

С.І. КРИВОШАПОВ, О.І. НАЗАРОВ, М.Є. СЕРГІЄНКО

ОЦІНКА ВИТРАТИ ПАЛИВА АВТОМОБІЛІВ ЗА ПИТОМИМИ ЗНАЧЕННЯМИ ВИТРАТИ ПАЛИВА ТА ЕФЕКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ

Розглянуто необхідність контролю споживання палива у процесі експлуатації транспортних засобів. Наведено аналіз аналітичних методів оцінки паливної економічності автомобілів. Проаналізовано норми нормування витрати палива, що діють зараз в Україні. Вказані основні недоліки обліку паливно-мастильних матеріалів у нашій країні. Проведено статистичну оцінку показників витрати палива за методикою міністерства інфраструктури України. Отримано графічні залежності розподілу витрат палива для основних груп автомобілів, виписаних за даними нормативно-правової інформації. Виконано регресійну оцінку взаємозв'язку витрати палива та основних технічних параметрів автомобіля. Отримано параметри для математичної моделі з розрахунку витрати палива для основних груп автомобілів аграрного сектора – це самоскиди та сідельні тягачі. Оцінено адекватність моделі, якість параметрів, довірчий інтервал області визначення. Запропоновано поєднати декілька методик нормування витрати пального, що дозволить встановлювати нормативне значення розрахунковим методом. Здійснено оцінку узгодженості отриманої регресійної моделі з даними, які були отримані за методикою, яка використовується у ХНАДУ для розрахунку базової норми витрати палива. Наведено порівняння норм витрати палива за різними методиками. Розроблено алгоритм використання регресійної моделі методики обліку споживання паливно-мастильних матеріалів на підприємствах автомобільного транспорту. Сформульовано висновки та зазначено шляхи подальших досліджень, спрямованих на вдосконалення методики нормування витрати палива в нашій країні.

Ключові слова: автомобіль, витрата палива, нормування, технічна характеристика, регресія, точність, математична модель, експлуатація автомобіля

S. KRIVOSHAPOV, A. NAZAROV, N. SERGIENKO

ASSESSMENT OF THE FUEL CONSUMPTION OF CARS BY SPECIFIC VALUES OF FUEL CONSUMPTION AND EFFECTIVE POWER

The need to control fuel consumption during vehicle operation is considered. The analysis of analytical methods for assessing the fuel efficiency of vehicles is presented. The current in Ukraine norms of rationing of fuel consumption are analyzed. The main disadvantages of accounting for fuels and lubricants in our country and in other countries are indicated. A statistical assessment of fuel consumption indicators was carried out according to the methodology of the Ministry of Infrastructure of Ukraine. The graphical dependences of the distribution of fuel consumption for the main groups of cars, shown according to the data of regulatory and legal information, are obtained. A regression assessment of the relationship between fuel consumption and the main technical parameters of a vehicle has been performed. The parameters for a mathematical model for calculating fuel consumption for the main groups of vehicles in the agricultural sector are obtained - these are dump trucks and truck tractors. The adequacy of the model, the quality of the parameters, and the confidence interval of the domain of determination are assessed. It is proposed to combine several methods for standardizing fuel consumption, which will allow setting the standard value by a calculation method. An assessment was made of the consistency of the obtained regression model with the data that were obtained using the methodology that is used in KhNADU to calculate the base rate of fuel consumption. Comparison of fuel consumption rates obtained by different methods is given. An algorithm for the use of a regression model for the method of accounting for the consumption of fuels and lubricants at road transport enterprises has been developed. Conclusions are formulated and the ways of further research aimed at improving the methodology for standardizing fuel consumption in our country are indicated.

Key words: car, fuel consumption, rationing, technical characteristics, regression, accuracy, mathematical model, car operation

Вступ. Паливна економічність – це одна із груп експлуатаційних властивостей автомобіля [1], яка визначає споживання палива за певний пробіг, час або одиницю виконаної роботи. Насамперед, паливна економічність визначається ефективністю робочих процесів у двигуні, і в другу – величиною втрат енергії при передачі її через агрегати трансмісії до коліс автомобіля.

