди нормованих (CO , $C_m H_n$, NO_x і PM), умовно нормованих (SO_2 і сполуки Pb) забруднюючих речовин, а також викиди CO_2 як речовини, що сприяє негативному явищу парникового ефекту.

Рівень інгредієнтного забруднення придорожнього середовища залежить від параметрів, що характеризують режими руху, категорії транспортних засобів, що складають транспортний потік, їх екологічні класи, вид використовуваного палива [9].

При морфологічному описі параметри системи співвідносяться з її елементами та встановлюються зв’язки між елементами системи. Це дозволяє згрупувати елементи з їх параметрами у відповідності до їх функціонального призначення та встановити зв’язки з навколишнім середовищем, тобто виконати функціональний опис системи [6].

Шляхом співставлення визначених функціональних елементів із системними об’єктами виконано функціональний опис системи “транспортний потік – дорога” (рис. 1).

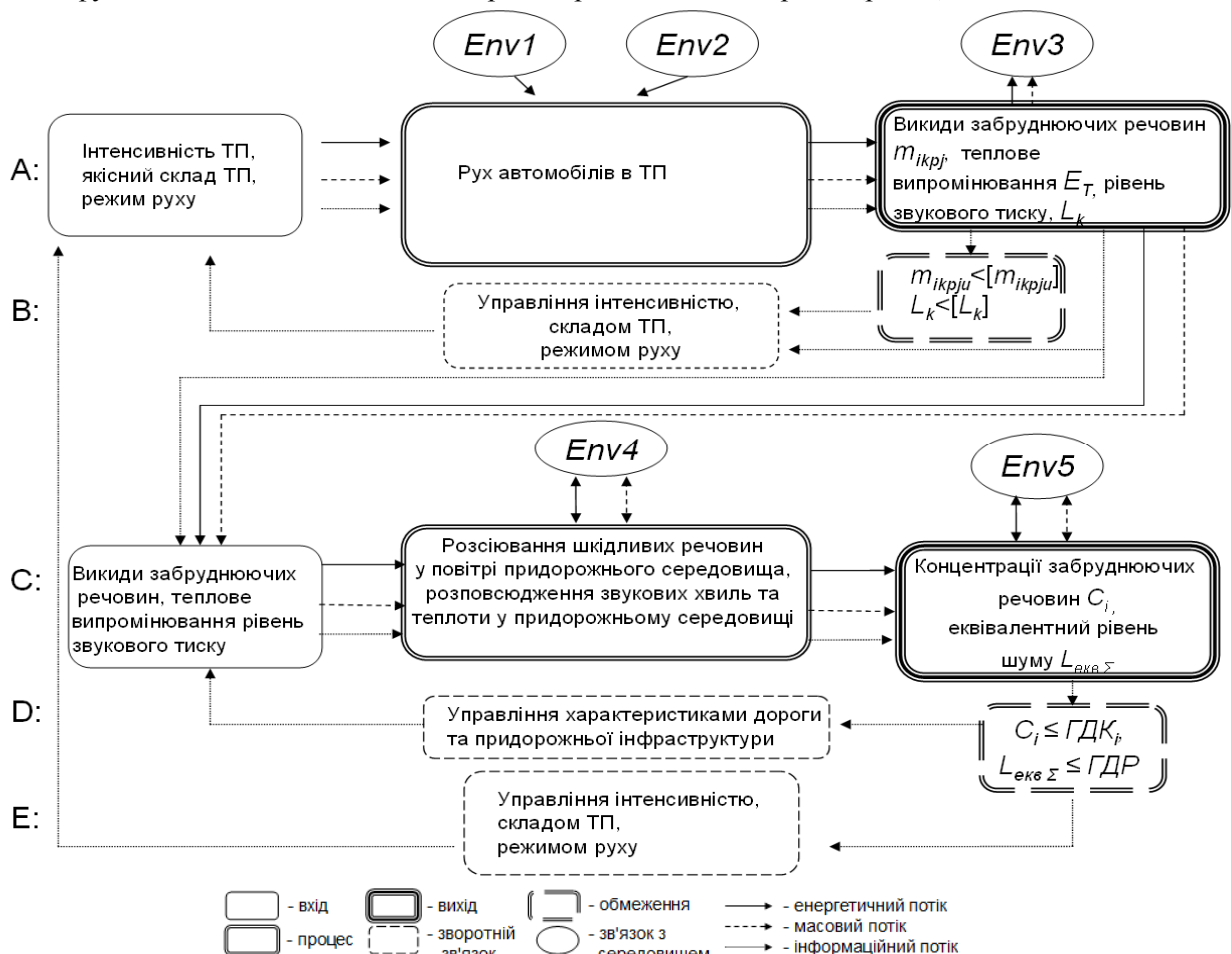


Рисунок 1 - Система "транспортний потік-дорога"

В системі виділено два основних процеси, які послідовно пов'язані між собою:

- рух автомобілів в транспортному потоці (рівень А);
- розсіювання шкідливих речовин у повітрі придорожного середовища, розповсюдження звукових хвиль та теплоти у придорожному середовищі (рівень С).

Функціонування системи “транспортний потік – дорога” відбувається наступним чином. В результаті руху транспортних засобів в потоці на ділянці автомобільної дороги за рахунок споживання ними паливних ресурсів і атмосферного повітря поряд з корисним виходом (переміщення транспортних засобів) утворюється супутній або некорисний вихід (забруднюючі речовини M_i , невикористана теплова енергія E_T і акустичне випромінювання L_k), що поступають на вхід процесу рівня С. Для управління процесом руху з метою зближення показників виходу із заданими показниками служить зворотній зв'язок (рівень В), який забезпечує управління інтенсивністю, складом, режимом руху транспортного потоку. В якості обмеження виступають питомі викиди забруднюючих речовин (г/км) та гранично допустимі рівні звукового тиску (дБА).

