

УДК 629.4.018
UDC 629.4.018

НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА ДЛЯ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ З ДИЗЕЛЕМ

Савостін-Косяк Д.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна
Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

FUEL CONSUMPTION RATIONING FOR CONVENTIONAL CITY DIESEL BUSES

Savostin-Kosyach D.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine
Sakhno V.P., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine

НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА ДЛЯ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ С ДИЗЕЛЕМ

Савостин-Косяк Д.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина
Сахно В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми. Пасажи́рський транспорт – це частина єдиної транспортної системи (ЄТС), економічна і соціальна роль якої полягає в наданні послуг з перевезення пасажирів, їх ручної поклажі та багажу по різних видах сполучення.

Пасажи́рський автомобільний транспорт перетворився на один з основних та найбільш поширених видів пасажирського транспорту країни. Він широко обслуговує транспортні потреби міського та сільського населення, забезпечуючи масові та індивідуальні перевезення пасажирів парком автобусів та легкових автомобілів.

За даними державної служби статистики України, близько 50% всіх пасажирських перевезень в країні здійснюється автомобільним транспортом [1].

Автомобільний транспорт є основним споживачем енергетичних ресурсів. Станом на 2015 рік, понад 76% нафтопродуктів споживається транспортною галуззю. З них понад 97% – рухомим складом автомобільного транспорту [2]. На Україні в структурі собівартості процесу перевезень 50...60% витрат припадає на витрату паливно-мастильних матеріалів [3], в той час як в РФ – близько 40%, а в країнах ЄС цей показник становить 20...25% [4]. Тому питання раціонального використання енергетичних ресурсів, зокрема на автомобільному транспорті є вкрай важливим для нашої країни.

Витрата палива є узагальнюючим показником досконалості конструкції автомобіля, складності умов експлуатації, рівня кваліфікації водіїв, індикатором загального технічного стану всіх вузлів і систем. Можна виділити багато шляхів економії палива на транспорті, але без ефективної державної політики, спрямованої на суворий облік і економію палива на основі збалансованої нормативно-правової системи, не обійтись. Необхідно, щоб нормативна база оцінки експлуатаційної витрати палива була максимально гнучкою і враховувала конструктивні і експлуатаційні особливості транспортних засобів [5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Норму витрати палива в Україні здійснюється відповідно до Наказу Міністерства транспорту України № 43 від 10 лютого 1998 року [6]. У 2012 році Наказом Міністерства інфраструктури України № 36 від 24.01.2012 [7] були внесені останні зміни та доповнення. Результатом даного розпорядження стала публікація ДП «ДержавтотрансНДІпроект» третьої редакції «Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» під загальною редакцією Редзюка А.М. Загальний принцип, покладений в основу даного документу, передбачає стале чисельне значення базової лінійної норми витрати палива для кожної моделі транспортного засобу, яка корегується за допомогою коефіцієнтів відповідно до певних умов експлуатації.

Даний підхід був підданий критичному аналізу у роботі Кривошапова С.І. [5] в результаті якого ним був запропонований альтернативний спосіб, заснований на рівнянні витрати палива, опублікованого у роботі [9].

Розглядаючи потенційну можливість нормування витрати палива на основі математичних моделей та рівнянь витрати палива, варто відзначити рівняння витрати палива, в основі якого лежить питома витрата палива, представлене в роботі [10] та інтегральну математичну модель, наведену в роботах [13, 14]. Альтернативним методом нормування питомої витрати палива на транспортну роботу може стати рівняння, опубліковане в роботі [15], в якому повна маса автомобіля представлена

як сума спорядженої маси, маси вантажу з урахуванням коефіцієнту використання вантажопід'ємності та маси пасажирів і їх багажу (включаючи водія).

Невирішені раніше частини загальної проблеми. Як показує аналіз останніх досліджень і публікацій, значна частина моделей транспортних засобів залишається поза увагою документів з питань нормування витрати палива. З іншої сторони, ті методи нормування, які використовуються на теперішній час, не завжди правильно враховують навантаження, швидкісні режими руху та умови експлуатації транспортного засобу.

Мета: Проаналізувати існуючі методи нормування витрати палива на автомобільному транспорті та оцінити доцільність їх використання для прогнозування технічного стану міських автобусів з дизелем.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Як було зазначено вище, нормування витрати палива та мастильних матеріалів в Україні проводиться відповідно до [6, 7]. В даному документі представлені норми витрати палива більш ніж для 340 моделей транспортних засобів та їх модифікацій, проте не зазначені норми витрати палива для автобусів марки МАЗ та сучасних модифікацій автобусів марки ЛАЗ, таких як ЛАЗ А-183D1 та ЛАЗ А-292-D1, які на сьогоднішній день складають 57% усього рухомого складу, що здійснює міські пасажирські перевезення.

Для вирішення цієї задачі спробуємо провести аналогії з іншими транспортними засобами, представленими у [7] і визначити базову норму витрати палива для автобуса МАЗ 203.065. Так, в [7] вказано, що базова лінійна норма витрати палива H_s для автобуса ПАЗ 3205-70 складає 20,9 л дизельного пального на 100 км, що відповідає даним з інструкції по експлуатації про витрату палива на швидкості 60 км/год та даним дорожніх випробувань за їздовим циклом по ГОСТ 20306-90, опублікованих у [8]. Для автобуса МАЗ 203.065 витрата палива при швидкості 60 км/год, за даними заводу виробника, складає 27 л/100 км, тому приймаємо цю цифру за значення базової лінійної норми витрати палива H_s .

