

МОДЕЛЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В  
ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНІЙ СИСТЕМІ МОНІТОРИНГУ ТРАНСПОРТНИХ ПОТОКІВ

Матейчик В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
Лейда К., доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Жешув, Польща  
Гутаревич С.Ю., кандидат технічних наук, ДП «ДержавтотрансНДІпроект» Київ, Україна  
Цюман М.П., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

MODELING ENVIRONMENTAL PERFORMANCE OF VEHICLES IN INFORMATION-  
ANALYTICAL SYSTEM OF MONITORING TRAFFIC FLOW

Mateichyk V.P. Dr. Sci., National Transport University, Kyiv, Ukraine  
Kazimierz Leyda, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Rzeszow, Poland  
Gutarevych S.Y., Ph.D., DP "DerzhavtotransNDIproekt" Kyiv, Ukraine  
Tsuman M.P., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В  
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТНЫХ  
ПОТОКОВ

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

Лейда К., Профессор, доктор габилитованный, Жешовская Политехника, Жешов, Польша  
Гутаревич С.Ю., кандидат технических наук, ДП «ГосавтотрансНИИпроект» Киев, Украина  
Цюман Н.П., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев,  
Украина

**Постановка проблеми.** Ключове місце при вирішенні проблеми екологічного стану навколишнього середовища займає задача моніторингу забруднення довкілля, спричиненого транспортними потоками. Система екологічного моніторингу транспортних потоків повинна забезпечувати отримання оперативних даних про рівень інгредієнтного і параметричного забруднення навколишнього середовища транспортними потоками, зокрема масові викиди та вміст основних шкідливих речовин, які викидаються з відпрацьованими газами (ВГ) транспортних засобів (ТЗ), в повітрі придорожного середовища та рівень шуму транспортних потоків з урахуванням категорії і маси ТЗ, їх вікового складу та екологічних класів, виду палива, режимів руху ТЗ, що залежать від дорожніх умов (поздовжній і поперечний нахил дороги, план, відстань видимості, облаштованість дороги, тип і стан покриття та ін.) та факторів впливу навколишнього середовища на розповсюдження забруднюючих речовин (напрямок та швидкість вітру, клас стійкості атмосфери, кількість сонячної радіації).

Розробка такої системи екологічного моніторингу представляє складну науково-технічну задачу, що пов'язане зі збором і обробкою інформації про необхідні параметри транспортних потоків і стан дороги та придорожного середовища, аналізом отриманої інформації для визначення рівня забруднення придорожного середовища даним транспортним потоком на даній ділянці дороги, візуалізація результатів аналізу для швидкого сприйняття їх безпосередніми виконавцями дослідження або автоматичною системою прийняття рішень щодо впровадження заходів зі зниження рівня забруднення придорожного середовища.

Найбільш важливою складовою даної науково-технічної задачі є розробка підсистеми аналізу оперативної інформації про параметри транспортного потоку і стан дороги та придорожного середовища для визначення рівня забруднення придорожного середовища даним транспортним потоком на даній ділянці дороги. Основою такої підсистеми є математична модель, що дозволяє оцінювати вплив окремих транспортних засобів і транспортних потоків в цілому на навколишнє середовище. Враховуючи постійне і достатньо швидке оновлення якісного складу автомобільного парку, задача розробки нових і уточнення існуючих математичних моделей транспортних засобів ніколи не втрачає свою актуальність.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Дослідженням шкідливого впливу автомобільного транспорту на навколишнє середовище присвячені роботи Луканіна В.Н. і Ю.В.Трофименка [1,2,3].

З використанням математичної моделі руху автомобіля проводились дослідження токсичності транспортних засобів в експлуатаційних умовах в системі «водій - автомобіль - дорога – середовище» в докторській дисертації Гутаревича Ю.Ф [4].

Широко застосувались методи системного аналізу в [5] для розробки математичної моделі системи «дорожній транспортний засіб», яка дозволяє оцінювати рівень екологічної безпеки та здійснювати вибір способів її підвищення для дорожніх транспортних засобів.

Пряме використання результатів цих досліджень для вирішення поставленої задачі недопустиме внаслідок істотних змін якісного складу автомобільного парку з моменту виконання попередніх досліджень, непристосованості вхідних даних, що використовуються в існуючих математичних моделях до можливостей технічних засобів збору та обробки інформації про параметри транспортних потоків і стан дороги та придорожного середовища, відсутності загальної системної моделі, яка б дозволяла в режимі реального часу на основі параметрів окремих транспортних засобів, що складають транспортний потік певної інтенсивності, який рухається з визначеною швидкістю на визначеній ділянці дороги з відповідними атмосферними, природними і кліматичними умовами оцінювати рівень інгредієнтного і параметричного забруднення навколишнього середовища поблизу цієї дороги.