Системні об'єкти „вхід - процес - вихід” (рівень А) та „зворотній зв'язок” (рівень В) представляють рух автомобіля в транспортному потоці як підсистему зі своїми системними властивостями.

Процеси розсіювання забруднюючих речовин в повітрі і розповсюдження акустичної енергії в придорожному середовищі визначають вміст шкідливих речовин в повітрі придорожного середовища і еквівалентний рівень шуму. Отримані на виході концентрації шкідливих речовин в повітрі придорожного середовища та рівень шуму обмежуються гранично допустимими значеннями цих показників [7, 8]. Зворотній зв'язок рівня D дозволяє управляти виходом процесу рівня С шляхом раціонального облаштування автомобільної дороги та придорожньої інфраструктури для забезпечення допустимих норм інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища. Зворотній зв'язок рівня Е управляє входом процесу рівня А шляхом зміни інтенсивності, складу та режиму руху транспортного потоку.

Система „транспортний потік - дорога” функціонує в зовнішньому середовищі, є відкритою, так як обмінюється з середовищем речовиною, енергією, інформацією.

Основні взаємозв'язки з середовищем, які враховуються при дослідженні системи:

Env 1 - відображає взаємодію автомобілів з повітрям, яка враховується силою опору повітря;

Env 2 - відображає взаємодію автомобілів з дорогою, яка враховується силою опору кочення і силою опору підйому;

Env 3 - в середовище поступає супутній вихід процесу рівня А (забруднюючі речовини M_i , невикористана теплова енергія E_T і рівень звукового тиску L_k);

Env 4, Env 5 враховують інформацію, що характеризує транспортні, атмосферні та інші умови, характерні для реального маршруту.

Для оцінки рівня екологічної безпеки автомобілів в транспортному потоці використовуються критерії ефективності паливовикористання та рівня забруднення придорожного середовища.

Критерії рівня забруднення середовища поділяються на:

- абсолютні масові викиди i -ї забруднюючої речовини M_i , г/км;
- сумарні (зведені до *CO*) масові викиди забруднюючих речовин, ум.г/км;
- концентрації забруднюючих речовин C_i , мг/м³
- рівень звукового тиску L_k , дБА;
- еквівалентні рівні шуму $L_{екв}$, дБА.