Згідно з [7], нормативна витрата палива для автобусів визначається за формулою:

$$Q_H = 0,01 \cdot H_s \cdot S \cdot (1 + 0,01 \cdot K_\Sigma) \quad (1)$$

де: Q_H – нормативна витрата палива, літри; H_s – базова лінійна норма витрати палива, л/100км; S – пробіг автомобіля, км; K_Σ – сумарний коригуючий коефіцієнт.

Сумарний коригуючий коефіцієнт представляє собою загальний відсоток надбавки в залежності від специфічних умов експлуатації транспортного засобу.

Розрахуємо нормативне значення витрати палива для автобуса МАЗ 203.065 бортовий номер 7160, що виконував 25.02.2017 перевезення за маршрутом №55 м. Києва, для однієї поїздки в дві сторони та для усього дня експлуатації. Епюри швидкостей та плани рельєфу наведені на рисунку 1.

Для даного маршруту сумарний коригуючий коефіцієнт розраховується за формулою:

$$K_\Sigma = K_{3.1.1.1} + K_{3.1.1.2} + K_{3.1.4} + K_{3.1.5} + K_{3.1.13} + K_{3.1.2.2} \quad (2)$$

де: $K_{3.1.1.1}$ – відсоток збільшення норми витрати палива залежно від фактичної температури повітря навколишнього середовища; $K_{3.1.1.2}$ – додаткова надбавка до $K_{3.1.1.1}$ на перші 2 км пробігу; $K_{3.1.4}$ – відсоток збільшення норми витрати палива при роботі у міських умовах; $K_{3.1.5}$ – відсоток збільшення норми витрати палива при роботі, яка потребує частих зупинок, у тому числі технологічних, які пов'язані із посадкою та висадкою пасажирів; $K_{3.1.13}$ – відсоток збільшення норми витрати палива на підтримання прийнятних (комфортних) температурних умов у салоні автобуса; $K_{3.1.2.2}$ – відсоток збільшення норми витрати палива при експлуатації на маршрутах з горбистим рельєфом, що супроводжується підйомами та спусками.

Витрата палива автобусом в очікуванні та заторах визначається за формулою:

$$Q_{Hпр} = (0,01 \cdot H_s \cdot (5 + K_\Sigma)) \cdot t_{пр} / 60 \quad (3)$$

де: $t_{пр}$ – час простою в очікуванні, хв.

Сумарна витрата палива за маршрут складається з витрати палива на ділянках рівної дороги, ділянках підйому та перших 2-х км шляху, з урахуванням часу простоїв в очікуванні та заторах.

