© Матейчик В.П., Цюман М.П. 2016

УДК 629.33:621.43
UDC 629.33:621.43

Матейчик В.П., Цюман М.П.
Національний транспортний університет

ОСОБЛИВОСТІ МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ ПРИ РУСІ В ПОТОЦІ

Проведено аналіз показників екологічної безпеки транспортного засобу в умовах міського транспортного потоку з застосуванням методів математичного моделювання за умови отримання динамічної інформації про параметри руху. Встановлено часові межі основних фаз руху транспортного засобу в типових міських умовах і закономірності зміни показників його екологічної безпеки в умовах руху в транспортному потоці.

Ключові слова: транспортний засіб, витрата палива, емісія шкідливих речовин, екологічна безпека, транспортний потік.

Постановка проблеми. В сучасних економічних умовах транспортне забезпечення господарської діяльності відіграє важливу роль. Найбільшу частку в транспортних процесах складає автомобільний транспорт. Враховуючи той факт, що переважним типом транспортних енергоустановок є енергоустановки на базі двигунів внутрішнього згоряння (ДВЗ), найбільш значущими аспектами транспортних процесів є ефективність споживання моторних палив і рівень забруднення навколишнього середовища шкідливими речовинами, що містяться у відпрацьованих газах (ВГ) транспортних засобів (ТЗ). Тому актуальною задачею сьогодення є розробка і впровадження в експлуатацію ефективних заходів, що сприятимуть підвищенню екологічної безпеки через ефективне паливовикористання і зменшення шкідливого навантаження на навколишнє середовище. Разом з тим, ефективність впровадження таких заходів неможливо оцінити без об'єктивного моніторингу окремих показників екологічної безпеки ТЗ протягом життєвого циклу. В процесі моніторингу повинні враховуватись усі можливі конструктивні і експлуатаційні фактори, що визначають загальний еколого-економічний рівень ТЗ. До значущих факторів впливу відносять такі, що сильно залежать від конкретних умов експлуатації, зокрема, технічний стан ТЗ, вид використовуваного палива, дорожні умови руху, транспортні умови руху, що визначаються щільністю, швидкістю і інтенсивністю транспортного потоку (ТП), тощо. Вплив цих факторів на паливну економічність ТЗ і його екологічні показники в умовах експлуатації достатньо складний, тому їх врахування вимагає застосування відповідних системних методів дослідження.

Питання дослідження впливу на навколишнє середовище об'єктів дорожньої мережі, окремих ТЗ і ТП та способів підвищення їх екологічної безпеки, розробки методик дослідження і прогнозування екологічної безпеки окремих ТЗ та рівня забруднення придорожнього середовища ТП, а також розробки систем екологічного моніторингу на транспорті досліджувались в роботах багатьох вчених таких як Гутаревич Ю.Ф., Луканін В.Н., Трофименко Ю.В., Звонов В.А., Канило П.М. та інших [1-5].

На основі результатів цих досліджень в працях [6, 7] висвітлені особливості побудови математичної моделі системи «транспортний потік - дорога» та питання формування окремих елементів інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки ТЗ на стадії експлуатації. Разом з тим питання практичного застосування розроблених методів моделювання паливної економічності і екологічних показників ТЗ в умовах безпосередньо його руху потребують додаткових досліджень.

Метою статті є аналіз особливостей моделювання показників екологічної безпеки транспортного засобу при русі в потоці.

Результати досліджень. З метою врахування максимального числа факторів впливу на паливну економічність і екологічні показники ТЗ розроблено алгоритм моделювання для випадку ТЗ з бензиновим ДВЗ і трикомпонентним каталітичним нейтралізатором (рис. 1), що базується на використанні статичної інформації, яку складають конструктивні параметри ТЗ: параметри енергоустановки і трансмісії, масогабаритні параметри; умовно статичної інформації про параметри дороги і навколишнього середовища: коефіцієнт дорожнього опору, температура і вологість повітря, атмосферний тиск; динамічної інформації, що характеризує реальні транспортні умови руху ТЗ в потоці і включає дані бортової системи *On Board Diagnostic (OBD)* [8]: температура охолоджуючої рідини t_{ox}, ступінь відкриття дросельної заслінки, частота обертання колінчастого валу, кут

випередження запалювання, швидкість автомобіля $V_а$, напруга і стан датчика кисню, масова витрата повітря, діагностичні коди несправностей.

