

ДО ОБГРУНТУВАННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ВИТРАТИ ПАЛИВА ТА ПЕРІОДУ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ З ДИЗЕЛЕМ

Сахно В.П., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, sakhno@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Савостін-Косяк Д.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна, daniel_s@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8795-5939

Кудашева В.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна, inkermanw@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4447-2072

JUSTIFICATION OF THE CORRELATION BETWEEN THE FUEL CONSUMPTION AND THE OPERATIONAL PERIOD FOR DIESEL CITY BUSES

Sakhno V.P., Doctor of Science in Technology, National Transport University, Kyiv, Ukraine, sakhno@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Savostin-Kosiak D.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine, daniel_s@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8795-5939

Kudasheva V.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine, inkermanw@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4447-2072

К ОБОСНОВАНИЮ ВЗАИМОСВЯЗИ РАСХОДА ТОПЛИВА И ПЕРИОДА ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОДСКИХ АВТОБУСОВ С ДИЗЕЛЕМ

Сахно В.П., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина, sakhno@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Савостин-Косяк Д.А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина, daniel_s@ukr.net, orcid.org/0000-0002-8795-5939

Кудашева В.А. Национальный транспортный университет, Киев, Украина, inkermanw@gmail.com, orcid.org/0000-0002-4447-2072

Постановка проблеми.

Пасажирський 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.

Автомобільний транспорт став одним з основних та найбільш поширених засобів пасажирських перевезень в країні. Даний вид перевезень, здебільшого, здійснюється автобусами та легковими автомобілями на міських та міжміських маршрутах. За даними державної служби статистики України, близько 50% всіх пасажирських перевезень здійснюється саме автомобільним транспортом [1].

Автомобільний транспорт є основним споживачем енергетичних ресурсів. Станом на 2017 рік, понад 75% нафтопродуктів споживається транспортною галуззю. З них понад 96% – 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 країнах ЄС цей показник становить 20...25% [4]. Тому питання раціонального використання енергетичних ресурсів, зокрема на автомобільному транспорті є вкрай важливим для нашої країни.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Паливною економічністю називають сукупність властивостей, які визначають витрату палива при виконанні автомобілем транспортної роботи в різних умовах експлуатації [5]. Основною одиницею вимірювання паливної економічності автомобіля в нашій країні і більшості європейських країн є витрата палива в літрах на 100 км пройденого шляху (шляхова витрата) Q_s л.

Роботи, присвячені дослідженням паливної економічності автомобілів, з урахуванням режимів руху, можна розподілити за наступними напрямками:

- дослідження при різних режимах руху;
- розробка методів оцінки паливної економічності;

- дослідження впливу різних чинників на витрату палива в період експлуатації;
- підвищення паливної економічності автомобіля [6].

Дослідження, приведені в роботі [7], показали, що основними факторами, які впливають на середню шляхову витрату палива є: дорожні умови, маса автомобіля, питома потужність, тип двигуна, пробіг автомобіля з початку експлуатації. У той же час, згідно з дослідженнями Національного університету Сінгапуру, прослідковується стійка залежність зміни шляхової витрати палива від сумарного пробігу транспортного засобу, яка досить точно описується поліномом другого ступеня [8]. Найбільш раціональним поясненням даному явищу є зміни технічного стану транспортного засобу, які відбуваються у результаті його експлуатації. В роботі [9] обґрунтовані загальні тенденції зміни технічного стану транспортного засобу з часом, які, за близьких до однакових умов експлуатації, найбільш характерно проявляються в обсязі спожитого ним палива.

Невирішені раніше частини загальної проблеми.

Найбільш детально питання витрати палива дослідженні на усталених режимах руху. Достатньо детально розглянуто питання шляхів підвищення паливної економічності та розробки методів її оцінки. Проте питання встановлення математичних залежностей витрати палива міськими автобусами з дизелем від періоду його експлуатації залишається не вирішеним.