Паливна економічність має технічну, економічну та правову основу.

Витрата палива залежить від конструктивних параметрів автомобіля, навантажувальних та швидкісних режимів руху та умов експлуатації (дорожні, транспортні, атмосферно-кліматичні та ін.) [2].

Витрата палива – це матеріально-вартісний ресурс, величина якого змінює експлуатаційні витрати перевізного процесу. Це впливають на величину доданої вартості продукції та прибутку підприємства, від чого залежать податкові відрахування.

Споживання палива контролюється державою на законодавчому рівні.

Аналіз останніх досягнень і публікацій.

Витрати палива для дорожньо-транспортних засобів встановлено наказом Міністерства інфраструктури України [3]. У цьому документі, на трохи більше 1500 моделей автомобілів та їх модифікацій, наведено чисельні значення базових норм витрати палива. Але більшість марок і моделей автомобіля, які випускалися в минулому і виробляються зараз у різних країнах світу, не згадані в документі. Для тих автомобілів, значення яких немає у документі, встановити базову норму витрати палива власниками автомобіля самостійно немає можливості. Відповідно до рекомендацій [3], власник автомобілів зобов'язаний звернутися до «Державного автотранспортного науково-дослідного та проектного інституту» для розробки ним індивідуальної норми витрати палива, які діють тільки на цей автомобіль, тільки для одного підприємства та строком до одного року.

У зв'язку з цим виникає необхідність у розробці та використанні альтернативних методів для визначення норми витрати палива транспортних засобів. Необхідно, щоб значення базової норми витрати палива не призначалося, а розраховувалося за деякою математичною моделлю, прив'язаною до технічних параметрів автомобіля, які можна отримати із відкритих джерел.

Крім наказу Мінтрансу [3] в Україні приймалися галузеві норми витрат палива: для будівельної [4] та дорожньо-будівельної техніки [5]. Ці норми стосувалися переважно технологічних машин, норма витрати палива яких визначався через питомі ефективні показники витрати пального та потужності двигуна. Норматив [4] втратив законодавчу чинність з 1 січня 2015 року [6]. У сфері сільського чи лісового господарства нормативні акти з палива в Україні не ухвалювалися.

Методами математичного визначення витрати палива на транспорті займалися: Чудаков Є.А., Говорущенко М.Я., Маяк Н.М., Зимелев Г.В., Висоцький М.С., Сахно В.П., Токарев А.А., Фаробін Я.Є., Великанов Д.П., Фалькевича В.С. та інші вчені.

Розроблено детерміновані методи оцінки паливної економічності автомобіля на дорозі залежно від конструкції автомобілів та умов експлуатації [7]. Запропоновано спрощену модель визначення витрати через «шум прискорень» та коефіцієнт корисної дії автомобіля [8]. Наведено чотири інтерпретації математичного нормування паливно-мастильних матеріалів на автомобільному транспорті [9].

Оцінку енергетичних параметрів можна проводити експериментально. У роботах [10] наведено результати стендових випробувань двигуна на екологічні та паливні характеристики. Розглянуто особливості вимірювання витрати палива на діагностичному устаткуванні – стенді з біговими барабанами [11]. У роботі [12] вказується на те, що стандартні режими випробувань за їздовими циклами не задовольняють експлуатаційним швидкісним характеристикам, тому для окремих категорій видів транспорту необхідно розробляти індивідуальні режими.

У деяких дослідженнях наведено регресійні та багатофакторні моделі визначення витрати палива. Такі моделі прив'язані до конкретної марки автомобіля [13] або розраховані групи транспортних засобів [14].

Запропоновані математичні залежності розрахунку витрати палива та методів стендових випробувань найчастіше складні для завдання визначення базової норми витрати палива, за якою проводитиметься оперативне та довгострокове планування споживання паливно-мастильних матеріалів.