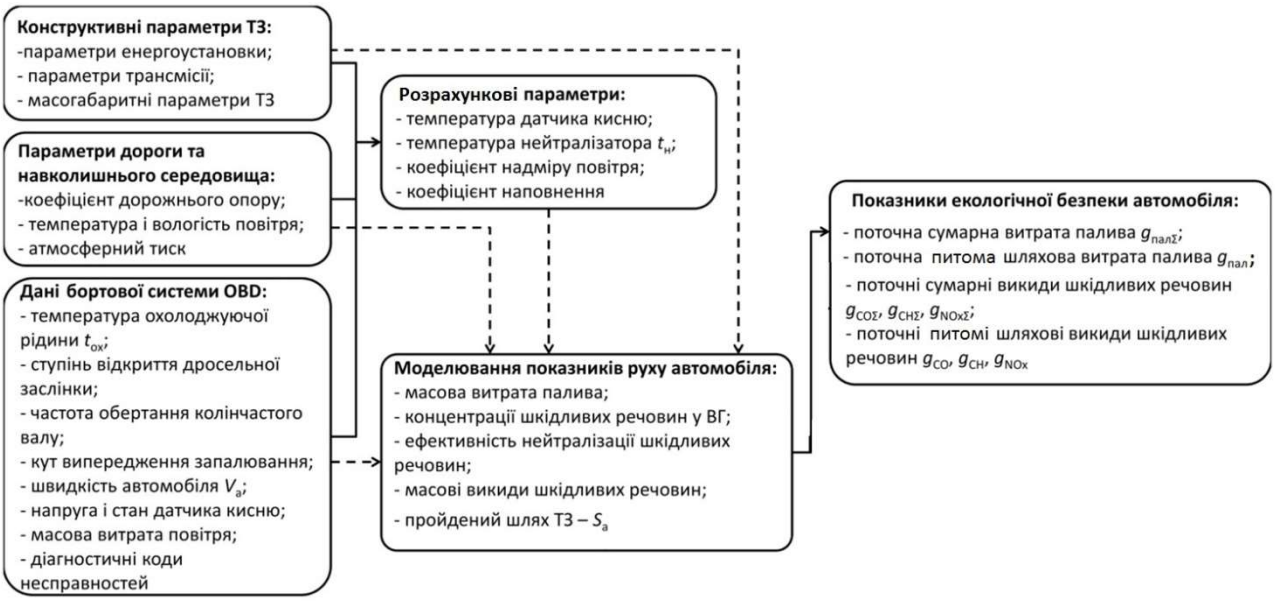

Рис. 1. Алгоритм моделювання показників екологічної безпеки ТЗ при русі в потоці

На основі вищенаведеного діапазону даних та із застосуванням математичної моделі руху ТЗ з каталітичним нейтралізатором [6] спочатку моделюються такі параметри енергоустановки як температура датчика кисню, що необхідна для визначення коефіцієнту надміру повітря, температура нейтралізатора $t_н$, коефіцієнт наповнення циліндрів двигуна. З використанням вхідних статичних і динамічних даних і розрахованих параметрів енергоустановки моделюються показники руху автомобіля: масова витрата палива, концентрації шкідливих речовин у ВГ, ефективність нейтралізації шкідливих речовин, масові викиди шкідливих речовин, пройдений шлях ТЗ $S_а$.

Отримані в результаті показники руху автомобіля дають можливість визначити показники екологічної безпеки ТЗ: поточні сумарні витрату палива $g_{палΣ}$ і викиди шкідливих речовин $g_{COΣ}$, $g_{CHΣ}$, $g_{NOxΣ}$, а також поточні питомі шляхові витрата палива $g_{пал}$ і викиди шкідливих речовин g_{CO}, g_{CH}, g_{NOx}.

З використанням розробленого алгоритму отримано параметри руху (рис. 2), параметри теплового режиму агрегатів (рис. 3), витрату палива і викиди шкідливих речовин (рис. 4, 5) автомобіля ВАЗ-21101 при його русі в типовому міському транспортному потоці з моменту пуску двигуна до прибуття в пункт призначення.

Аналіз отриманих параметрів руху ТЗ (рис. 2) дозволяє встановити три характерні часові фази руху: прогрів, рух у вільному потоці і рух в заторі. Фаза прогріву характеризується невисокими швидкостями руху, підвищенням температури охолоджуючої рідини і нейтралізатора (рис. 3) до робочих значень і триває близько 400 секунд. Також в цій фазі дуже високі значення питомих шляхових витрати палива і викидів шкідливих речовин (рис. 5).