Тому, розглянуті результати попередніх досліджень в напрямку поставленої проблеми являють собою основу для розробки математичної моделі сучасного транспортного засобу, що може бути застосована в інформаційно-аналітичній системі моніторингу транспортних потоків.

**Метою статті** є розробка математичної моделі транспортного засобу для визначення його екологічних показників в інформаційно-аналітичній системі моніторингу транспортних потоків.

**Результати досліджень.** Як зазначалось вище, основу інформаційно-аналітичної системи моніторингу рівня забруднення придорожного середовища транспортними потоками [6] складає математична модель, що дозволяє розраховувати екологічні показники ТЗ в залежності від їх масо-габаритних параметрів, екологічного класу, виду використовуваного палива, режимів руху ТЗ, а також стану дорожнього покриття і погодних умов. Окрім названих факторів на екологічні показники окремих ТЗ значно впливає велика кількість їх внутрішніх параметрів, зокрема параметри двигуна та трансмісії, технічний стан та температурний режим агрегатів ТЗ, таких як двигун та нейтралізатор. Ці внутрішні параметри, що складають, так званий, розширений перелік параметрів ТЗ, достатньо складно оперативним чином отримати від ТЗ, що рухаються в транспортному потоці. Тому, при моделюванні екологічних показників окремих ТЗ в транспортному потоці застосовують підхід, що складається з двох етапів:

- попереднє визначення екологічних показників ТЗ різних категорій з використанням математичної моделі руху автомобіля на макрорівні [7] в залежності від розширеного переліку внутрішніх параметрів ТЗ в різних режимах і умовах їх руху та з різним завантаженням;

- оперативне визначення екологічних показників ТЗ в функції від часу з використанням емпіричних математичних моделей, побудованих на основі даних першого етапу моделювання, в залежності від масо-габаритних параметрів ТЗ, їх екологічних класів, виду використовуваного палива, режимів руху ТЗ, стану дорожнього покриття і погодних умов.

З метою реалізації першого етапу моделювання використовуються положення теорії автомобіля [8]. Для встановлення впливу параметрів двигуна та режимів його роботи на екологічні показники транспортних засобів використовується математична модель робочого процесу двигуна, розроблена на основі методу об'ємного балансу [9]. Як приклад, на рис. 1 зображена укрупнена структура математичної моделі руху автомобіля, обладнаного двигуном з іскровим запалюванням з системами рециркуляції та нейтралізації відпрацьованих газів.

Математична модель реалізує чотири основних процеси: перетворення в ДВЗ хімічної енергії палива  $E_x$  в теплову  $E_t$ , а потім в механічну  $E_m$  (рівень А), знешкодження шкідливих компонентів ВГ в нейтралізаторі (рівень С), передача енергії від ДВЗ до коліс з перетворенням параметрів руху, тобто робочий процес трансмісії автомобіля (рівень Е) та перетворення обертального руху коліс в поступальний рух автомобіля, тобто процес взаємодії ходової частини та кузова автомобіля з середовищем (дорогою та повітрям) (рівень Г). Управління цими процесами відбувається за допомогою зворотних зв'язків (рівні В, D, F і Н).