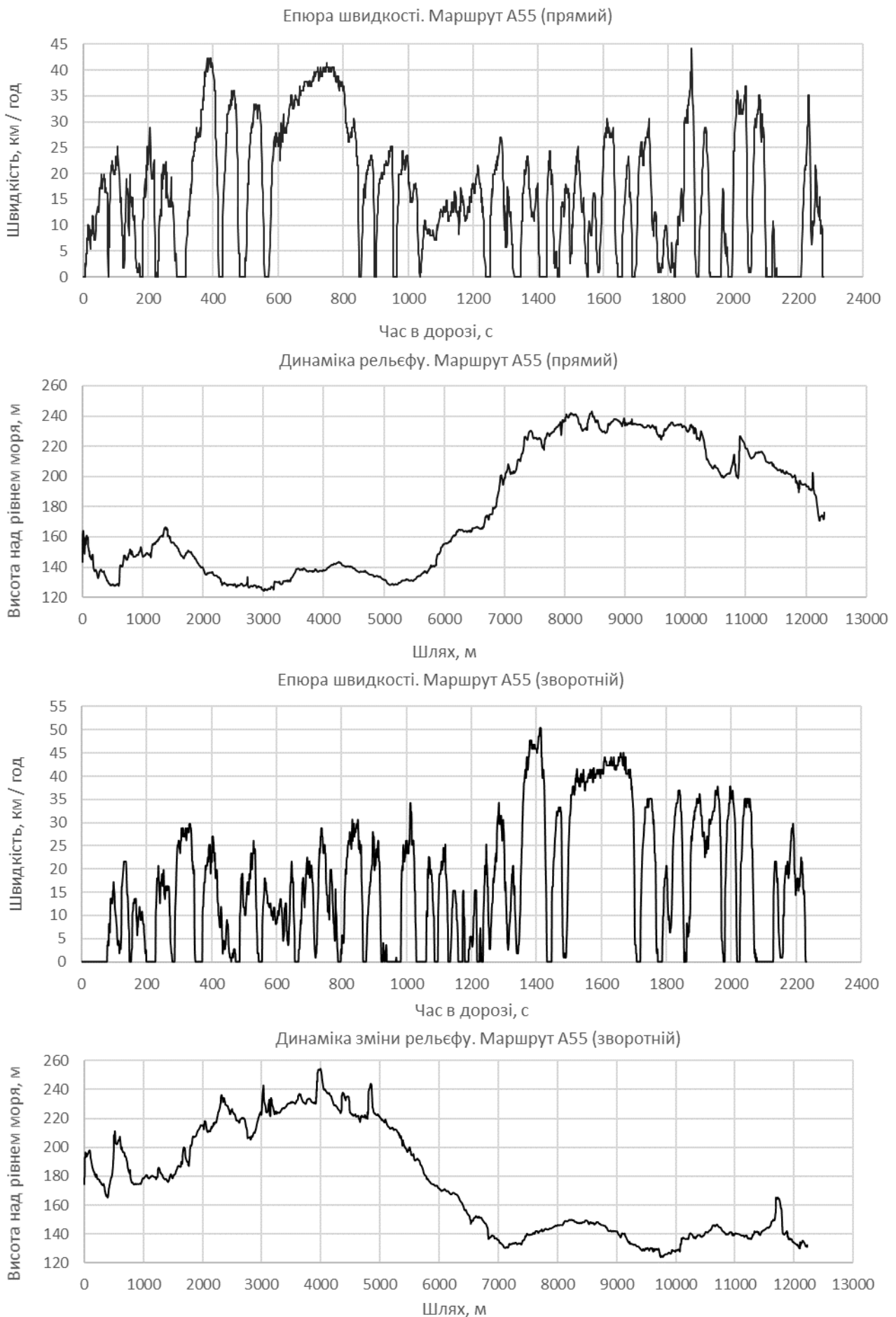


Рисунок 1 – Епюри швидкостей та динаміка зміни рельєфу. Маршрут А55

Вихідні дані для розрахунку витрати палива під час однієї поїздки в дві сторони: пробіг по рівній дорозі – 17 км; пробіг по дорозі з ухилом – 5,7 км; температура навколишнього середовища – 4 °С; час в очікуванні – 15 хв.

Сумарні коригуючі коефіцієнти:

- для ділянок рівної дороги: $K_{\Sigma} = 15 + 10 + 0 + 0 + 0,5 + 0 = 25,5$
- для ділянок підйому: $K_{\Sigma} = 15 + 10 + 0 + 0 + 0,5 + 6 = 31,5$
- для перших 2-х км шляху: $K_{\Sigma} = 15 + 17 + 0 + 0 + 0,5 + 0 = 32,5$
- для простоїв в очікуванні: $K_{\Sigma} = 0 + 0 + 0 + 0 + 0,5 + 0 = 0,5$

Витрата палива для однієї поїздки в дві сторони:

- для ділянок рівної дороги: $Q_{Нр} = 0,01 \cdot 27 \cdot 17 \cdot (1 + 0,01 \cdot 25,5) = 5,76$ л
- для ділянок підйому: $Q_{Нп} = 0,01 \cdot 27 \cdot 5,7 \cdot (1 + 0,01 \cdot 31,5) = 2,024$ л
- для перших 2-х км шляху: $Q_{Н2} = 0,01 \cdot 27 \cdot 2 \cdot (1 + 0,01 \cdot 32,5) = 0,716$ л
- для простоїв в очікуванні: $Q_{Нпр} = (27 \cdot (5 + 0,5) \cdot 0,01) \cdot 15 / 60 = 0,371$ л
- сумарна за маршрут: $Q_{Н} = 5,76 + 2,024 + 0,716 + 0,371 = 8,871$ л
- контрольна, л/100км: $Q_{s} = 100 \cdot (8,871 / 24,7) = 35,91$ л/100 км

При розрахунку витрати палива за весь день експлуатації зміняться лише пробіги та час очікування, а саме: пробіг по рівній дорозі – 147,9 км (з урахуванням холостого пробігу від парку до кінцевої зупинки – 1,9 км); пробіг по дорозі з ухилом – 45,6 км; час в очікуванні – 135 хв. Решта вихідних даних, як і сумарні коригуючі коефіцієнти, залишаються без змін.

Отже, витрата палива для усього дня експлуатації:

- для ділянок рівної дороги: $Q_{Нр} = 0,01 \cdot 27 \cdot 147,9 \cdot (1 + 0,01 \cdot 25,5) = 50,116$ л
- для ділянок підйому: $Q_{Нп} = 0,01 \cdot 27 \cdot 45,6 \cdot (1 + 0,01 \cdot 31,5) = 16,19$ л
- для перших 2-х км шляху: $Q_{Н2} = 0,01 \cdot 27 \cdot 2 \cdot 3 \cdot (1 + 0,01 \cdot 32,5) = 2,147$ л
- для простоїв в очікуванні: $Q_{Нпр} = (27 \cdot (5 + 0,5) \cdot 0,01) \cdot 135 / 60 = 3,341$ л
- сумарна за маршрут: $Q_{Н} = 50,116 + 16,19 + 2,147 + 3,341 = 71,794$ л
- контрольна, л/100км: $Q_{s} = 100 \cdot (7,794 / 199,5) = 35,99$ л/100 км

Як бачимо, значення контрольної витрати палива при розрахунках для однієї поїздки в дві сторони і для всього дня експлуатації відрізняється на 0,22%. Оскільки ця різниця не суттєва, всі подальші розрахунки доцільно проводити лише для однієї поїздки в дві сторони.

Суттєвою перевагою даного методу є те, що його авторитетність підтверджена державним нормативним актом і до його розробки були залучені одні з кращих фахівців транспортної галузі. Він дає можливість врахувати значну кількість експлуатаційних умов, серед яких особливості рельєфу, температурні умови, специфічні режими роботи транспортного засобу, такі, наприклад, як робота в замському режимі на трасі або робота, яка потребує частих зупинок. Проте, рівняння, за якими проводяться розрахунки не містять жодних прямих показників технічного стану транспортного засобу, таких, наприклад, як ККД трансмісії чи двигуна, а отже, не дозволяють спрогнозувати їх зміну в залежності від значення контрольної витрати палива. Також, для коригуючих коефіцієнтів надаються достатньо широкі діапазони значень, що дозволяє варіювати норми витрати палива у значному діапазоні в залежності від суб'єктивних інтересів того, хто встановлює нормативні значення. Крім того, для того, щоб врахувати усі особливості транспортного процесу, маршрут необхідно розділити на достатньо велику кількість інтервалів і розрахувати значення сумарної та контрольної витрат палива для кожного інтервалу, що є достатньо трудомістким процесом. А найголовніше, щоб офіційно встановити базові лінійні норми витрати палива для автобусів МАЗ та ЛАЗ, необхідно провести значну кількість дорожніх випробувань, які, як правило, займають кілька років.