Фаза руху в потоці займає близько половини всього часу руху ТЗ і характеризується підвищенням швидкісного режиму (рис. 2, а) і, відповідно, збільшенням пройденого шляху (рис. 2, б), нормальним тепловим режимом роботи системи охолодження (рис. 3, а) і нейтралізатора (рис. 3, б). Це сприяє зниженню значень питомих шляхових витрати палива і викидів шкідливих речовин (рис. 5) до мінімальних рівнів.

Фаза руху в заторі також займає майже половину часу руху ТЗ на досліджуваній ділянці. В цій фазі тепловий режим системи охолодження характеризується максимальними значеннями і періодичним вмиканням вентилятора охолодження радіатора (рис. 3, а). На відміну від цього, тепловий режим нейтралізатора характеризується зниженням температури (рис. 3, б), що пов’язано з низьким навантаженням двигуна. Значення поточних шляхових витрати палива і викидів шкідливих речовин в цій фазі зростають (рис. 5).

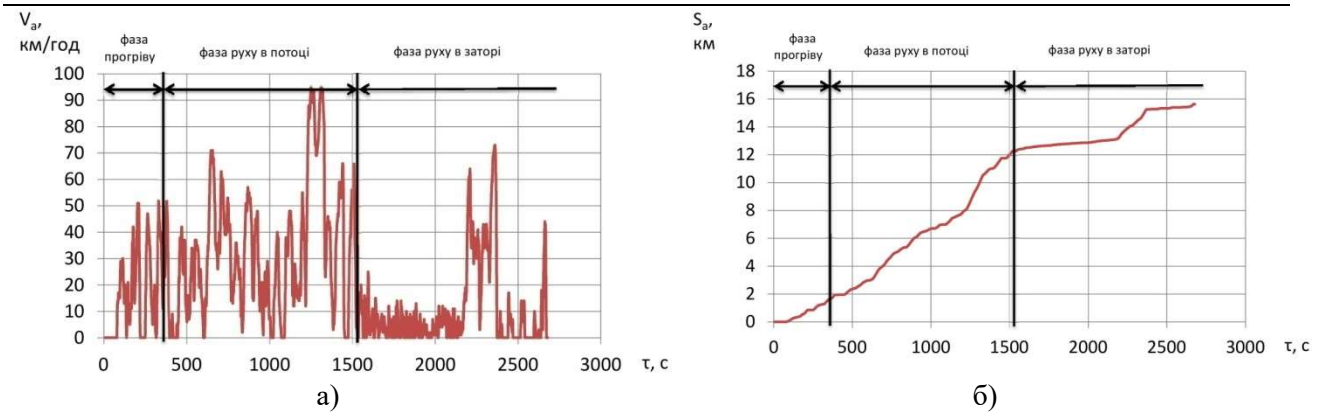

Рис. 2. Параметри руху ТЗ в транспортному потоці: а) швидкість; б) пройдений шлях

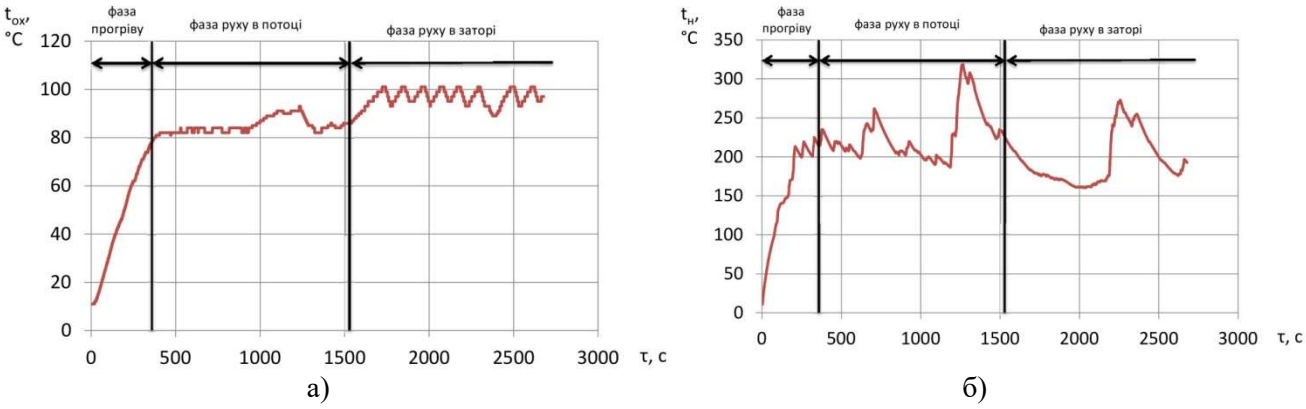

Рис. 3. Параметри теплового режиму агрегатів ТЗ: а) система охолодження; б) нейтралізатор