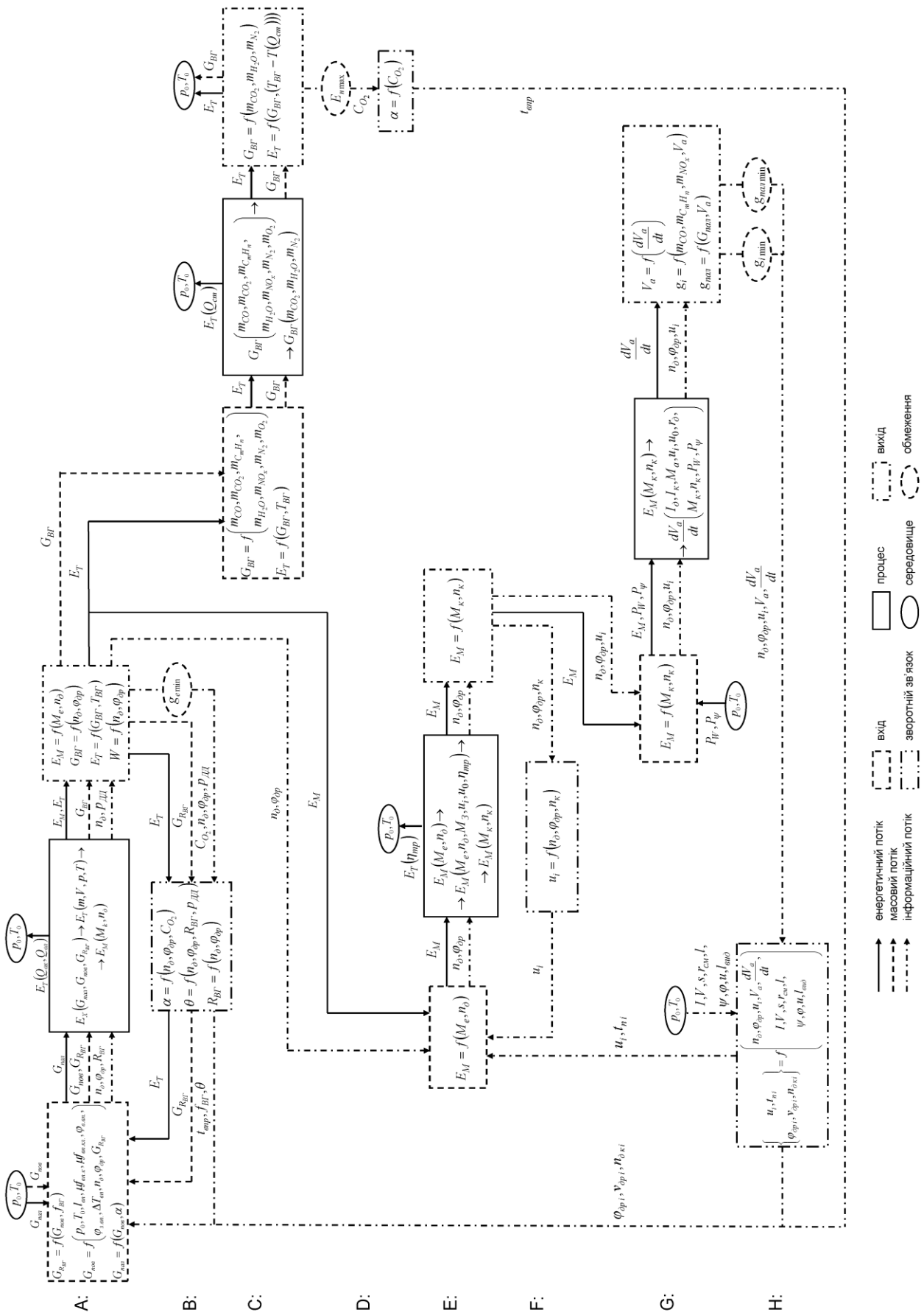


Рисунок 1 – Укрупнена структура математичної моделі руху автомобіля

Входом системи на рівні А є паливо  $G_{\text{пал}}$ , повітря  $G_{\text{пов}}$ , які надходять із навколишнього середовища, що характеризується тиском  $p_0$  і температурою  $T_0$ , та рециркульовані ВГ  $G_{R_{\text{ВГ}}}$ , кількістю яких керує зворотний зв'язок (рівень В). Кількість повітря  $G_{\text{пов}}$  визначається в залежності від параметрів навколишнього середовища, геометричних параметрів впускної системи (довжина  $l_{\text{вн}}$  і діаметр  $d_{\text{вн}}$  впускного колектора), ефективних прохідних перерізів впускного  $\mu f'_{\text{внк}}$  і випускного  $\mu f_{\text{внкл}}$  клапанів, фаз відкриття  $\varphi_{\text{в.вн}}$  і закриття  $\varphi_{\text{з.вн}}$  впускного клапану, величини підігріву повітря у впускній системі  $\Delta T_{\text{вн}}$ , частоти обертання колінчастого вала двигуна  $n_{\text{д}}$  і ступеня відкриття дросельної заслінки  $\varphi_{\text{др}}$ , кількості рециркульованих ВГ  $G_{R_{\text{ВГ}}}$ , яка в свою чергу залежить від ступеня відкриття клапану рециркуляції ВГ  $f_{\text{ВГ}}$ . В залежності від кількості повітря і необхідного коефіцієнту надлишку повітря  $\alpha$  визначається кількість палива  $G_{\text{пал}}$ .

Ці вхідні компоненти, а також інформаційні дані про частоту обертання колінчастого вала  $n_{\text{д}}$ , кут відкриття дросельної заслінки  $\varphi_{\text{др}}$  і ступінь рециркуляції ВГ  $R_{\text{ВГ}}$  передаються в процес рівня А. В процесі цього рівня відбувається перетворення хімічної енергії  $E_x$  горючої суміші в теплову енергію  $E_t$ , яка визначається параметрами стану робочого тіла: масою  $m$ , об'ємом  $V$ , тиском  $p$  і температурою  $T$  та перетворюється в механічну енергію  $E_m$ , що характеризується крутним моментом  $M_e$  і частотою обертання  $n_{\text{д}}$  колінчастого вала. Частина вхідної енергії в цьому процесі втрачається внаслідок тертя і теплообміну в двигуні і віддається в навколишнє середовище у вигляді теплоти систем мащення  $Q_{\text{ол}}$  і охолодження  $Q_{\text{ох}}$ . Отримана механічна енергія  $E_m$ , відпрацьовані гази  $G_{\text{ВГ}}$ , теплова енергія, кількість якої залежить від кількості ВГ та їх температури  $T_{\text{ВГ}}$  та шумове забруднення  $W$  являють собою вихід рівня А.