Мета: Встановити залежність витрати палива від періоду експлуатації для міських автобусів з дизелем на основі експериментальних даних.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Збір статистичної інформації щодо витрати палива та загального періоду експлуатації міських автобусів з дизелем проводився на базі АП №2 м. Києва. Об'єктами експериментальних досліджень були 41 автобус МАЗ 203.065, 2011...2012 років випуску, (рис. 1) з серійним рядним шестициліндровим двигуном Daimler OM 906 hLa EURO 3, з рідинною системою охолодження, гідромеханічною трансмісією Voith Diwa D 851.3E та 26 автобусів МАЗ 203.069, 2017...2018 років випуску, (рис. 2) з серійним рядним шестициліндровим двигуном Daimler OM 906 hLa EURO 5, рідинною системою охолодження та гідромеханічною трансмісією ZF 6HP 502C.



Рисунок 1 – Автобус МАЗ 203.065, бортовий номер 1743

Figure 1 – Bus MAZ 203.065, board number 1743



Рисунок 2 – Автобус МАЗ 203.069, бортовий номер 8205

Figure 2 – Bus MAZ 203.069, board number 8205

Усі досліджувані автобуси було об'єднано в групи, у відповідності до початку їх експлуатації. Розподіл автобусів по групах наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Розподіл автобусів по групах
Table 1 – Distribution of buses by groups

Модель	Початок експлуатації	Номер групи	Модель	Початок експлуатації	Номер групи
МАЗ-203.065	Листопад 2011 – Лютий 2012	1	МАЗ-203.069	Лютий 2017	4
МАЗ-203.065	Березень 2012 – Квітень 2012	2	МАЗ-203.069	Вересень 2017 – Жовтень 2017	5
МАЗ-203.065	Червень 2012 – Грудень 2012	3	МАЗ-203.069	Січень 2018	6

Дослідження проводилось продовж 18 місяців: з січня 2017 року по липень 2018. Зібрані дані було проаналізовано по кількості рейсів на різних маршрутах (рис. 3).

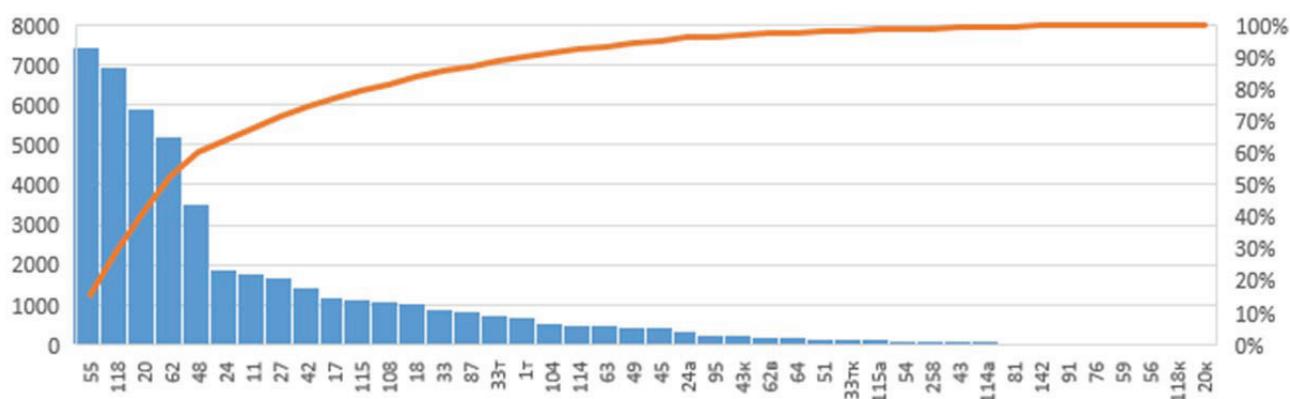


Рисунок 3 – Розподіл кількості рейсів по маршрутах за дослідний період
Figure 3 – Distribution of the journeys' number on routes for the research period

Як видно з графіку, більшість рейсів було здійснено на маршрутах №55, №118, №20 та №62, тому залежності витрати палива від терміну експлуатації було визначати саме на цих маршрутах.