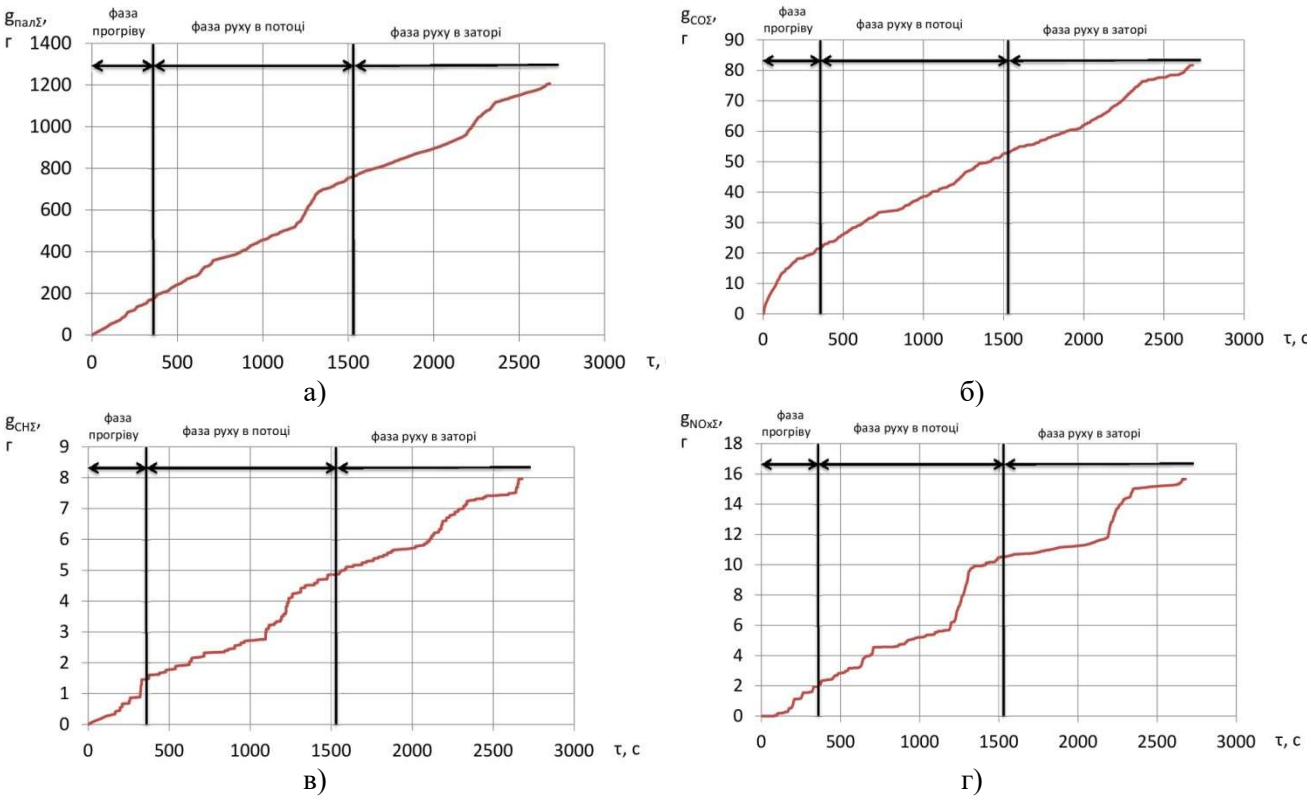

Рис. 4. Поточні сумарні витрата палива і викиди шкідливих речовин ТЗ: а) витрата палива; б) викиди оксиду вуглецю; в) викиди вуглеводнів; г) викиди оксидів азоту