Зворотній зв'язок (рівень В) забезпечує управління складом суміші, кутом випередження запалювання  $\theta$  і ступенем рециркуляції ВГ  $R_{\text{ВГ}}$ . Управляючими параметрами для визначення складу суміші є режим роботи двигуна і концентрація кисню  $C_{\text{O}_2}$  у ВГ, а реалізуються необхідний склад суміші відповідним часом впорскування палива  $t_{\text{впр}}$ . Ступінь рециркуляції ВГ  $R_{\text{ВГ}}$  залежить від режиму роботи двигуна і визначається величиною відкриття клапану рециркуляції ВГ. Кут випередження запалювання також залежить від режиму роботи двигуна, ступеня рециркуляції ВГ і сигналу датчика детонації  $p_{\text{дд}}$ . Головною метою оптимізації цих параметрів є забезпечення мінімальної питомої ефективної витрати палива  $g_{e\text{мін}}$  на всіх режимах роботи двигуна.

Входом процесу рівня С є теплова енергія  $E_t$ , яку несуть с собою відпрацьовані гази  $G_{\text{ВГ}}$ . В результаті протікання процесу нейтралізації, в залежності від його ефективності, токсичні компоненти ВГ оксид вуглецю  $\text{CO}$ , вуглеводні  $\text{C}_m\text{H}_n$  і оксиди азоту  $\text{NO}_x$  перетворюються в нетоксичні вуглекислий газ  $\text{CO}_2$ , воду  $\text{H}_2\text{O}$  і азот  $\text{N}_2$  з використанням теплової енергії ВГ, частина якої  $Q_{\text{ст}}$  віддається в навколишнє середовище через стінки елементів випускної системи. Виходом рівня С є очищені ВГ і залишкова теплова енергія, які потрапляють в навколишнє середовище. На рівні D зворотний зв'язок здійснює контроль ефективності процесів нейтралізації, аналізуючи вміст кисню в очищених ВГ, та реалізує за необхідності додаткову корекцію складу паливоповітряної суміші для забезпечення максимальної ефективності нейтралізації  $E_{n\text{макс}}$ .

Системні об'єкти рівнів Е і F описують трансмісію автомобіля. Енергетичний вихід процесу рівня А ( $M_e$  і  $n_{\text{д}}$ ) є входом процесу рівня Е. Результатом передачі енергії трансмісією є крутний момент  $M_k$  на колесах, величина якого в загальному випадку залежить від моменту тертя зчеплення  $M_z$ , передаточних чисел коробки передач  $u_1$ , головної передачі  $u_0$  та к.к.д. трансмісії  $\eta_{\text{мп}}$ , і частота обертання коліс автомобіля  $n_k$ . В процесі передачі механічної енергії до коліс автомобіля частина цієї енергії втрачається на тертя в елементах трансмісії і віддається в навколишнє середовище у вигляді теплової енергії, що визначається  $\eta_{\text{мп}}$ .

Автоматичний вибір передаточних чисел коробки передач  $u_1$  для зближення показників на виході з необхідними забезпечує підсистема зворотного зв'язку (рівень F) у випадку застосування автоматичної трансмісії. Передаточне число визначається в цьому випадку в залежності від режиму роботи двигуна і частоти обертання ведучих коліс автомобіля або вихідного вала коробки передач.

Внаслідок взаємодії автомобіля через ходову частину (колеса) і кузов з середовищем (дорогою і повітрям), що характеризується силою дорожнього опору  $P_{\psi}$  і силою опору повітря  $P_w$ , здійснюється перетворення обертального руху коліс в поступальний рух автомобіля (рівень G). В процесі такої взаємодії механічна енергія обертання коліс перетворюється в механічну енергію руху автомобіля, яка в загальному випадку характеризується прискоренням, що визначає режим руху автомобіля (розгін, усталений рух, сповільнення) та залежить від зведених моментів інерції двигуна  $I_{\delta}$  і коліс  $I_k$  автомобіля, його маси  $M_a$ , передаточного числа трансмісії, динамічного радіуса коліс  $r_{\delta}$ , їх частоти обертання і крутного моменту на ведучих колесах, сил опору руху автомобіля. Виходом підсистеми G і системи загалом є швидкість автомобіля  $V_a$  та його прискорення  $\frac{dV_a}{dt}$ , питома витрата палива  $g_{нал}$  і викиди шкідливих речовин  $g_i$  за одиницю пробігу автомобіля.