В табл. 2 представлено дані по витраті палива, залежно від кількості місяця, що автобус перебуває в експлуатації. Значення 0 в колонці «Місяців в експлуатації» відповідає першому місяцю експлуатації.

Таблиця 2 – Витрата палива, залежно від кількості місяців в експлуатації
Table 2 – Fuel consumption, depending on the operational months

Місяців в експлуатації	Витрата палива, л/100км	Місяців в експлуатації	Витрата палива, л/100км	Місяців в експлуатації	Витрата палива, л/100км	Місяців в експлуатації	Витрата палива, л/100км
Маршрут №55		Маршрут №118		Маршрут №20		Маршрут №62	
0	39,74	0	38,5	0	38,23	0	40,21
3	41,00	4	38,8	2	38,89	1	40,63
4	39,89	6	38,5	4	38,51	3	41,20
5	40,66	7	39,08	8	38,75	4	40,59
8	40,85	12	39,34	9	38,84	8	40,40
15	40,98	59	42,5	10	39,26	15	41,55
53	42,94	59	42,4	53	43,14	49	43,80
59	43,97	62	42,64	58	42,12	56	44,07
60	43,97	62	42,3	60	42,1	57	44,32
61	43,67	62	42,96	61	41,9	58	44,48
62	44,31	63	41,75	62	42,99	59	44,29
63	44,28	64	42,1	63	42,62	61	44,04
64	43,59	64	42,15	66	41,9	62	44,74
65	43,36	65	42,69	67	41,73	63	44,92
66	43,65	67	42,4	68	43,04	64	43,81
67	44,24	70	42,6	71	41,9	65	43,89
73	43,24	73	42,42	73	42,34	66	43,75
74	44,86	74	42,88	74	43,6	67	44,18
75	44,04	75	42,51	75	42,45	71	44,81
76	43,2	76	42,4	76	43,5	73	44,17
78	43,56	79	42,57	77	42,18	76	44,35

На рис. 3 – 6 наведено графічні залежності витрати палива від кількості місяців в експлуатації, а в табл. 3 представлено поліноміальні залежності. Також, визначено відсоток розбіжності між значенням витрати палива в перший місяць експлуатації та значенням у початковій точці кривої (при $x = 0$).

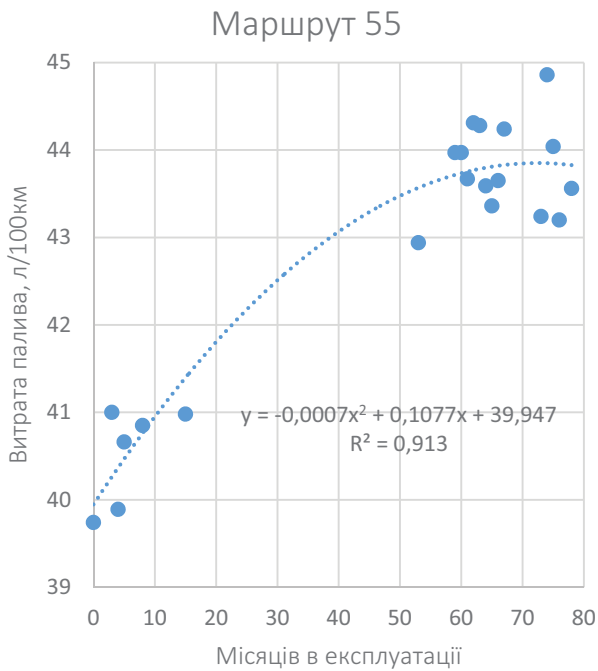


Рисунок 4 – Витрата палива від терміну експлуатації. Маршрут №55
Figure 4 – Fuel consumption depending of the operation period. Route number 55