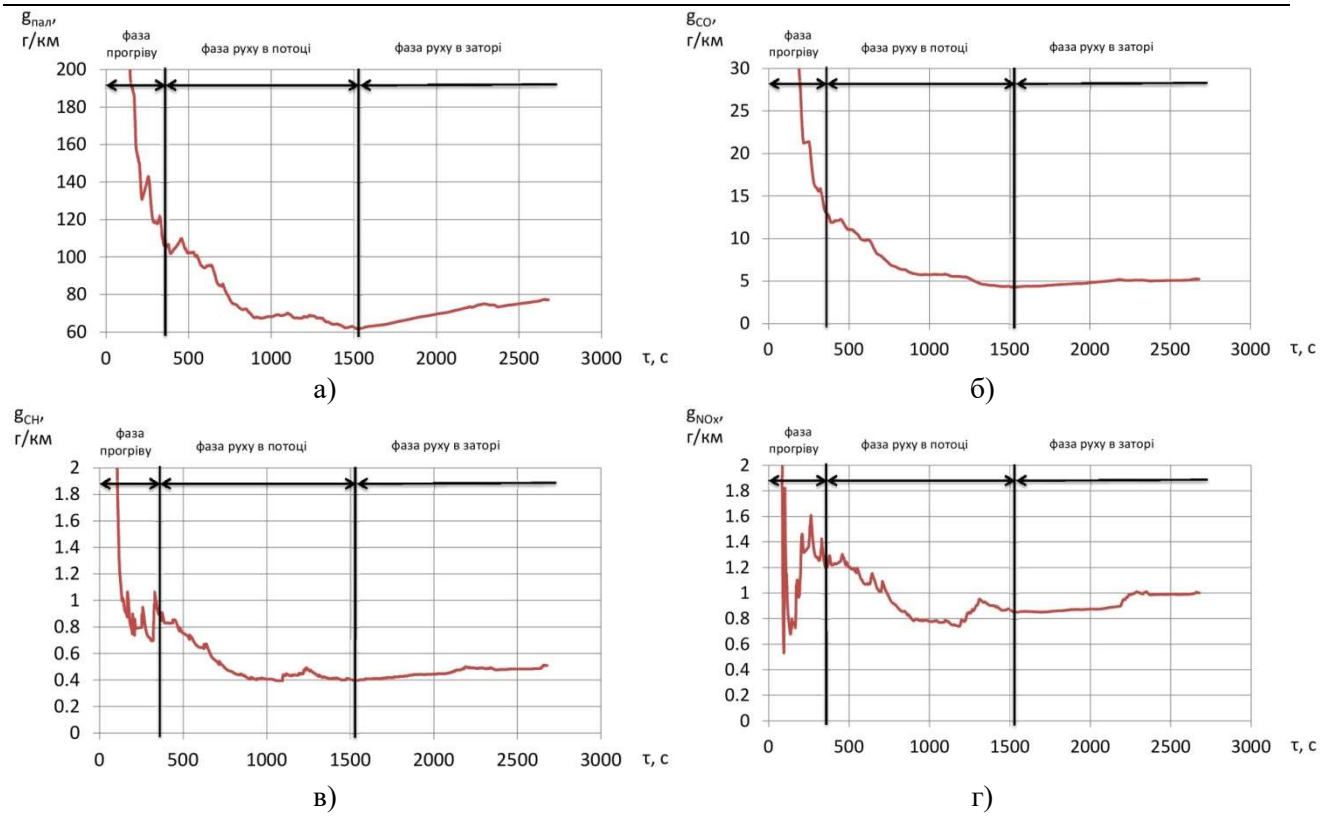

Рис. 5. Поточні питомі шляхові витрата палива і викиди шкідливих речовин ТЗ: а) витрата палива; б) викиди оксиду вуглецю; в) викиди вуглеводнів; г) викиди оксидів азоту

Висновки. З застосуванням методів математичного моделювання проведено аналіз показників екологічної безпеки ТЗ в умовах міського транспортного потоку, який дає можливість прогнозування зміни окремих показників в характерних фазах руху за умови отримання динамічної інформації про параметри окремих систем двигуна і ТЗ.

Встановлено часові межі основних фаз руху ТЗ в типових міських умовах і закономірності зміни показників екологічної безпеки ТЗ в них.

1. Гутаревич Ю.Ф. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях: [Монографія] / Ю.Ф. Гутаревич –К.: Вища школа, 1991. - 179 с.

2. Луканин В.Н. Снижение экологических нагрузок на окружающую среду при работе автомобильного транспорта / В.Н. Луканин, Ю.В. Трофименко // ВИНИТИ. Итоги науки и техники. Сер. Автомобильный и городской транспорт. – М., 1996. – 339 с.

3. Звонов В.А. Экологическая безопасность автомобиля в полном жизненном цикле / В.А. Звонов, А.В. Козлов, В.Ф. Кутенев. — М.: НАМИ, 2001. — 248 с.