Мета та постановка задачі. Мета дослідження – розробка простої методики визначення норми витрати палива дорожньо-транспортних засобів з урахуванням питомих показників двигуна. Необхідно розв'язати такі: провести статистичну оцінку нормативних значень витрати палива; виділити фактори, що мають найбільший вплив на витрату палива; розрахувати параметри регресійної моделі; порівняти результати, отримані за емпіричною та детермінованою моделями; розробити рекомендації щодо використання моделі розрахунку витрати пального.

Регресійний аналіз впливу показників ефективності на витрату палива

Розрізняють витрати палива для транспортних засобів, що рухаються дорогами загального користування, та для спеціалізованих машин (сільськогосподарських, дорожньо-будівельних та ін.), що здійснюють технологічні операції.

Годинну витрату палива в кг/год можна визначити через ефективні показники двигуна [7] автомобіля за такою формулою:

$$G_T = q_e \cdot N_e \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

де q_e – питома ефективна витрата палива, г/кВт·год; N_e – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт; 10^{-3} – коефіцієнт переведення з грамів у кілограми.

Згідно з методикою [15] витрата палива для дорожніх та будівельних машин визначається в кг/год за формулою:

$$G_T = q_e \cdot N_e \cdot K \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

де K – інтегральний нормативний коефіцієнт зміна витрат палива залежно від режимів.

Значення інтегрального коефіцієнта визначається як добуток коефіцієнтів, які враховують: витрата палива на запуск та прогрів двигуна; використання двигуна за часом; використання потужності двигуна; зміна витрати палива залежно від рівня використання потужності двигуна; знос двигуна. Основне завдання коефіцієнта K – це узгодження швидкісних режимів q_e і N_e , оскільки їх максимальні значення відповідають різним оборотам колінчастого валу, і від зовнішньої швидкісної характеристики до частковим характеристикам, тобто експлуатаційним режимам.

На автомобільному транспорті витрата палива прийнято нормувати л/100 км. Для переведення вартового до дорожньої витрати палива можна скористатися залежністю:

$$Q = \frac{100 \cdot G_T}{V_a \cdot \rho_t}, \quad (3)$$

де V_a – швидкість автомобіля, км/год; ρ_t – щільність палива г/см³ або кг/л.

Після підстановки формули (3) у вираз (2), отримаємо шляхову витрату палива:

$$Q = \frac{10 \cdot q_e \cdot N_e \cdot K}{V_a \cdot \rho_t}. \quad (4)$$

У формулі (4) значення q_e і N_e можна отримати із довідкової літератури. Значення ρ_t можна прийняти рівним 0,76 г/см³ для бензинового двигуна та 0,84 г/см³ – для дизельного. Коефіцієнт K для дорожньої та будівельної техніки вибирається з таблиць залежно від типу машин та виду виконання робіт. Для транспортних автомобілів немає рекомендацій щодо вибору цього коефіцієнта.

У роботі [14] запропоновано статистичний метод визначення норм витрат палива, заснований на складанні регресійної моделі з тих автомобілів, для яких встановлено базову норму витрати палива в нормативах [3].

Розглянемо методику визначення коефіцієнта K на прикладі дизельних автомобілів двох типів: самоскид та сідельний тягач. Самоскиди часто використовуються в аграрній сфері для перевезення врожаю, а сідельні тягачі – у лісозаготівельному секторі для перевезення сировини. Тут дизельні двигуни зустрічаються частіше бензинових [16].

На рис. 1 та 2 наведено розподіл витрати палива в залежності від $q_e \cdot N_e$ для 25 автомобілів-самоскидів і 115 сідельних тягачів. Ці типи розглядаються окремо, оскільки у методиці [3] базова норма для самоскидів враховує половину завантаження кузова, а сідельних тягачів вага причепа і вантажу не враховується, тобто. приймається лише споряджена маса тягача.