Зворотній зв'язок (рівень H) управляє процесами рівнів A і E для реалізації необхідного закону руху автомобіля  $V_a = f(S)$  або  $V_a = f(t)$ , що залежить від дорожніх, транспортних, атмосферних та інших факторів, які мають місце на реальному маршруті (інтенсивності  $I$  і швидкості руху  $V$  транспортного потоку, кількості смуг руху  $s$  і їх ширини  $r_{см}$ , інтервалу між ТЗ  $l$ , коефіцієнта дорожнього опору  $\psi$ , коефіцієнта зчеплення коліс з дорогою  $\phi$ , швидкості і напрямку вітру  $u$ , відстані видимості  $l_{вид}$ ), а також мінімізації питомої витрати палива  $g_{налmin}$  і питомих викидів шкідливих речовин  $g_{imin}$ , через завдання значень величини  $\phi_{опi}$  і швидкості  $v_{опi}$ , відкриття дросельної заслінки, частоти обертання двигуна  $n_{\delta ki}$ , при якій відбувається переключення на більш високу передачу при розгоні, вибір передаточного числа  $u_i$  коробки передач і часу переключення передачі  $t_{ni}$ .

Ці параметри визначають режими роботи двигуна, тобто значення витрат палива  $G_{пал}$  і повітря  $G_{пов}$ , необхідних для отримання крутного моменту  $M_e$  і частоти обертання  $n_{\delta}$  двигуна для реалізації того чи іншого закону руху автомобіля.

Приклад реалізації першого етапу моделювання зображено на рис. 2, де приведено залежності питомих викидів оксиду вуглецю ТЗ категорії М1 від швидкості  $V_a$  усталеного руху ТЗ з різною повною масою  $M_a$  та при різних значеннях коефіцієнта дорожнього опору  $\psi$ .

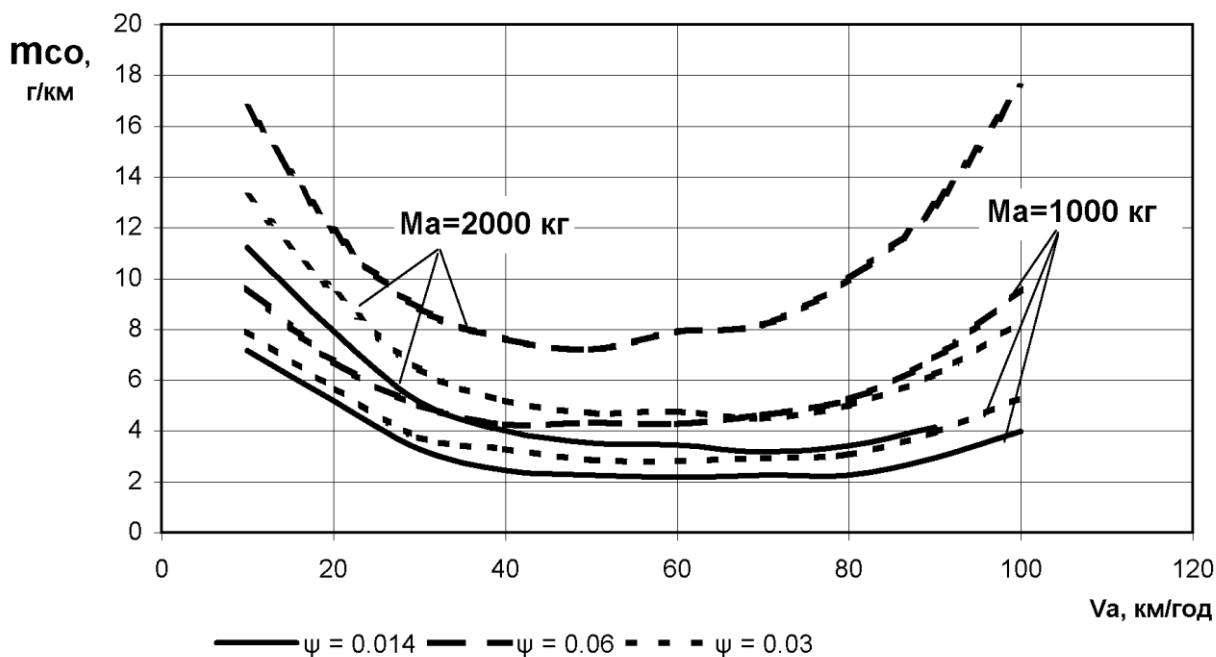


Рисунок 2 – Залежності питомих викидів оксиду вуглецю від швидкості усталеного руху ТЗ категорії М1

Другий етап моделювання в цьому випадку реалізується за допомогою поліноміальних залежностей питомих викидів шкідливих речовин виду:

$$m_i = A_0 + A_1 \cdot V_a + A_2 \cdot M_a + A_3 \cdot \psi + A_4 \cdot V_a^2 + A_5 \cdot M_a^2 + A_6 \cdot \psi^2 + A_7 \cdot V_a \cdot M_a + A_8 \cdot M_a \cdot \psi + A_9 \cdot V_a \cdot \psi \quad (1)$$

З метою забезпечення оперативності надходження вхідних даних в інформаційно-аналітичну систему, доцільно застосовувати бортові інформаційно-діагностичні комплекси на ТЗ, що забезпечують надходження даних в режимі реального часу на спеціально створений сервер [10]. Застосування геоінформаційних систем [11] забезпечить візуалізацію результатів оцінки рівня інгредієнтного і параметричного забруднення придорожнього середовища конкретної автомагістралі.