Серед альтернативних методів нормування витрати палива на автомобільному транспорті слід розглянути рівняння витрати палива, запропоноване в [9]. Більш сучасна його інтерпретація, доповнена коефіцієнтом наддуву та швидкісним коефіцієнтом, представлена в роботі [5]. Для наших розрахунків використаємо першоджерело:

$$Q_s = [A i_k + B i_k^2 V_a + C(G_a \Psi + 0,077 k F V_a^2 + 0,1 \beta G_a V_a)] / \eta_i \quad (4)$$

де η_i – індикаторний ККД двигуна; A , B , C – коефіцієнти конструкції автомобіля та якості палив; i_k – передавальне число вищої передачі; G_a – вага автомобіля в нормованому стані, H ; V_a – швидкість руху автомобіля, км/год; k – коефіцієнт опору повітря, $H \cdot c^2 \cdot m^{-4}$; F – лобова площа, m^2 .

Коефіцієнти A , B і C , що залежать від конструктивних параметрів автомобіля та якості палива, розраховуються за такими формулами:

$$A = (7,95 \cdot a_m \cdot V_h \cdot i_0) / (H_H \cdot \rho_T \cdot r_k); \quad B = (0,69 \cdot b_m \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0) / (H_H \cdot \rho_T \cdot r_k^2); \quad C = 100 / (H_H \cdot \rho_T \cdot \eta_{TP});$$

де a_m і b_m – коефіцієнти механічних втрат в двигуні; V_h – робочий об’єм циліндрів двигуна, л; i_0 – передавальне число головної передачі; H_H – нижча теплота згоряння палива, кДж/кг; ρ_T – густина палива, г/см³; r_k – динамічний радіус колеса, м; S_n – хід поршня, м; η_{TP} – ККД трансмісії.

Підставивши значення вищезазначених параметрів у рівняння отримаємо:

$$A = (7,95 \cdot 48 \cdot 6,37 \cdot 1,5) / (43000 \cdot 0,825 \cdot 0,475) = 0,21638;$$

$$B = (0,69 \cdot 16 \cdot 6,37 \cdot 0,13 \cdot 1,5) / (43000 \cdot 0,825 \cdot 0,475^2) = 0,00171;$$

$$C = 100 / (43000 \cdot 0,825 \cdot 0,875) = 0,00322;$$

$$Q_s = [0,21638 \cdot 3,43 + 0,00171 \cdot 3,43^2 \cdot 21 + 0,00322 \cdot (176580 \cdot 0,026 + 0,077 \cdot 0,65 \cdot 7,47 \cdot 21^2 + 0,1 \cdot 1,71 \cdot 176580 \cdot 21)] / 0,462 = 35,67 \text{ л/100 км}$$

Перевагою даного методу є те, що він враховує конструктивні особливості транспортного засобу, якість палива, температурні умови (через густину палива) та ступінь завантаженості. Проте, умови експлуатації виражені через середню технічну швидкість, що не достатньо точно відображає особливості швидкісних режимів роботи міських автобусів, оскільки вони супроводжуються частими розгонами та гальмуваннями. Щодо можливості оцінки технічного стану транспортного засобу, то у даному рівнянні фігурує лише два його прямі показники, а саме ККД трансмісії та індикаторний ККД двигуна. Як відомо, індикаторний ККД характеризує енергетичну ефективність силової установки, а саме теплові втрати в процесі його роботи, а отже, механічна складова, яка напряду характеризує технічний стан його основних складових та систем, залишається без уваги. Окрім цього, використання узагальненого показника ефективності трансмісії не дозволяє оцінити ефективність, а, відповідно, і технічний стан окремих її елементів.

Ще одне рівняння витрати палива, яке може бути використане для нормування її значення представлено у [10]:

$$Q_s = q_e(m_a g \Psi + (k_w A_L v^2 / 3,6^2) + \delta_{об} m_a (dv/dt)) / (3,6 \cdot 10^4 \cdot \eta_{TP} \cdot \rho_p) \quad (5)$$

де q_e – питома витрата палива, г/(кВт·год); η_{TP} – ККД трансмісії; m_a – повна маса автомобіля, кг; k_w – коефіцієнт опору повітря, Н·с²·м⁻⁴; A_L – лобова площа, м², $\delta_{об}$ – коефіцієнт, що враховує обертові маси; Ψ – коефіцієнт опору дороги; v – швидкість автомобіля, м/с; dv/dt – прискорення, м/с²; ρ_p – густина палива, кг/м³.

Для розрахунків контрольної витрати палива за даним рівнянням необхідна навантажувальна характеристика двигуна. На автобусах МАЗ 203.065 встановлений двигун OM 906 hLA в парі з коробкою передач ZF6H 502C [11]. Навантажувальна характеристика двигуна OM 906 hLA представлена на рисунку 2.

Згідно з [12], перемикання передач у АКПП ZF6H 502C відбувається на частоті обертання 1400 об/хв, а отже, більшу частину часу двигун працює в діапазоні 1200...1400 об/хв. Тому для розрахунків візьмемо питому витрату палива, яка відповідає даному діапазону, а саме 195 г/(кВт·год). Решту параметрів було обрано при розрахунках за попередніми рівняннями. У вищезазначених методиках контрольна витрата палива визначалась для рівномірного режиму руху автобуса, тому у даному випадку ми також приймаємо $dv/dt = 0$.