Критерієм ефективності паливовикористання прийнято витрату p -го виду палива транспортними засобами k -ї категорії в u -ому режимі руху $Q_{кри}$, г/км.

Оцінка показників екологічної безпеки проводиться для характерних режимів руху (усталеного руху, розгону і режиму роботи транспортного засобу на холостому ході) за методикою оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища системою «транспортний потік – дорога» М 218-02070915 694:2011 [9]

На етапі оцінки показників автомобілів в транспортному потоці проводиться перевірка достовірності результатів шляхом порівняння з експериментальними та статистичними даними, діючими нормами.

Критерії екологічної безпеки на рівні А мають вигляд:

– критерій ефективності паливовикористання автомобілями в транспортному потоці на заданій ділянці дороги:

$$K_F = \sum \beta_p \cdot Q_{kpj}, \quad (1)$$

де β_p – вартість одиниці спожитого палива, грн;

Q_{kpj} – витрата p -го виду палива транспортними засобами k -ї категорії в u -му режимі руху;
– економічний критерій рівня забруднення:

$$K_{env} = \sum \beta_i \cdot M_{ikpj}, \quad (2)$$

де β_i – величина, що визначає плату за викид з одиниці i -ї шкідливої речовини, грн;

M_{ikpj} – викиди i -ї забруднюючої речовини транспортними засобами k -ї категорії, j -го екологічного класу, що використовують p -ий вид палива в u -му режимі руху.

Інтегральний економічний критерій екологічної безпеки має наступний вид:

$$K_{EEE} = K_F + K_{env} \quad (3)$$

На рівні C критерії екологічної безпеки мають вигляд:

– для забруднюючих речовин:

$$K_C = \sum_{i=1}^n \alpha_i \frac{C_{ГДК_i}}{C_i}, \quad (4)$$

де $C_{ГДК_i}$ – базові концентрація i -ї забруднюючої речовини (гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин), мг/м³;

C_i – концентрація i -ї забруднюючої речовини, мг/м³;

α_i – коефіцієнти вагомості викидів i -ї забруднюючої речовини ($\sum \alpha_i = 1$).

– для рівня шумового забруднення:

$$K_L = \frac{L_{ГДР}}{L_{екв \Sigma}}, \quad (5)$$

де $L_{ГДР}$ – базовий рівень шуму (гранично допустимий рівень шуму), дБА;

$L_{екв \Sigma}$ – еквівалентний рівень шуму транспортного потоку, дБА

Модель функціонування системи дозволяє обґрунтувати вибір тих чи інших способів підвищення екологічної безпеки транспортного потоку, що здійснюється на основі оцінки показників паливної економічності та рівня забруднення середовища, які виступають окремими критеріями екологічної безпеки автомобілів в транспортному потоці.

Висновки. Розроблено модель функціонування системи „транспортний потік – дорога” з використанням системних об’єктів, що дозволяє оцінювати вплив експлуатаційних факторів та характеристик навколишнього середовища на екологічну безпеку автомобілів в транспортному потоці.

Виділено основні процеси системи та основні функціональні елементи, відношення між ними. Для процесів визначено параметри управління (зворотні зв'язки). Відображено найсуттєвіші взаємозв'язки із навколишнім середовищем.