**Висновки.** Розроблено загальний підхід до розробки математичної моделі транспортного засобу для застосування в інформаційно-аналітичній системі моніторингу транспортних потоків.

На основі цього підходу розроблено математичну модель транспортного засобу, що дозволяє оцінювати його екологічні показники в залежності від широкого переліку внутрішніх параметрів ТЗ в різних режимах і умовах їх руху та з різним завантаженням, а також здійснювати оперативне визначення екологічних показників ТЗ в залежності від масо-габаритних параметрів ТЗ, їх екологічних класів, виду використовуваного палива, режимів руху ТЗ, стану дорожнього покриття і погодних умов.

Результати оцінювання рівня забруднення придорожнього середовища при застосуванні геоінформаційних систем можуть бути візуально представлені на електронній карті місцевості поблизу автомобільної дороги.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Луканин В.Н. Постановка оптимизационных задач в системе «Автотранспортный комплекс - окружающая среда» / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко, А.В. Ефремов // Транспорт: наука, техника, управление. Сборник обзорной информации. - 1993. - № 5. - С. 5-12.
2. Луканин В.Н. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко // ВИНТИ. Итоги науки и техники. Сер. Автомобильный и городской транспорт. – М., 1996. – 339 с.
3. Трофименко Ю.В. Теория экологических характеристик автомобильных энергоустановок: автореф. дис. докт. техн. наук: 05.04.02, 05.22.10 / Трофименко Юрий Васильевич; Московский автомобильно-дорожный институт. - М., 1996. – 43 с.
4. 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 / Гутаревич Юрий Феодосиевич. – К., 1986.
5. Матейчик В.П. Методи оцінювання та способи підвищення екологічної безпеки дорожніх транспортних засобів: Монографія / В.П. Матейчик – К.: НТУ, 2006. – 216 с.
6. Матейчик В.П. Информационная система мониторинга уровня загрязнения придорожной среды транспортными потоками / В.П. Матейчик, А.А. Вайганг, М. Смешек // Автомобіль і електроніка. Сучасні технології: електронне наукове фахове видання (друкована версія). – Харків: ХНАДУ. – 2013. - № 4. – С. 74-77.
7. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях: [Монографія] / Ю.Ф. Гутаревич –К.: Вища школа, 1991. - 179 с.
8. Зимелев Г.В. Теория автомобиля / Г.В. Зимелев - М.: Воениздат, 1957. - 455 с.
9. Дяченко В.Г. Двигуни внутрішнього згоряння: Теорія: підручник / В.Г. Дяченко; за ред. А.П. Марченка. - Харків: НТУ ХПІ, 2008. – 488 с.
10. Інформаційні технології в технічній експлуатації автомобілів / В.П. Волков, В.П. Матейчик, М. Смешек та ін.; Під загальною редакцією В.П. Волкова – Харків: ХНАДУ, 2013. – 324 с.
11. Матейчик В.П. До вибору ПС-програм для візуалізації рівня забруднення автомобільних доріг / В.П. Матейчик, Г.О. Вайганг, К.В. Римарук // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ. – 2013. – Вип. 27. – С.125-130.