Підставивши значення усіх параметрів у рівняння (5), отримаємо:

$$Q_s = 195 \cdot (18000 \cdot 9,81 \cdot 0,026 + (0,65 \cdot 7,47 \cdot 21^2 / 3,6^2) + 1,1 \cdot 18000 \cdot 0) / (3,6 \cdot 10^4 \cdot 0,875 \cdot 0,825) = 35,69 \text{ л/100 км}$$

Безсумнівною перевагами даного способу нормування витрати палива є те, що він заснований на використанні навантажувальної характеристики та питомої витрати палива двигуна, а це, в свою чергу, значно підвищує його точність. Окрім цього, дана модель дає змогу врахувати не тільки рівномірний рух транспортного засобу, але й режими прискорення. Проте, навантажувальна характеристика відноситься до категорії складної, специфічної технічної інформації, яка міститься у документації заводу виробника і майже ніколи не вказується в інструкціях з експлуатації транспортного засобу, що ускладнює доступ до неї. Крім того, даний спосіб нормування не дає можливості врахувати динаміку зміни рельєфу місцевості та особливості швидкісних режимів роботи міських автобусів, оскільки потребує підстановки у рівняння середньої швидкості руху.

Використання даного методу для оцінки технічного стану транспортного засобу також не дає бажаного результату, оскільки єдиним прямим показником, який можна використати з цією метою є ККД трансмісії, а його недоліки як діагностичного параметру були вказані вище. Також, дане рівняння було виведене з ряду інших залежностей, що вказує на його теоретичне походження, а отже, потребує експериментальної перевірки.

Аналогічно вищевикладеним розрахункам для МАЗ 203.065, були розраховані значення для ЛАЗ А-183D1 за умови руху по тому самому маршруту та з підстановкою тих самих коефіцієнтів, що і у попередніх розрахунках. Результати наведені в табл. 1. Значення контрольної витрати палива за методикою ДП «ДержавтотрансНДІпроект» суттєво відрізняються від решти, оскільки за базову лінійну норму витрати палива було прийнято значення 24 л/100 км, що відповідає зазначеній у технічній характеристиці контрольній витраті палива при швидкості 60 км/год.

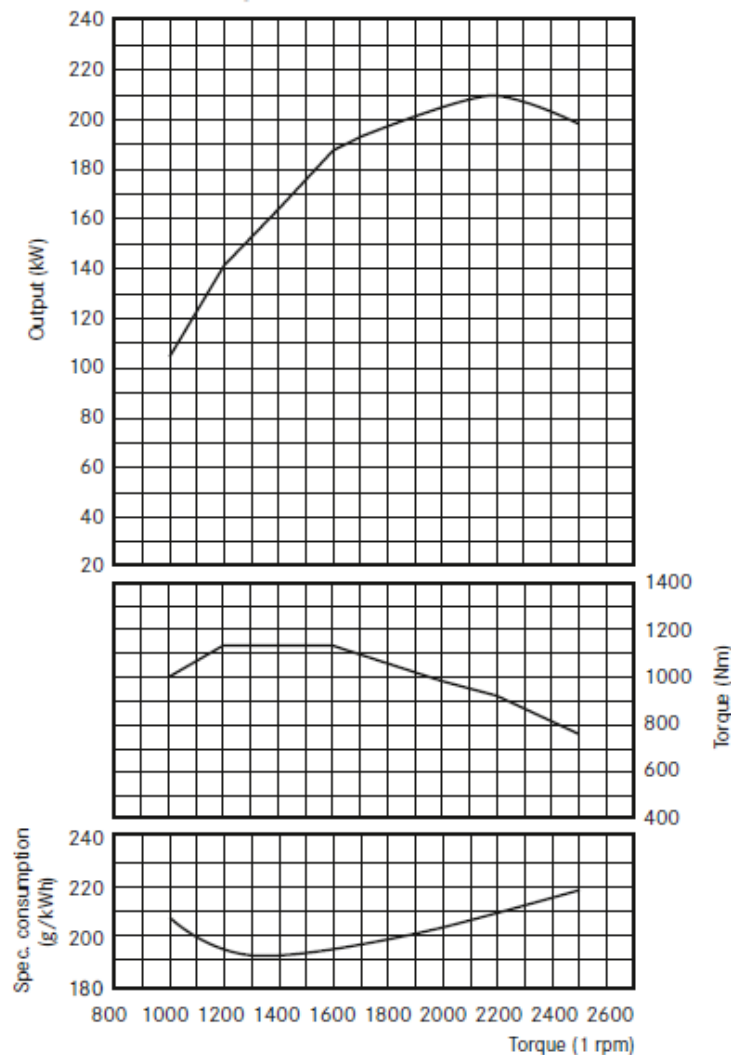


Рисунок 2 – Навантажувальна характеристика двигуна OM 906 hLA

Таблиця 1 – Порівняння результатів розрахунків

Модель автобуса	Контрольна витрата палива, л/100 км		
	НДІпроект	Говорущенко М.Я.	Сахно В.П. та ін.
МАЗ 203.065	35,91	35,67	35,69
ЛАЗ А-183D1	31,92	35,58	35,7