Розроблено комплекс окремих та інтегральних критеріїв для оцінювання екологічної безпеки автомобілів в транспортному потоці.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Матейчик В.П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: Монографія. – К.: НТУ, 2006. – 216 с.
2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В., Ефремов А.В. Постановка оптимизационных задач в системе «Автотранспортный комплекс - окружающая среда» // Транспорт: наука, техника, управление. Сборник обзорной информации. - 1993. - № 5. - С. 5-12.
3. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта//ВИНИТИ. Итоги науки и техники. Сер. Автомобильный и городской транспорт. – Москва. – 1996. – 339 с.
4. Трофименко Ю.В. Теория экологических характеристик автомобильных энергоустановок: Автореф. дис. докт. техн. наук: 05.04.02, 05.22.10. - М.:МАДИ. - 1996. – 43 с.
5. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов и расхода топлива двигателями автомобилей путем оптимизации эксплуатационных факторов: Дис. ... докт. техн. наук: 05.04.02, 05.22.10. – Киев. – 1986.
6. Методи системного аналізу властивостей автомобільної техніки: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М.Ф.Дмитриченко, В.П.Матейчик, О.К.Гришук, М.П.Цюман– К.: НТУ, 2013. – 164 с.
7. Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць (від забруднення хімічними та біологічними речовинами)/ Затв. Наказом Міністерства охорони здоров'я України від 9 липня 1997 р., № 201.
8. DSTU UN/ECE R 51-02:2004 Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження автотранспортних засобів, що мають не менше ніж чотири колеса, стосовно створюваного ними шуму (Правила ЕЭК ООН № 51-02:1996, IDT)
9. М 218-02070915-694:2011 "Оцінювання інгредієнтного і параметричного забруднення придорожного середовища системою "транспортний потік - дорога". - Київ НТУ - 2011.
10. Матейчик В.П., Никонович С.О. Розробка методики визначення витрат палива та масових викидів забруднюючих речовин транспортним потоком // Вісник Національного транспортного університету. - К:НТУ - 2013. - Вип. 25.
11. Матейчик В.П., Никонович С.О., Сапожник Ю.В. Оцінка рівня забруднення атмосферного повітря транспортними потоками // Вісник Національного транспортного університету. - К:НТУ - 2013. - Вип. 27.

REFERENCES

1. Mateichyk V.P. Evaluation Methods and methods of increase of ecological safety of travelling transport vehicles: Monograph. K.: NTU, 2006. 216 p.
2. Lukanin V.N., Trofimenko Yu.v., Efremov A.V. Raising of optimizationnykh tasks in sisteme of «Transport complex - environment »Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Sbornik obzornoj informacii. 1993. P. 5-12.
3. Lukanin V.N., Trofimenko Y.V. Decline of the ecological loadings on an environment during work of motor-car transporta VINITI. Results of scitech. Sulphurs. Motor and city transport. it is Moscow. 1996. 339 p.
4. Trofimenko Y.V. Theory of ecological descriptions of motor-car energoustanovok: Avtoref. dis. dokt. sciences: 05.04.02, 05.22.10. M.:MADI. 1996. 43 p.
5. Gutarevich Y.F. Decline of harmful extrass and expense of fuel by the engines of cars by optimization of operating factors: Dis. dokt. sciences: 05.04.02, 05.22.10. is Kiev. –1986.
6. Methods of analysis of the systems of properties of motor-vehicles technique: Tutorial for students M.F.Dmitrichenko, V.P.Mateichyk, O.K.Gryshchuk, M.P.Tsiuman K.: NTU, 2013. – 164 p.
7. State sanitary rules of guard of atmospheric air of the inhabited places (from contamination chemical and biological matters)/By the order of Ministry of health Ukraine from July, 9 in 1997 j., № 201.
8. DSTU UN/ECE R 51-02:2004 the Unique technical orders in relation to official claim of vehicles which have four wheels not less than, in relation to the noise created by them (Rule ЕЭК ООН № 51-02:1996, IDT)

9. М 218-02070915-694:2011 "Evaluation of ingredient and self-reactance contamination of wayside environment by the system "a traffic flow road". it is Kyiv of NTU. 2011.

10. Mateichyk V.P., Nykonovych S.O. Development of method of determination of fuel consumption and emissions traffic flow Visnyk NTU. K:NTU 2013. Vol. 25.

11. Mateichyk V.P., Nykonovych S.O., Sapozhnik Y.V. Estimation of level of contamination of atmospheric air traffic flow Visnyk NTU. K:NTU 2013. Vol. 27.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П., Цюман М.П., Никоневич С.О. Розробка моделі функціонування системи "транспортний потік - дорога"/ В.П. Матейчик, М.П. Цюман, С.О.Никоневич// Управління проектами, системний аналіз і логістика. – К.: НТУ – 2013. – Вип. – 12.