## REFERENCES

1. Lukanin V.N. Raising of optimization tasks in system of «Transport complex - environment» / V.N. Lukanin, Yu.V. Trofimenko, A.V. Efremov // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. Sbornik obzornoy informacii. - 1993. - P. 5-12.
2. Lukanin V.N. Decline of the ecological loadings on an environment during work of motor-car transport / V.N. Lukanin, Yu.V. Trofimenko // VINITI. Itogi nauki i tekhniki. Ser. Avtomobilnyy i gorodskoy transport. – M., 1996. – 339 p.
3. Trofimenko Yu.V. Theory of ecological descriptions of motor-car cycle power plants: avtoref. dis. dokt. tekhn. nauk: 05.04.02, 05.22.10 / Trofimenko Yuriy Vasilyevich; Moskovskiy avtomobilno-dorozhnyy insitut. - M., 1996. – 43 p.
4. Gutarevich Yu.F. Reducing emissions and fuel consumption of vehicles powered by optimizing operational factors: dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.04.02, 05.22.10 / Gutarevich Yuriy Feodosievich. – K., 1986.
5. Mateichyk V.P. Evaluation methods and methods of increase of ecological safety of travelling transport vehicles: Monohrafiia / V.P. Mateichyk – K.: NTU, 2006. – 216 p.
6. Mateychik V.P. Information system for monitoring the level of contamination of roadside environment by traffic flows / V.P. Mateychik, A.A. Vaygang, M. Smeshek // Avtomobil i elektronika. Suchasni tekhnologii: elektronne naukove fakhove vydannia (drukovana versii). – Kharkov: KHNADU. – 2013. - № 4. – P. 74-77.
7. Gutarevich Yu.F. Reducing vehicle emissions in operating conditions: [Monografiya] / Yu.F. Gutarevich –K.: Vyshcha shkola, 1991. - 179 p.
8. Zimelev G.V. Theory of vehicle / G.V. Zimelev - M.: Voenizdat, 1957. - 455 p.
9. Diachenko V.H. Internal combustion engines: Theory: pidruchnyk / V.H. Diachenko; za red. A.P. Marchenka. - Kharkiv: NTU KHPI, 2008. – 488 p.
10. Information Technology in the technical operation of vehicles / V.P. Volkov, V.P. Mateichyk, M. Smeshek ta in.; pid zahalnoiu redaktsiieiu V.P. Volkova – Kharkiv: KHNADU, 2013. – 324 p.
11. Mateichyk V.P. By selecting GIS software for visualization of pollution highways / V.P. Mateychik, A.A. Vaygang, K.V. Rymaruk // Visnyk Natsionalnoho transportnoho universitetu. – K.: NTU. – 2013. – Vyp. 27. – P.125-130.

## РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Моделивання екологічних показників транспортних засобів в інформаційно-аналітичній системі моніторингу транспортних потоків / В.П. Матейчик, К.Лейда, С.Ю Гутаревич, М.П. Цюман, // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2014. – Вип. –30

В статті розроблено математичну модель транспортного засобу для застосування в інформаційно-аналітичній системі моніторингу транспортних потоків, що дозволяє оцінювати його екологічні показники в залежності від широкого переліку внутрішніх параметрів окремих транспортних засобів в різних режимах і умовах їх експлуатації, а також здійснювати оперативне визначення їх екологічних показників в режимі реального часу.

Об'єктом дослідження є транспортний засіб, рівень екологічної безпеки якого визначається витратою палива, викидами шкідливих речовин, еквівалентним рівнем шуму та тепловим випромінюванням.

Метою статті є розробка математичної моделі транспортного засобу для визначення його екологічних показників в інформаційно-аналітичній системі моніторингу транспортних потоків.

Метод дослідження – системний аналіз екологічних показників транспортних засобів.

Розроблено і реалізовано загальний підхід до математичного моделювання екологічних показників транспортного засобу для застосування в інформаційно-аналітичній системі моніторингу транспортних потоків, що складається з двох етапів: попереднє визначення екологічних показників транспортних засобів різних категорій з використанням математичної моделі руху автомобіля на макрорівні в залежності від розширеного переліку внутрішніх параметрів транспортних засобів в різних режимах і умовах їх руху та з різним завантаженням; оперативне визначення екологічних показників транспортних засобів в функції від часу з використанням емпіричних математичних моделей, побудованих на основі даних першого етапу моделювання, в залежності від масо-габаритних параметрів транспортних засобів, їх екологічних класів, видів використовуваного палива, режимів руху, стану дорожнього покриття і погодних умов.

Результати оцінювання рівня забруднення придорожного середовища при застосуванні геоінформаційних систем можуть бути візуально представлені на електронній карті місцевості поблизу автомобільної дороги.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** ТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, ЕКОЛОГІЧНІ ПОКАЗНИКИ, ТРАНСПОРТНИЙ ПОТІК, ДОРОГА, НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, ШКІДЛИВІ РЕЧОВИНИ.

#### ABSTRACT

Mateichyk V.P. Modeling environmental performance of vehicles in information-analytical system of monitoring traffic flow / V.P. Mateichyk, K. Lejda, S. Y. Gutarevych, M.P. Tsiuman // Herald of National Transport University. Kyiv. National Transport University. 2014. Vol. 30.

In the paper the mathematical model of the vehicle for use in information-analytical system for monitoring traffic flow is designed, which allows to evaluate its environmental performance based on a wide range of internal parameters of individual vehicles in different modes and conditions of operation, as well as to exercise the operational definition of environmental performance in real time.

Object of the study vehicle, level of environmental security is determined by the fuel consumption, emissions, equivalent to the noise and heat radiation.

Purpose of the study is development of the mathematical model of the vehicle to determine its environmental performance in information-analytical system for monitoring traffic flows.

Method of the study is systematic analysis of the environmental performance of vehicles.

Developed and implemented a common approach to the mathematical modeling of environmental performance of the vehicle for use in information-analytical system for monitoring traffic flows, which consists of two stages: a preliminary definition of environmental performance of vehicles of various categories using a mathematical model of the car at the macro level, depending on the expanded list internal parameters of vehicles in different modes and conditions of their movement and with different loading; operational definition of environmental performance of vehicles as a function of time using empirical mathematical models constructed on the basis of the first stage of the simulation, depending on the mass-dimensional parameters of the vehicles, their environmental classes, types of fuel used, the mode of motion, condition of road surface and weather terms.