Методом регресійного аналізу отримано коефіцієнти моделі апроксимації наступного виду:

$$y = A \cdot x, \quad (5)$$

де $y = Q$ – вихідний залежний параметр, л/100 км; $x = q_e \cdot N_e$ – вхідний незалежний параметр, г/год; A – коефіцієнт регресійної моделі.

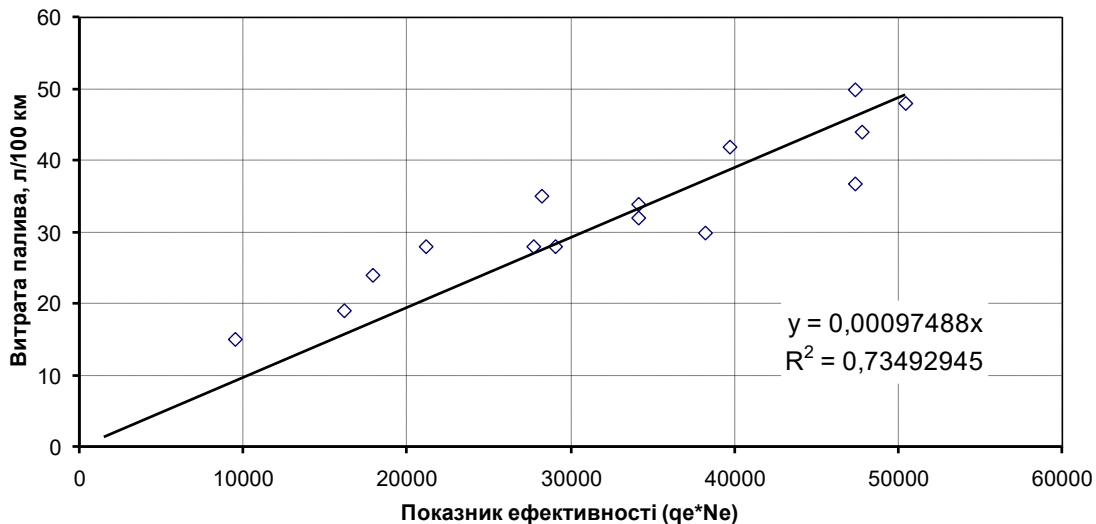


Рис. 1 – Розподіл базової норми витрати палива для самоскидів, які зазначені у [3]

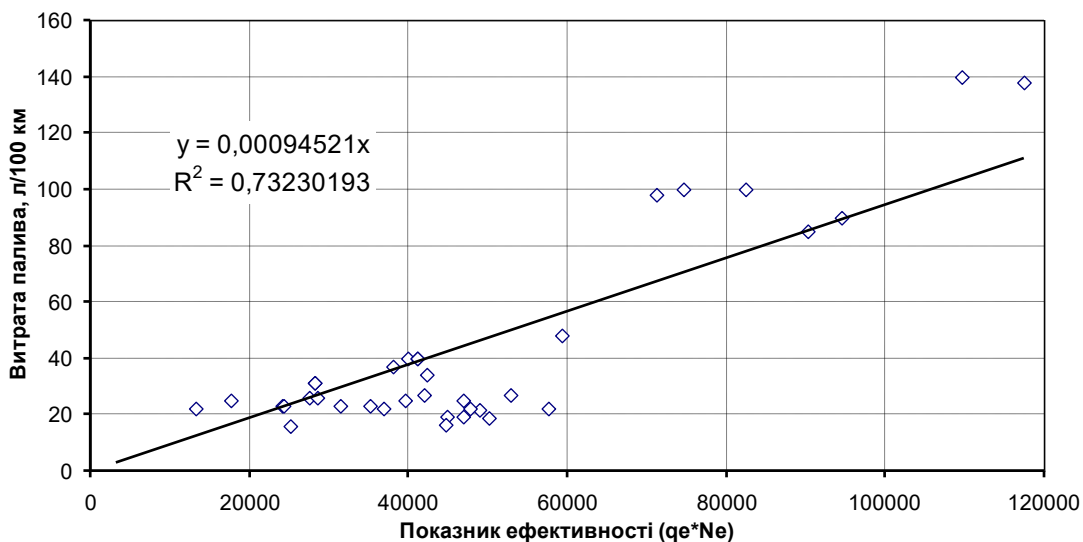


Рис. 2 – Розподіл базової норми витрати палива для сідельних тягачів, зазначених у [3]