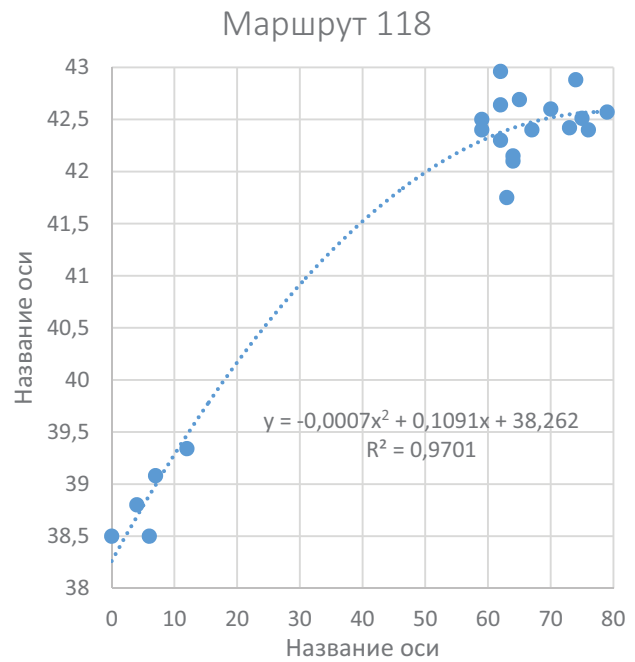


Рисунок 5 – Витрата палива від терміну експлуатації. Маршрут №118
Figure 5 – Fuel consumption depending of the operation period. Route number 118

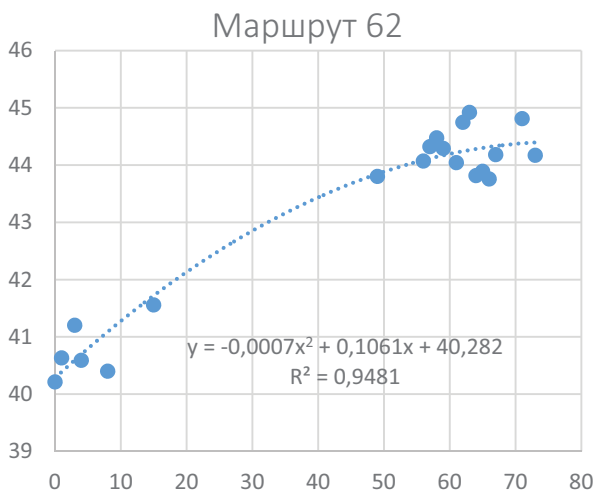


Рисунок 6 – Витрати палива від терміну експлуатації. Маршрут №62
Figure 6 – Fuel consumption depending of the operation period. Route number 62

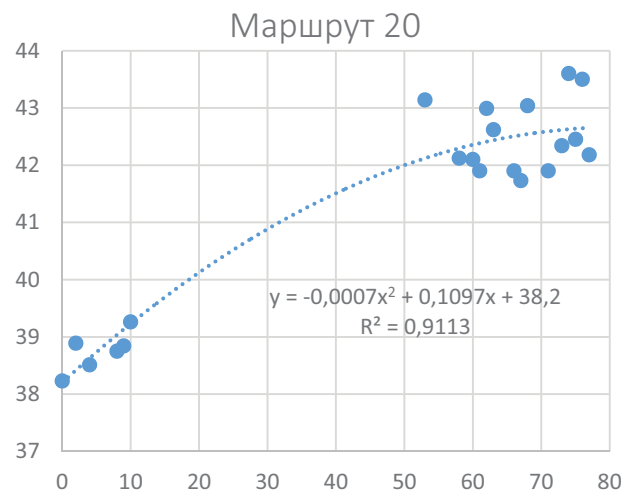


Рисунок 7 – Витрати палива від терміну експлуатації. Маршрут №20
Figure 7 – Fuel consumption depending of the operation period. Route number 20