В статті розроблено модель функціонування системи „транспортний потік – дорога” з використанням системних об’єктів, що дозволяє оцінювати вплив експлуатаційних та факторів навколишнього середовища на екологічну безпеку автомобілів в транспортному потоці.

Об’єктом дослідження є система "транспортний потік - дорога", рівень екологічної безпеки якої визначається витратами палива, викидами забруднюючих речовин, еквівалентними рівнями шуму.

Метою статті є розробка моделі функціонування системи "транспортний потік - дорога" для оцінки екологічної безпеки автомобілів в транспортному потоці.

Метод дослідження - застосування методів системного аналізу дозволило розробити модель функціонування системи "транспортний потік - дорога, яка враховує особливості основних процесів системи, зворотні зв’язки та зв’язки з середовищем.

В системі "транспортний потік дорога" виділено основні процеси, функціональні елементи та відношення між ними. Визначено зворотні зв’язки, які забезпечують управління входом і процесами системи для досягнення заданих вихідних показників. Відображено найсуттєвіші взаємозв’язки із навколишнім середовищем.

Розроблено комплекс окремих та інтегральних критеріїв для оцінювання екологічної безпеки автомобілів в транспортному потоці.

Результати статті можуть бути впроваджені при оцінці інгредієнтного та параметричного забруднення придорожного середовища автомобілями транспортного потоку.

Прогнозні припущення щодо розвитку об’єкту дослідження – модель функціонування системи "транспортний потік - дорога" може бути використана для прогнозування рівня забруднення придорожного середовища транспортними потоками.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ДОРОГА, МОДЕЛЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ, ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА, ЗАБРУДНЮЮЧІ РЕЧОВИНИ, ВИТРАТА ПАЛИВА.

ABSTRACT

Mateichyk V.P., Gryshchuk O.K., Tsiuman M.P., Nikonovich S.O. Development of functioning model of "traffic flow – road " system. Management of projects, system analysis and logistics. Kyiv. National Transport University. 2013. Vol.12.

In the article the model of functioning of the system „traffic flow – road” is developed with the use of system objects, that allows to estimate influence of operating and factors of environment on ecological safety of vehicles in traffic flow.

Object of the study is the system „traffic flow – road”, level of ecological safety of which is determined fuel consumption, harmful emissions, equivalent sound-levels.

Purpose of the study is development of functioning model of "traffic flow – road " system for the estimation of ecological safety of vehicles in a traffic flow.

Method of the study is application of systems analysis methods, allowed to develop the functioning model of „traffic flow – road” system, which takes into account the features of basic processes of the system, inputs and outputs and relations with an environment.

In the „traffic flow – road” system basic processes, functional elements and relations, are selected between them. Certainly reverse relations which provide a management an entrance and processes of the system for achievement of the set initial indexes. The most substantial intercommunications with an environment are represented.

The complex of separate and integral criteria for the evaluation of ecological safety of vehicles of a traffic flow is developed.

The results of the article can be inculcated at the estimation of ingredient and parametric contamination of roadside environment from the vehicles of a traffic flow.

Forecast assumptions about the object of study – the model of functioning of the system „traffic flow – road” can be used for prognostication of level of contamination of roadside environment by traffic flow.

KEYWORDS: TRAFFIC FLOW, ROAD, MODEL OF FUNCTIONING, ECOLOGICAL SAFETY, HARMFUL EMISSIONS, FUEL CONSUMPTION.

РЕФЕРАТ

Матейчик В.П., Гришук О.К., Цюман М.П., Никонович С.О. Разработка модели функционирования системы "транспортный поток - дорога"/ В.П. Матейчик, Н.П. Цюман, С.О. Никонович// Управление проектами, системный анализ и логистика. — К. : НТУ, 2013. — Вып. 12.