Висновки. Порівняння результатів розрахунків контрольної витрати палива для двох моделей автобуса за трьома методами нормування показали значну ступінь кореляції між ними, що свідчить про їх достатньо високу точність. Кожен з представлених методів має ряд суттєвих переваг у порівнянні з іншими, проте, має і певні недоліки, серед яких найбільш суттєвим та об'єднуючим є відсутність можливості враховувати особливості швидкісного режиму роботи міських автобусів, який супроводжується частими зупинками, розгонами і сповільненнями, та динаміку зміни рельєфу місцевості. Можливість їх використання для оцінки технічного стану транспортних засобів також має суттєві обмеження. Розглянуті методи мають дуже малу кількість прямих показників, за якими можна було б оцінити технічний стан автобуса, або взагалі їх не мають. Крім того, всі вони потребують експериментальної перевірки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Економічна статистика. Економічна діяльність. Транспорт [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstst.gov.ua>. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
2. Енергетичний баланс України [Електронний ресурс] // Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://www.ukrstst.gov.ua>. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
3. Говорущенко Н.Я. Экономическая кибернетика транспорта [Текст] / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 2000. – 218 с.
4. Демидов Н. Автомобильные грузовые перевозки. Структура составляющих себестоимости автоперевозок [Електронний ресурс] // Журнал «Експерт». – Режим доступу: http://bpl.ru/Vlad_st/zp.htm. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
5. Кривошапов С. И. Нормирование расхода топлива на транспорте / С. И. Кривошапов // Міжвузівський збірник "НАУКОВІ НОТАТКИ". – Луцьк, 2014. – Вип. 45. – С. 308–316. – Бібліогр.: 12 назв.
6. Наказ Міністерство транспорту України «Про затвердження Норм витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті» № 43 від 10.02.1998 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98>. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
7. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. Третя редакція / А.М. Редзюк [та ін.] ; ДП «ДержавтотрансНДПроект». – Київ : Видавництво НВЦ «ІнформАвтоДор», 2012. – 119с.
8. Ушанов К. Народный автобус ПАЗ [Електронний ресурс] / К. Ушанов // Грузовик Пресс. – Москва, 2009. – Режим доступу: <http://www.gruzovikpress.ru/article/2529-paz-32053-paz-32053-07-paz-4234-narodniy-avtobus/>. – Дата звернення: 6.03.17. – Назва з екрану.
9. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.
10. Сахно В.П. та ін. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 ч. Ч 1. Динамічність та паливна економічність автотранспортних засобів : [навчальний посібник] / В.П. Сахно, А.В. Костенко, М.І. Загороднов та ін. – Донецьк: Вид-во «Ноулідж» (донецьке відділення), 2014. – 444 с.
11. Автобусы МАЗ 203. Руководство по эксплуатации [Електронний ресурс] // ВАТ «МАЗ». – Мінськ, 2016. – Режим доступу : <http://maz.by/media/10194/203-рэ-2016.pdf>. – Дата звернення: 26.02.17. – Назва з екрану.
12. Operating Instructions ZF-Ecomat 2 / ZF-Ecomat 2 plus HP 502 HP 592 HP 602 HP 502C HP 592C HP 602C for city and intercity buses and coaches [Електронний ресурс] // ZF Friedrichshafen AG – MC-C, 2004. – 37 с. – Режим доступу : https://www.zf.com/usa_canada/media/zfmig_united_states/zfmig_corporate/zfmig_products_services_3/zfmig_service_portfolio_1/zfmig_bus_coach_transmission_us/zfmig_ecomat_us/zfmig_ecomat_downloads_us/ZF-Ecomat_and_Ecomat_2.pdf. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
13. Сахно В.П. Математична модель для визначення показників паливної економічності автомобіля з двигунами різної потужності при виконанні міського їздового циклу / В.П. Сахно, О.А. Корпач // Вісник [Національного транспортного університету]. – 2012. – № 25. – С. 193-196. ()
14. Сахно В. П. Уточнена математична модель для визначення показників паливної економічності автомобіля з двигунами різної потужності при виконанні міського їздового циклу / В.П. Сахно, О.А. Корпач // Вісник СевНТУ. Сер. : Машиноприладобудування та транспорт. – 2013. – Вип. 142. – С. 48-51.
15. Литвинов А.С. Автомобиль: Теория эксплуатационных свойств: Учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / Литвинов А. С., Фаробин Я. Е. – Москва : Машиностроение, 1989. – 240 с.

REFERENCES

1. Ekonomichna statystyka. Ekonomichna diialnist. Transport [Electronic resource] // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – Available at URL: <http://www.ukrstst.gov.ua>. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Ukr)
2. Enerhetychnyi balans Ukrainy [Electronic resource] // Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy. – Available at URL: <http://www.ukrstst.gov.ua>. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Ukr)