The evaluation of the roadside environment pollution in the application of geographic information systems can be visually represented on an electronic map of the area near the road.

**KEYWORDS:** VEHICLE, ENVIRONMENTAL PERFORMANCE, TRAFFIC FLOW, ROAD, ENVIRONMENT, MATHEMATICAL MODEL, HARMFUL SUBSTANCES

#### РЕФЕРАТ

Матейчик В.П. Моделирование экологических показателей транспортных средств в информационно-аналитической системе мониторинга транспортных потоков / В.П. Матейчик, К.Лейда, С.Ю Гутаревич, Н.П. Цюман // Вестник Национального транспортного университета. – К.: НТУ – 2014. – Вып. – 30

В статье разработана математическая модель транспортного средства для применения в информационно-аналитической системе мониторинга транспортных потоков, которая позволяет оценивать его экологические показатели в зависимости от широкого перечня внутренних параметров отдельных транспортных средств в различных режимах и условиях их эксплуатации, а также осуществлять оперативное определение их экологических показателей в режиме реального времени.

Объектом исследования является транспортное средство, уровень экологической безопасности которого определяется расходом топлива, выбросами вредных веществ, эквивалентным уровнем шума и тепловым излучением.

Целью статьи является разработка математической модели транспортного средства для определения его экологических показателей в информационно-аналитической системе мониторинга транспортных потоков.

Метод исследования - системный анализ экологических показателей транспортных средств.

Разработан и реализован общий подход к математическому моделированию экологических показателей транспортного средства для применения в информационно-аналитической системе мониторинга транспортных потоков, который состоит из двух этапов: предварительное определение экологических показателей транспортных средств различных категорий с использованием математической модели движения автомобиля на макроуровне в зависимости от расширенного перечня внутренних параметров транспортных средств в различных режимах и условиях их



движения и с различной загрузкой; оперативное определение экологических показателей транспортных средств в функции от времени с использованием эмпирических математических моделей, построенных на основе данных первого этапа моделирования, в зависимости от массо-габаритных параметров транспортных средств, их экологических классов, видов используемого топлива, режимов движения, состояния дорожного покрытия и погодных условий.

Результаты оценки уровня загрязнения придорожной среды при условии применения геоинформационных систем могут быть визуально представлены на электронной карте местности вблизи автомобильной дороги.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ, ТРАНСПОРТНЫЙ ПОТОК, ДОРОГА, ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА, МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА.

**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

ЛЕЙДА Казімеж, Професор, Доктор габілітований, Жешовська Політехніка, Кафедра двигунів внутрішнього згоряння і транспорту, Бульвар Повстанців Варшави 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польща

Гутаревич С.Ю., кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник Д.П. «ДержавтотрансНДІпроект», тел.044 456 3030, Україна, 03113, просп.Перемоги, 57, Київ

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

**AUTHORS:**

Mateichyk V.P. Dr. Sci., prof. National Transport University, , e-mail: matei\_vp@mail.ru, тел. +38 044 280-79-40, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

LEJDA Kazimierz, Prof. DSc, Rzeszow University of Technology, Department of Internal Combustion Engines and Transport, Warsaw Insurgents Boulevard 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Rzeszow, Poland

Gutarevych S., Ph.D., Senior Research Fellow DP "DerzhavtotransNDIproekt" tel.044 456 3030, Ukraine, 03113, prosp.Peremohy, 57, Kyiv

Tsiuman M.P., Ph.D., associate professor , National Transport University, e-mail: tsuman@ukr.net, тел. +38 044 280 47 16, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1

**АВТОРЫ:**

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

ЛЕЙДА Казимеж, Профессор, Доктор габилитованный, Жешовская Политехника, Кафедра двигателей внутреннего сгорания и транспорта, Бульвар Повстанцев Варшавы 12, tel.: +48 17 865 1100, 35-959, Жешув, Польша

Гутаревич С.Ю., кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ДП «ГосавтотрансНИИпроект», тел.044 456 3030, Украина, 03113, просп.Победы, 57, Киев

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, м. Киев, ул. Суворова 1

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Сахно В.П., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедри автомобілів, Київ, Україна.

Абрамчук Ф.І., доктор технічних наук, професор, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, завідувач кафедри «Двигуни внутрішнього згоряння», Харків, Україна.

**REVIEWERS:**

Sakhno V.P., Dr. Sci., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, chief of department of vehicles, Kyiv, Ukraine.

Abramchuk F.I., Dr. Sci., Engineering (Dr.), professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, chief of department of «Internal combustion engines», Kharkiv, Ukraine.