Можна прийняти такі значення коефіцієнта A :

- для самоскидів із дизельним двигуном – $9,749 \cdot 10^{-4}$;
- для сідельних тягачів із дизельним двигуном – $9,452 \cdot 10^{-4}$.

Дані на рис. 1 та рис. 2 розріджені, за одним значенням на кожен марку автомобілів. На рисунках наведено формулу регресійної моделі та значення коефіцієнта детермінації, що

показує кореляційний зв'язок значення коефіцієнта A для самоскидів та сідельних тягачів, відливається трохи більше 3 %, тому можна не розділяти ці типи транспортних засобів, а значення A приймати середнім арифметичним $-9,6 \cdot 10^{-4}$.

Знаючи коефіцієнт A можна перейти до значення K за наступною формулою:

$$K = 0,1 \cdot A \cdot V_a \cdot \rho_t \quad (6)$$

Дослідженнями [8] встановлено, що норми витрати палива у наказі [3] відповідає групі доріг між 2 та 3 категоріями. Для цих умов середню швидкість вантажного автомобіля можна приймати 50 км/год. Тоді, з урахуванням щільності палива та швидкості, значення K можна прийняти наступним:

$$K = 0,1 \cdot 9,6 \cdot 10^{-4} \cdot 50 \cdot 0,84 = 4,03 \cdot 10^{-3} \quad (6)$$

Перевірка результатів за детермінованою моделлю. Перевіримо збіжність отриманої моделі (4) з іншою методикою [8], в якій витрата палива для автомобілів з дизельним двигуном визначається за такою загальною формулою:

$$Q = \frac{\frac{381 \cdot V_h \cdot i_0 \cdot i_k}{r_k} + \frac{11 \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0^2 \cdot i_k^2 \cdot V_a}{r_k^2} + \frac{100}{\eta_{mp}} \cdot (9,81 \cdot M_a \cdot \psi + 0,038 \cdot C_x \cdot B_a \cdot H_a \cdot V_a^2)}{\eta_i \cdot H_n \cdot \rho_t}, \quad (7)$$

де V_h – робочий об'єм двигуна, л; i_0 – передавальне число головної передачі; r_k – радіус колеса, м; i_k – передавальне число коробки передач; S_n – хід поршня, м; η_{mp} – коефіцієнт корисної дії трансмісії; M_a – маса автомобіля, кг; ψ – коефіцієнт сумарного дорожнього опору; C_x – аеродинамічний коефіцієнт; B_a – ширина автомобіля, м; H_a – висота автомобіля, м; η_i – індикаторний коефіцієнт корисної дії двигуна; H_n – нижча теплота згорання, кДж/кг.

Вирішуючи завдання нормування палива значення деяких показників, що входять до формули (7), можна прийняти такими для всіх автомобілів з дизельним двигуном: $V_a = 50$ км/год, $\eta_i = 0,5$, $H_n = 43000$ кДж/кг, $i_k = 2$, $\psi = 0,02$, $\rho_t = 0,84$ г/см³.

Тоді формула (7) набуде вигляду:

$$Q = \frac{0,041 \cdot V_h \cdot i_0}{r_k} + \frac{0,122 \cdot V_h \cdot S_n \cdot i_0^2}{r_k^2} + \frac{0,0055}{\eta_{mp}} \cdot (0,196 \cdot M_a + 95 \cdot C_x \cdot B_a \cdot H_a). \quad (8)$$

Інші показники приймаються з технічних даних на автомобіль.

Розрахуємо норму витрати палива для сідельного тягача HOWO A7 ZZ4327S3247C. Для цього автомобіля відсутні дані про базову норму витрати палива у положенні [3].