3. Govoruschenko N.Ya. Ekonomicheskaya kibernetika transporta [Text] / N.Ya. Govoruschenko, V.N. Varfolomeev. – Harkov: RIO HGADTU, 2000. – 218 s. (Rus)
4. Demidov N. Avtomobilnyie gruzovyye perevozki. Struktura sostavlyayuschih sebestoimosti avtoperevozok [Electronic resource] // Zhurnal «Ekspert». – Available at URL: http://6pl.ru/Vlad_st/zp.htm – Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Rus)
5. Krivoschapov S. I. Normirovanie rashoda topliva na transporte / S. I. Krivoschapov // Mizhvuzivskiy zbirnyk "NAUKOVI NOTATKY". – Lutsk, 2014. – Issu 45. – P. 308–316. – Bibliohr.: 12 nazv. (Rus)
6. Nakaz Ministerstvo transportu Ukrainy «Pro zatverdzhennia Norm vytrat palyva i mastylnykh materialiv na avtomobilnomu transporti» № 43 vid 10.02.1998 [Electronic resource] – Available at URL: <http://zakon0.rada.gov.ua/rada/show/v0043361-98>. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Ukr)
7. Normy vytrat palyva i mastylnykh materialiv na avtomobilnomu transporti. Tretia redaktsiia / A.M. Redziuk [ta in.] ; DP «DerzhavtotransNDIproekt». – Kyiv : Vydavnytstvo NVTs «InformAvtoDor», 2012. – 119s. (Ukr)
8. Ushanov K. Narodniy avtobus PAZ [Electronic resource] / K. Ushanov // Gruzovik Press. – Moskva, 2009. – Available at URL: <http://www.gruzovikpress.ru/article/2529-paz-32053-paz-32053-07-paz-4234-narodniy-avtobus/>. Reference Date: 6.03.17. – Title from Screen. (Rus)
9. Govoruschenko N.Ya. Ekonomiya topliva i snizhenie toksichnosti na avtomobilnom transporte / N.Ya. Govoruschenko. – M.: Transport, 1990. – 135 s. (Rus)
10. Sakhno V.P. Eksploatatsiini vlastyvoli avtotransportnykh zasobiv. V 3 ch. Ch 1. Dynamichnist ta palyvna ekonomichnist avtotransportnykh zasobiv : [navchalnyi posibnyk] / V.P. Sakhno, A.V. Kostenko, M.I. Zahorodnov ta in. – Donetsk: Vyd-vo «Noulidzh» (donetske vidilennia), 2014. – 444s. (Ukr)
11. Avtobusy MAZ 203. Rukovodstvo po eksploatatsii [Electronic resource] – VAT «MAZ». – Minsk, 2016. – Available at URL: <http://maz.by/media/10194/203-pэ-2016.pdf>. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Rus)
12. Operating Instructions ZF-Ecomat 2 / ZF-Ecomat 2 plus HP 502 HP 592 HP 602 HP 502C HP 592C HP 602C for city and intercity buses and coaches [Electronic resource] // ZF Friedrichshafen AG – MC-C, 2004. – 37 p. – Available at URL: https://www.zf.com/usa_canada/media/zfmig_united_states/zfmig_corporate/zfmig_products_services_3/zfmig_service_portfolio_1/zfmig_bus_coach_transmission_us/zfmig_ecomat_us/zfmig_ecomat_downloads_us/ZF-Ecomat_and_Ecomat_2.pdf. Reference Date: 12.03.17. – Title from Screen. (Eng)
13. Sakhno V.P. Matematychna model dlia vyznachennia pokaznykiv palyvnoi ekonomichnosti avtomobilia z dvyhunamy riznoi potuzhnosti pry vykonanni miskoho yizdovoho tsykladu / V.P. Sakhno, O.A. Korpach // Visnyk [Natsionalnoho transportnoho universytetu]. – 2012. – Issu 25. – P. 193-196. (Ukr)
14. Sakhno V.P. Utochnena matematychna model dlia vyznachennia pokaznykiv palyvnoi ekonomichnosti avtomobilia z dvyhunamy riznoi potuzhnosti pry vykonanni miskoho yizdovoho tsykladu / V.P. Sakhno, O.A. Korpach // Visnyk SevNTU. Ser. : Mashynopryladobuduvannia ta transport. – 2013. – Vyp. 142. – P. 48-51. (Ukr)
15. Litvinov A.C. Avtomobil: Teoriya eksploatatsionnykh svoystv: Uchebnyk dlya vuzov po spetsialnosti «Avtomobili i avtomobilnoe hozyaystvo» / Litvinov A. C., Farobin Ya. E. – Moskva : Mashinostroenie, 1989. – 240 s. (Rus)

РЕФЕРАТ

Свостін-Косяк Д. О. Нормування витрати палива для міських автобусів з дизельним двигуном / Свостін-Косяк Д. О., Сахно В. П. // Вісник Національного транспортного університету. Серія “Технічні науки”. Науково-технічний збірник. – К.: НТУ, 2017. – Вип. 3 (39).

У статті розглянуті методи нормування витрати палива на автомобільному транспорті на прикладі визначення контрольної витрати палива для міських автобусів з дизелем.

Об’єктом дослідження є витрата палива міськими автобусами з дизелем.

Метою статті є аналіз існуючих методів нормування витрати палива на автомобільному транспорті та оцінка доцільність їх використання для прогнозування технічного стану міських автобусів з дизелем.

Методи дослідження – інформаційно-аналітичні, математичне моделювання.

На сьогоднішній день в Україні нормування витрати палива та мастильних матеріалів здійснюється відповідно до Наказу Міністерства транспорту України № 43 від 10 лютого 1998 року, з останніми змінами, які були внесені в 2012 році Наказом Міністерства інфраструктури України № 36 від 24.01.2012. Проте в цих документах не зазначені норми витрати палива для автобусів марки MAZ

та сучасних модифікацій автобусів марки ЛАЗ, таких як ЛАЗ А-183D1 та ЛАЗ А-292-D1, які, на сьогоднішній день, складають 57% усього рухомого складу, що здійснює міські пасажирські перевезення.

У статті було проведено розрахунок норми витрати палива згідно з рекомендаціями Наказу Міністерства інфраструктури України № 36 від 24.01.2012 для автобуса МАЗ 203.065, який здійснює міські пасажирські перевезення в м. Києві за маршрутом № 55. Також було проведено розрахунок контрольної витрати палива за двома альтернативними методами. Дані дослідження показали, що всі три методи між собою корелюють з досить високою точністю.

Кожен з розглянутих методів має ряд переваг та недоліків, проте всі вони мають дуже малу кількість прямих показників, за якими можна було б оцінити технічний стан автобуса, або взагалі їх не мають. Тому питання розробки методу оцінки та прогнозування технічного стану транспортного засобу за показниками контрольної та сумарної витрати палива залишається актуальним і потребує подальших досліджень.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА, МІСЬКІ ПАСАЖИРСЬКІ АВТОБУСИ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ВИТРАТИ ПАЛИВА.

ABSTRACT

Savostin-Kosiak D. O., Sakhno V. P. Fuel consumption rationing for conventional city diesel buses. Visnyk National Transport University. Series “Technical sciences”. Scientific and Technical Collection. – Kyiv. National Transport University, 2017. – Issue 3 (39).