Таблиця 3 – Поліноміальні залежності витрати палива від кількості місяців в експлуатації
Table 3 – Polynomial equations of the fuel consumption depending on operational months

Маршрут	Рівняння	Точність апроксимації	Q_{s0}	$Q_s(0)-Q_{s0}$	$\Delta Q_s, \%$
55	$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot T_e^2 + 0,1077 \cdot T_e + 39,95$	0,9131	39,74	0,21	0,53
118	$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot T_e^2 + 0,1091 \cdot T_e + 38,26$	0,9701	38,5	-0,24	0,63
62	$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot T_e^2 + 0,1061 \cdot T_e + 40,28$	0,9481	40,21	0,07	0,17
20	$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot T_e^2 + 0,1097 \cdot T_e + 38,20$	0,9113	38,23	-0,03	0,08

де $Q_s(T_e)$ – витрата палива залежно від кількості місяців в експлуатації, л/100 км;
 T_e – термін експлуатації в місяцях;
 Q_{s0} – витрата палива в перший місяць експлуатації, л/100 км.

Як видно, рівняння мають однаковий коефіцієнт a та досить близькі значення коефіцієнта b . В той же час, коефіцієнт c практично рівний початковій витраті палива Q_{s0} при експлуатації на певному маршруті. З цього можна зробити висновок, що в загальному вигляді, рівняння залежності витрати палива від терміну експлуатації для всіх маршрутів матиме вигляд:

$$Q_s(T_e) = -0,0007 \cdot T_e^2 + 0,11 \cdot T_e + Q_{s0} \quad (1)$$

Також, оскільки характер зміни кривої однаковий для всіх чотирьох випадків, на що вказує подібність коефіцієнтів поліноми a та b , а різниця лише в її початковій точці, то можна зробити висновок, що залежність (1) доцільно використати для визначення коефіцієнту коригування норми витрати палива за терміном експлуатації, який позначимо k_T :

$$k_T = (-0,0007 \cdot T_e^2 + 0,11 \cdot T_e + Q_{s0}) / Q_{s0} = 1 + (-0,0007 \cdot T_e^2 + 0,11 \cdot T_e) / Q_{s0} \quad (2)$$

Тоді витрата палива в певний місяць експлуатації буде визначатись за формулою:

$$Q_s = Q_{s0} \cdot k_T \quad (3)$$

В таблиці 4 наведені результати розрахунків витрати палива за рівнянням (1), визначено коефіцієнти корегування для відповідної кількості місяців експлуатації та визначені коефіцієнти детермінації для значень, отриманих за рівнянням (1) та (3).