З довідкової літератури виберемо такі показники для сідельного тягача HOWO A7 ZZ4327S3247C: $q_e = 193$ г/кВт·год і $N_e = 196$ кВт, а також: $V_h = 9,7$ л, $i_0 = 5,8$, $r_k = 0,51$ м, $S_n = 0,13$ м, $\eta_{mp} = 0,91$, $M_a = 7250$ кг, $C_x = 0,55$, $B_a = 2,5$ м, $H_a = 3,7$ м.

Розрахуємо витрату палива за формулою (4), що складе:

$$Q = \frac{10 \cdot 193 \cdot 196 \cdot 4,03 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 0,84} = 36,3 \text{ л/100 км.}$$

Розрахуємо витрату палива за формулою (8), що складе:

$$Q = \frac{0,041 \cdot 9,7 \cdot 5,8}{0,51} + \frac{0,122 \cdot 9,7 \cdot 0,13 \cdot 5,8^2}{0,51^2} + \frac{0,0055}{0,91} \cdot (0,196 \cdot 7250 + 95 \cdot 0,5 \cdot 2,5 \cdot 3,7) = 36,4 \text{ л/100 км.}$$

Відхилення відповідає $\pm 0,1$ л/100 км або 0,3 %.

Формула (4) дозволяє розрахувати норму витрати палива при різних значеннях середньої швидкості автомобіля. Так, за швидкості 20 км/год витрата палива автомобіля HOWO A7 ZZ4327S3247C за формулою (4) становитиме 90,7 л/100 км, тобто більше у 2,5 рази. Згідно з методикою [3] при русі автомобіля по полях та лісових ділянках дозволяє збільшити витрату палива тільки на 20 %.

Висновки. Проведені дослідження показали, що базову норму витрати палива тих автомобілів, інформація про які відсутня у нормативах [3], можна приблизно розрахувати за формулою (4). Інтегральний коефіцієнт, що бракує, зміну витрати палива в залежності від режимів роботи автомобіля можна визначити за формулою (6).

У роботі отримано значення інтегрального коефіцієнта для рухомого складу, який широко використовується в аграрному та лісозаготівельному секторі: для дизельних автомобілів-самоскидів та сідельних тягачів. Для автомобіля HOWO A7 ZZ4327S3247C відхилення норм витрати палива, отриманих за двома методиками, становило 0,3 %. Що показує хорошу збіжність результатів.

Подана методика та алгоритм розрахунку базової норми витрати палива може бути використана на підприємствах, на балансі яких знаходяться автомобілі, відомості про які відсутні у наказі № 43 Мінтрансу України [3].

Запропонована математична модель розрахунку витрати пального більш чутлива до зміни середньої швидкості автомобіля, ніж це передбачено в положенні [3], тому її можна ефективніше використовувати в складних умовах експлуатації, характерних для аграрного та лісозаготівельного сектора.

Список літератури:

1. Сохацький А. В. Динаміка автомобільних та інших транспортних засобів. Ч. 1. Тягово-швидкісні властивості автотранспортних засобів. Паливна економічність: *навч. посібник* / А. В. Сохацький, О. В. Трофімов, О. Д. Фірсов. – Дніпро: Університет митної справи та фінансів, 2018. – 56 с.
2. Говорущенко Н.Я. Економия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте: *учебн. пособ.* / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.
3. Норми витрат палива і мастильних матеріалів на автомобільному транспорті. – 3-я ред., доп. та переробл. / *Нормативний документ, затверджений Міністерством інфраструктури України 07.10.2011.* – Київ: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2012. – 120 с.
4. ДБН В.2.В-12-2000. Типовые нормы расхода топлива и смазочных материалов для эксплуатации техники в строительстве / Научно-исследовательский институт строительного производства Госстроя Украины. – Режим доступа: https://dnaor.com/html/34212/doc-ДБН_В.2.В-12-2000.
5. Норми витрат паливно-мастильних матеріалів на роботу дорожньо-будівельних та спеціальних машин Н218. "Укравтодор" 043-96 / Верховна Рада України - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0156625-96>.
6. Наказ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України № 302 від 04.11.2014 – Режим доступу: <https://docs.dtkr.ua/download/pdf/1041.65057.1>
7. Говорущенко Н. Я., Туренко А. Н. Системотехника транспорта (на примерах автомобильного транспорта). // В 2-х частях. – Харьков: РИО ХГАДТУ, 1998. – Т. 1. – 255 с.; – Т. 2 – 219 с.
8. Говорущенко Н.Я., Кривошапов С.И. Новая методика нормирования расхода топлива транспортных машин (метод четырех КПД) // *Автомобильный транспорт: Сб. науч. тр.* – Харьков: ХНАДУ. – 2004. – № 15. – С. 31-34.
9. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований). – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2011. – 323 с.
10. Плотников С.А., Бузиков Ш.В., Атаманюк В.Ф. Исследование показателей работы дизеля с термофорсированием // *Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки».* – 2015. – №2.
11. Горбик Ю.В. Визначення енергетичних характеристик автомобіля на стенді з біговими барабанами // *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів.* – № 13. – 2018. – С. 231-235.
12. Тарасик В.П., Пузанова О.В. Методика моделирования ездового цикла автомобиля // *Вестник Белорусского университета.* – 2019. – №4 (65). – С. 75-86.
13. Грубель М.Г. Багатофакторна оцінка та нормування паливної економічності вантажних автомобілів: *Автореф. ... канд. техн. наук: 05.22.02.* – Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2007. – 19 с.
14. Кривошапов С.И. Определение нормы расхода топлива грузовых автомобилей статистическим методом / С.И. Кривошапов // *Вісник ХНТУСГ.* – Харків: ХНТУСГ, 2017. – С. 144-149. - («Деревооброблювальні технології та системотехніка лісового комплексу», «Транспортні технології»)
15. ВСН 417-81 Инструкция по нормированию расхода дизельного топлива, бензина и электроэнергии на работу строительно-монтажных машин и механизмов. // *Помощь по ГОСТам.* – Режим доступа: <http://www.gosthelp.ru/text/VSN41781Instrukciyaponorm.html>.

16. Современные проблемы науки и производства в агроинженерии: Учебник / Под ред. А.И. Завражнова. – СПб.: Издательство «Лань», 2021. – 496 с.

References (transliterated):