The current fuel consumption rationing methods used at automobile transport are viewed at the article. The control fuel consumption rate for conventional city diesel bus were calculated as an example.

The fuel consumption rate is an object of research.

The aim of the article is to analyze current fuel consumption rationing methods used at automobile transport and to assess the feasibility of its use for determination of vehicle’s technical condition.

Informational, analytical mathematical modeling methods were used.

Nowadays, the rationing of fuel and lubricants in Ukraine is carried out according to the Order of Transport Ministry of Ukraine № 43, 10.02.1998, with recent changes that were made in 2012 by the Order of Infrastructure Ministry of Ukraine № 36, 24.01.2012. However, these documents are not specified norms of fuel consumption for MAZ buses and modern modifications of LAZ buses such as LAZ A-183D1 and LAZ A-292-D1, which make up 57% of all rolling stock that carries city passenger transportation today.

The calculation of fuel consumption rate according to the Order of Infrastructure Ministry of Ukraine № 36, 24.01.2012 for MAZ 203.065, which provides city passenger transport in Kiev at the route №55, were made in the article. Also, the calculation of control fuel consumption rate according to the two alternative methods were made. These studies showed that all three methods are correlated with relatively high accuracy.

Each of the considered methods has its own advantages and disadvantages, but all of them have only few number of direct technical condition indicators or, in some cases, even any of them. Therefore, the issue of developing a method for estimating and forecasting the vehicle’s technical condition based on control and total fuel consumption is still relevant and requires further research.

KEY WORDS: FUEL CONSUMPTION RATIONING, CONVENTIONAL CITY DIESEL BUSES, FUEL CONSUMPTION MATHEMATICAL MODEL.

РЕФЕРАТ

Свостин-Косяк Д.А. Нормирование расхода топлива для городских автобусов с дизельным двигателем / Свостин-Косяк Д.А., Сахно В. П. // Вестник Национального транспортного университета. Серия "Технические науки". Научно-технический сборник. – К.: НТУ, 2017. – Вып. 3 (39).

В статье рассмотрены методы нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте на примере определения контрольного расхода топлива для городских автобусов с дизелем.

Объектом исследования является расход топлива городскими автобусами с дизелем.

Целью статьи является анализ существующих методов нормирования расхода топлива на автомобильном транспорте и оценка целесообразности их использования для прогнозирования технического состояния городских автобусов с дизелем.

Методы исследования – информационно-аналитические, математическое моделирование.

На сегодняшний день в Украине нормирования расхода топлива и смазочных материалов осуществляется в соответствии с Приказом Министерства транспорта Украины № 43 от 10 февраля 1998 года, с последними изменениями, которые были внесены в 2012 году Приказом Министерства

інфраструктури України № 36 от 24.01.2012. Однак в цих документах не указані норми расхода топлива для автобусов марки МАЗ и современных модификаций автобусов марки ЛАЗ, таких как ЛАЗ А-183D1 и ЛАЗ А-292 D1, которые, на сегодняшний день, составляют 57% всего подвижного состава, осуществляет городские пассажирские перевозки.

В статье был проведен расчет нормы расхода топлива в соответствии с рекомендациями Приказа Министерства инфраструктуры Украины № 36 от 24.01.2012 для автобуса МАЗ 203.065, который осуществляет городские пассажирские перевозки в г. Киеве по маршруту №55. Также был проведен расчет контрольного расхода топлива по двум альтернативными методами. Данные исследования показали, что все три метода между собой коррелируют с достаточно высокой точностью.

Каждый из рассмотренных методов имеет ряд преимуществ и недостатков, однако все они имеют очень малое количество прямых показателей, по которым можно было бы оценить техническое состояние автобуса, или вообще их не имеют. Поэтому вопрос разработки метода оценки и прогнозирования технического состояния транспортного средства по контрольному и суммарному расходам топлива останутся актуальным и требует дальнейших исследований.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: НОРМИРОВАНИЕ РАСХОД ТОПЛИВА В ГОРОДСКОМ ПАССАЖИРСКОМ АВТОБУСЕ, МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСХОДА ТОПЛИВА.

АВТОРИ:

Савостін-Косьяк Данило Олександрович, Національний транспортний університет, асистент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: daniel_s@ukr.net, тел. (044) 2805621, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка, 1, к. 406.

Сахно Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор, завідувач кафедри «Автомобілі», e-mail: sakhno@i.ua, тел.(044) 280-42-52, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 301.

AUTHORS:

Savostin-Kosiak Danylo O., National Transport University, assistant lecturer of the Department of Technical operation of cars and car services, e-mail: daniel_s@ukr.net, tel. (044)2805621, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 406.

Sakhno Volodymyr P., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, professor, head of department of automobile, e-mail: sakhno@i.ua, tel. (044)280-42-52, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelianovycha-Pavlenka str. 1, of. 301.

АВТОРЫ:

Савостин-Косьяк Данил Александрович, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», e-mail: daniel_s@ukr.net, тел. (044)2805621, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко, 1, к. 406.

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», e-mail: sakhno@i.ua, тел. (044) 280-42-52, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленко 1, к. 301.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Біліченко В.В., доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінниця, України.

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, професор, Національний Транспортний Університет, завідувач кафедри двигунів та теплотехніки, Київ, Україна.

REVIEWER:

Bilichenko V.V., Doctor of Technical Science, professor, Vinnytsia National Technical University, Head of the Vehicles and transport management department, Vinnitsa, Ukraine.

Gutarevych Yu.F., Doctor of Technical Science, professor, National Transport University, Head of the Engines and Heating Engineering Department, Kyiv, Ukraine.