Таблиця 4 – Результати розрахунків
Table 4 – Results of calculations

T_e	Q_{s_exc}	$Q_s(T_e)$	R^2 для $Q_s(T_e)$	k_T	$Q_{s0} \cdot k_T$	R^2 для $Q_{s0} \cdot k_T$	T_e	Q_{s_exc}	$Q_s(T_e)$	R^2 для $Q_s(T_e)$	k_T	$Q_{s0} \cdot k_T$	R^2 для $Q_{s0} \cdot k_T$
Маршрут №55							Маршрут №118						
0	39,74	39,74	0,896	1,000	39,74	0,894	0	38,50	38,50	0,941	1,000	38,50	0,942
3	41,00	40,06		1,008	40,06		4	38,8	38,93		1,011	38,92	
4	39,89	40,17		1,011	40,18		6	38,50	39,13		1,016	39,12	
5	40,66	40,27		1,013	40,26		7	39,08	39,24		1,019	39,23	
8	40,85	40,58		1,021	40,57		12	39,34	39,72		1,032	39,73	
15	40,98	41,23		1,038	41,25		59	42,5	42,55		1,105	42,54	
53	42,94	43,60		1,097	43,59		59	42,40	42,55		1,105	42,54	
59	43,97	43,79		1,102	43,79		62	42,64	42,63		1,107	42,62	
60	43,97	43,82		1,103	43,83		62	42,3	42,63		1,107	42,62	
61	43,67	43,85		1,103	43,83		62	42,96	42,63		1,107	42,62	
62	44,31	43,87		1,104	43,87		63	41,75	42,65		1,108	42,66	
63	44,28	43,89		1,104	43,87		64	42,10	42,67		1,108	42,66	
64	43,59	43,91		1,105	43,91		64	42,15	42,67		1,108	42,66	
65	43,36	43,93		1,105	43,91		65	42,69	42,69		1,109	42,70	
66	43,65	43,95		1,106	43,95		67	42,40	42,73		1,11	42,74	
67	44,24	43,97		1,106	43,95		70	42,6	42,77		1,111	42,77	
73	43,24	44,04		1,108	44,03		73	42,42	42,80		1,112	42,81	
74	44,86	44,05		1,108	44,03		74	42,88	42,81		1,112	42,81	
75	44,04	44,05		1,109	44,07		75	42,51	42,81		1,112	42,81	
76	43,2	44,06		1,109	44,07		76	42,40	42,82		1,112	42,81	
78	43,56	44,06	1,109	44,07	79	42,57	42,82	1,112	42,81				

Продовження таблиці 4

Маршрут №20						Маршрут №62							
0	38,23	38,23	0,904	1,000	38,23	0,905	0	40,21	40,21	0,942	1,000	40,21	0,941
2	38,89	38,45		1,006	38,46		1	40,63	40,32		1,003	40,33	
4	38,51	38,66		1,011	38,65		3	41,20	40,53		1,008	40,53	
8	38,75	39,07		1,022	39,07		4	40,59	40,64		1,011	40,65	
9	38,84	39,16		1,024	39,15		8	40,40	41,05		1,021	41,05	
10	39,26	39,26		1,027	39,26		15	41,55	41,70		1,037	41,70	
53	43,14	42,09		1,101	42,09		49	43,80	43,92		1,092	43,91	
58	42,12	42,26		1,105	42,24		56	44,07	44,17		1,099	44,19	
60	42,10	42,31		1,107	42,32		57	44,32	44,21		1,099	44,19	
61	41,90	42,34		1,107	42,32		58	44,48	44,24		1,100	44,23	
62	42,99	42,36		1,108	42,36		59	44,29	44,26		1,101	44,27	
63	42,62	42,38		1,109	42,40		61	44,04	44,32		1,102	44,31	
66	41,90	42,44		1,110	42,44		62	44,74	44,34		1,103	44,35	
67	41,73	42,46		1,111	42,47		63	44,92	44,36		1,103	44,35	
68	43,04	42,47		1,111	42,47		64	43,81	44,38		1,104	44,39	
71	41,90	42,51		1,112	42,51		65	43,89	44,40		1,104	44,39	
73	42,34	42,53		1,112	42,51		66	43,75	44,42		1,105	44,43	
74	43,60	42,54	1,113	42,55	67	44,18	44,44	1,105	44,43				
75	42,45	42,54	1,113	42,55	71	44,81	44,49	1,106	44,47				
76	43,50	42,55	1,113	42,55	73	44,17	44,51	1,107	44,51				
77	42,18	42,55	1,113	42,55	76	44,35	44,53	1,107	44,51				

$Q_{s, \text{екс}}$ – експериментальні значення шляхової витрати палива

R^2 – коефіцієнти детермінації

Висновки. Витрата палива залежно від терміну експлуатації для міських автобусів з дизелем досить точно описується поліномом другого ступеня. При чому, характер зміни кривої практично ідентичний для всіх досліджуваних маршрутів, а значення витрати палива у початковій точці кривої (при $T_e = 0$) відповідає витраті палива у перший місяць експлуатації. Виходячи з цього, було запропоновано рівняння для визначення коригувального коефіцієнту k_T , який враховує збільшення витрати палива зі збільшенням терміну експлуатації та встановлено, що коефіцієнт детермінації при його використанні становить $R^2 = 0,894 \dots 0,942$. Даний коефіцієнт рекомендується використовувати при нормуванні витрат палива для автотранспортних підприємств, зокрема автобусних парків, які здійснюють міські пасажирські перевезення.