1. Sohac'kij A. V. Dinamika avtomobil'nih ta inshih transportnih zasobiv. Ch. 1. Tjagovo-shvidkisini vlastivosti avtotransportnih zasobiv. Palivna ekonomichnist' : navch. posibnik / A. V. Sohac'kij, O. V. Trofimov, O. D. Firsov. – Dnipro : Universitet mitnoї spravi ta finansiv, 2018. – 56 p.
2. Govorushhenko N.Ja. Jekonomija topliva i snizhenie toksichnosti na avtomobil'nom transporte: uchebn. posob. / N.Ja. Govorushhenko. – M.: Transport, 1990. – 135 p.
3. Normi vitrat paliva i mastil'nih materialiv na avtomobil'nomu transporti. – 3-ja red., dop. ta pererobl. / Normativnij dokument, zatverdzenij Ministerstvom infrastrukturi Ukraїni 07.10.2011. – Kiїv: DP «DerzhavtotransNDIproekt», 2012. – 120 p.
4. DBN V.2.V-12-2000. Tipovye normy rashoda topliva i smazochnyh materialov dlja jekspluatacii tehnik v stroitel'stve / Nauchno-issledovatel'skij institut stroitel'nogo proizvodstva Gosstroja Ukrainy. – Rezhim dostupa: https://dnaop.com/html/34212/doc-DBN_V.2.V-12-2000.
5. Normi vitrat palivno-mastil'nih materialiv na robotu dorozhn'o-budivel'nih ta special'nih mashin N218. "Ukravtodor" 043-96 / Verhovna Rada Ukraїni - URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0156625-96>.
6. Nakaz Ministerstvo regional'nogo rozvitku, budivnictva ta zhitlovo-komunal'nogo gospodarstva Ukraїni № 302 vid 04.11.2014 – URL: <https://docs.dtk.ua/download/pdf/1041.65057.1>
7. Govorushhenko N. Ja., Turenko A. N. Sistemotehnika transporta (na primerah avtomobil'nogo transporta). // V 2-h chastjah. – Har'kov: RIO HGADTU, 1998. – T. 1 – 255 p.; – T. 2 – 219 p.
8. Govorushhenko N.Ja., Krivoschapov S.I. Novaja metodika normirovanija rashoda topliva transportnyh mashin (metod chetyreh KPD) // Avtomobil'nyj transport: Sb. nauch. tr. - Har'kov: HNADU. - 2004. - № 15. – P. 31-34.
9. Govorushhenko N.Ja. Sistemotehnika avtomobil'nogo transporta (raschetnye metody issledovanij). - Har'kov: Izd-vo HNADU, 2011. - 323 p.
10. Plotnikov S.A., Buzikov Sh.V., Atamanjuk V.F. Issledovanie pokazatelej raboty dizelja s termoforsirovaniem // Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo universiteta. Serija «Sel'skohozjajstvennye nauki. Jekonomicheskie nauki». - 2015. - №2.
11. Gorbik Ju.V. Vznachennja energetichnih karakteristik avtomobilja na stendi z bigovimi barabanami // Tehnichnij servis agropromislovogo, lisovogo ta transportnogo kompleksiv. – № 13. – 2018. – P. 231-235.
12. Tarasik V.P., Puzanova O.V. Metodika modelirovanija ezdovogo cikla avtomobilja // Vestnik Belorusskogo universiteta. – 2019. – №4 (65). – P. 75-86.
13. Grubel' M.G. Bagatofaktorna ocinka ta normuvannja palivnoї ekonomichnosti vantazhnih avtomobiliv: Avtoref. ... kand. tehn. nauk: 05.22.02. – L'viv: Nacional'nij universitet "L'vivs'ka politehnika", 2007. – 19 p.
14. Krivoschapov C.I. Opredelenie normy rashoda topliva gruzovyh avtomobilej statisticheskim metodom / C.I. Krivoschapov // Visnik HNTUSG. – Harkiv: HNTUSG, 2017. – P. 144-149. - («Derevoobroblyval'ni tehnologii ta sistemotehnika lisovogo kompleksu», «Transportni tehnologii»)
15. VSN 417-81 Instrukcija po normirovaniju rashoda dizel'nogo topliva, benzina i jelektroenergii na rabotu stroitel'no-montazhnyh mashin i mehanizmov. // Pomosh' po GOSTam. – URL: <http://www.gosthelp.ru/text/VSN41781Instrukciyaponorm.html>.
16. Sovremennye problemy nauki i proizvodstva v agroinzhenerii: Uchebnik / Pod red. A.I. Zavrzhnova. – SPb.: Izdatel'stvo «Lan'», 2021. – 496 p.

Надійшла (received) 02.12.2022

Відомості про авторів / About the Authors

Кривошанов Сергій Іванович (Krivoschapov Sergey) – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри «Технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенко М.Я.», м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4605-6790>; e-mail: keat@khadi.kharkov.ua

Назаров Олександр Іванович (Nazarov Alexander) – кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри «Технічної експлуатації та сервісу автомобілів ім. проф. Говорущенко М.Я.», м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9214-7506>; e-mail: hefer64@gmail.com

Сергієнко Микола Єгорович (Sergienko Nikolay) – кандидат технічних наук, доцент, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», професор кафедри «Автомобіле- і тракторобудування»; м. Харків, Україна; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5168-1924>; e-mail: nesergienko@gmail.com