4. Канило П.М. Автотранспорт. Топливно-экологические проблемы и перспективы: монографія / П.М.Канило. – Х.: ХНАДУ, 2013. – 272 с.

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. Моделювання системи «транспортний потік-дорога» / В.П. Матейчик, М.П. Цюман, Г.О. Вайганг // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк. – 2014. – Вип. 46. -С. 371-381.

7. Матейчик В.П. Формування структури інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки транспортних засобів на окремих етапах життєвого циклу / В.П. Матейчик, М.П. Цюман // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ – 2015. – Вип. 2(32). – С. 193-200.

8. Виснап К.Н. OBD-II для диагностики автомобилей: основная информация / Виснап К.Н.// [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://www.ardio.ru/obd2.php

REFERENCES

1. Gutarevich, Yu.F. (1991). *Reducing vehicle emissions in operating conditions.* Kyiv, Vyshcha shkola, 179 p.

2. Lukanin, V.N., Trofimenko, Yu.V. (1996). Decline of the ecological loadings on an environment during work of motor-car transport. *VINITI. Itogi nauki i tekhniki. Ser. Avtomobilnyy i gorodskoy transport.* Moscow, 339 p.

3. Zvonov, V.A., Kozlov, A.V., Kutenev, V.F. (2001). *Environmental safety of the car in the full life cycle.* Moscow, NAMI Publ., 248 p.

4. Kanilo, P.M. (2013). *Motor transport. Fuel and environmental problems and prospects.* Kharkiv, 272 p.

5. Mateichyk, V.P. (2006). *Evaluation methods and methods of increase of ecological safety of travelling transport vehicles.* Kyiv, 216 p.

6. Mateichyk, V.P., Tsiuman, M.P., Vayhanh, H.O. (2014). Simulation of the system "traffic flow – road". *Naukovi notatky*, Lutsk, issue 46, pp. 371-381.

7. Mateichyk, V.P., Tsiuman, M.P. (2015). Formation the structure of intelligent monitoring system environmental safety indicators of vehicles at various stages of life cycle. *Bulletin of National Transport University.* Kyiv. Vol. 32, pp. 193-200.

8. Visnap, K.N. OBD-II for diagnostics of cars: General information. Available at: http://www.ardio.ru/obd2.php

Матейчик В.П., Цюман Н.П. **Особенности моделирования показателей экологической безопасности транспортного средства при движении в потоке.**

Проведен анализ показателей экологической безопасности транспортного средства в условиях городского транспортного потока с применением методов математического моделирования при условии получения динамической информации о параметрах движения. Установлены временные пределы основных фаз движения транспортного средства в обычных городских условиях и закономерности изменения показателей экологической безопасности в условиях движения в транспортном потоке.

Ключевые слова: транспортное средство, расход топлива, эмиссия вредных веществ, экологическая безопасность, транспортный поток.

V.Mateichyk, M.Tsiuman. The peculiarities of environmental safety indicators simulation for vehicle in the traffic flow.

The analysis of environmental safety indicators of the vehicle in city traffic flow with the use of mathematical simulation methods and the dynamic traffic information is performed. The timeframes of main phases of the vehicle movement in typical urban conditions and regularities of changes of vehicle environmental safety indicators in operation on traffic conditions are established.

Keywords: vehicle, fuel consumption, harmful emission, environmental safety, traffic flow.

АВТОРИ:

МАТЕЙЧИК Василь Петрович, доктор технічних наук, професор, професор кафедри екології та безпеки життєдіяльності,Національний транспортний університет, e-mail: wmate@ukr.net

ЦЮМАН Микола Павлович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри двигунів та теплотехніки,Національний транспортний університет, e-mail: tsuman@ukr.net

АВТОРЫ:

МАТЕЙЧИК Василий Петрович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры экологии и безопасности жизнедеятельности, Национальный транспортный университет, e-mail: wmate@ukr.net

ЦЮМАН Николай Павлович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры двигателей и теплотехники, Национальный транспортный университет, e-mail: tsuman@ukr.net

AUTHORS:

Vasyl MATEICHYK, Dr. Sci., Professor, Professor of Ecology Department, National Transport University, e-mail: wmate@ukr.net

Mykola TSIUMAN, Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of Department of Engines and Heating Engineering, National Transport University, e-mail: tsuman@ukr.net

Стаття надійшла в редакцію 17.03.2016р.