В статье разработана модель функционирования системы „транспортный поток-дорога” с использованием системных объектов, что позволяет оценивать влияние эксплуатационных и факторов окружающей среды на экологическую безопасность автомобилей в транспортном потоке. Объектом исследования является система "транспортный поток - дорога", уровень экологической безопасности которой определяется расходами топлива, выбросами загрязняющих веществ, эквивалентными уровнями шума и тепловым излучением.

Целью статьи является разработка модели функционирования системы "транспортный поток - дорога" для оценки экологической безопасности автомобилей в транспортном потоке.

Метод исследования - применение методов системного анализа, позволило разработать модель функционирования системы "транспортный поток - дорога, которая учитывает особенности основных процессов системы, обратные связи и связи со средой.

В системе "транспортный поток дорога" выделены основные процессы, функциональные элементы и соотношения между ними. Определены обратные связи, которые обеспечивают управление входом и процессами системы для достижения заданных исходных показателей. Отображены самые существенные взаимосвязи с окружающей средой.

Разработан комплекс отдельных и интегральных критериев для оценивания экологической безопасности автомобилей в транспортном потоке.

Результаты статьи могут быть внедрены при оценке ингредиентного и параметрического загрязнения придорожной среды от автомобилей транспортного потока.

Прогнозные предположения относительно развития объекту исследования - модель функционирования системы "транспортный поток - дорога" может быть использована для прогнозирования уровня загрязнения придорожной среды транспортными потоками.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ДОРОГА, МОДЕЛЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА, РАСХОДЫ ТОПЛИВА.

АВТОРИ:

Матейчик Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: matei_vp@mail.ru, тел. +38 044 280-79-40, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Гришук Олександр Казимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, проректор з навчальної роботи, e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua, тел. +38 044 280 46 67, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Цюман Микола Павлович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри двигунів та теплотехніки, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

Никонович Сергій Олександрович, Національний транспортний університет, асистент кафедри екології та безпеки життєдіяльності, e-mail: sergijn85@ukr.net, тел. +380989189410, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

AUTHOR:

Mateichyk Vasyl Petrovych, Dr. Sci., prof. National Transport University, Head Department of Ekology, e-mail: matei_vp@mail.ru, tel. +38 044 280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

Gryshchuk Oleksandr Kazymyrovych, Ph.D., associate professor, National Transport University, Pro-Rector for Academic Work, e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua, tel. +38 044 280 46 67, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

Tsiuman Mykola Pavlovych, Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor Department of Engines, e-mail: tsuman@ukr.net, tel. +38 044 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

Nykonovych Sergii Oleksandrovych, National Transport University, postgraduate, Department of Ekology, e-mail: sergijn85@ukr.net, tel. +380989189410, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

АВТОРЫ:

Матейчик Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, заведующий кафедрой экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: matei_vr@mail.ru, тел. +38 044 280-79-40, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Гришук Александр Каземирович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, проректор по учебной работе, e-mail: gryshchuk@ntu.edu.ua, тел. +38 044 280 46 67, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Цюман Николай Павлович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры двигателей и теплотехники, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

Никонович Сергей Александрович, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, e-mail: sergijn85@ukr.net, тел. +380989189410, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Запорожець Олександр Іванович, доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, директор Інституту екологічної безпеки, e-mail: post@nau.edu.ua, тел. +38 044 406-74-88, Україна, 03583, м.Київ, просп. Космонавта Комарова,1.

Левківський Олександр Петрович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту та матеріалознавства, тел. +30442809805, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1

REVIEWER:

Zaporozhets Oleksandr Ivanovych, Dr. Sci., prof. National Transport University, Director of the Institute Ecology Safety, e-mail: post@nau.edu.ua, tel. +38 044 406-74-88, Ukraine, 01010, Kyiv, prospekt Kosmonavta Komarova, 1

Levkivskiyi Oleksandr Petrovych, Dr. Sci., prof. National Transport University, professor Department of Manufacturing, Repair and Materials Engineering, tel. +30442809805, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1