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://6pl.ru/Vlad_st/zp.htm. – Дата звернення: 12.03.17. – Назва з екрану.
5. 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.
6. Говорущенко Н.Я. Экономия топлива и снижение токсичности на автомобильном транспорте / Н.Я. Говорущенко. – М.: Транспорт, 1990. – 135 с.
7. Шарай С.М. Оценка топливной экономичности автомобилей с использованием статистических характеристик дорожных условий: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.05.03 / Шарай С.М. – К.: КАДИ, 1990. – 21 с.
8. W. Ang, T.F. Fwa, & C.K. Poh (1991) A Statistical Study On Automobile Fuel Consumption – Energy, Vol. 16, No. 8, pp. 1067-1077.
9. Іванушко О.М. До обґрунтування взаємозв'язку між витратою палива та технічним станом транспортних засобів на прикладі міських автобусів з дизелем / О.М. Іванушко, Д.О. Савостін-Косяк /

Systemy i Srodki Transportu Samochodowego. Wybrane Zagadnienia : Monografia / pod redakcja naukowa Kazimierza Lejdy. – Seria Transport № 7. – Rzeszów: Politehnika Rzeszowska, 2016. – С. 237–246.

REFERENCES

1. Ekonomichna statystyka. Ekonomichna diialnist. Transport [Economic statistics. Economic activity. Transport]. (n.d.). *ukrstst.gov.ua*. Retrieved from: <http://www.ukrstst.gov.ua>. [in Ukrainian].
2. Enerhetychnyi balans Ukrainy [Energy balance of Ukraine] (n.d.). *ukrstst.gov.ua*. Retrieved from: <http://www.ukrstst.gov.ua>. [in Ukrainian].
3. Govoruschenko N.Ya. & Varfolomeev V.N. (2000) Ekonomicheskaya kibernetika transporta [*Economic Cybernetics of Transport*]. Harkov: RIO HGADTU [in Russian].
4. Demidov N. Avtomobilnyie gruzovyie perevozki. Struktura sostavlyayuschih sebestoimosti avtoperevozok [Road freight transport. The structure of the components of the cost of road transport]. *Zhurnal «Ekspert»* ["Expert" magazine]. Retrieved from: http://6pl.ru/Vlad_st/zp.htm [in Russian].
5. Litvinov A. C., Farobin Ya. E. (1989) Avtomobil: Teoriya ekspluatatsionnyih svoystv: Uchebnik dlya vuzov po spetsialnosti «Avtomobili i avtomobilnoe hozyaystvo» [*Automobile: Theory of operational properties: A textbook for universities in the specialty "Automobiles and automobile economy"*] / Moskow : Mashinostroenie [in Russian].
6. Govoruschenko N.Ya. (1990) Ekonomiya topliva i snizhenie toksichnosti na avtomobilnom transporte [*Fuel save and toxicity reduction in road transport*]. Moskow.: Transport [in Russian].
7. Sharai S.M. (1990) Otsenka toplivnoy ekonomichnosti avtomobiley s ispolzovaniem statisticheskikh harakteristik dorozhnyih usloviy: avtoref. dis. na soiskanie nauchn. stepeni kand. tehn. nauk: spets. 05.05.03 [Evaluation of the fuel economy of cars using the statistical characteristics of road conditions: the author's abstract on the degree of candidate of technical sciences: specialty 05.05.03]. K.: KADI [in Russian].
8. B.W. Ang, T.F. Fwa, & C.K. Poh (1991) A Statistical Study On Automobile Fuel Consumption – Energy, Vol. 16, No. 8, pp. 1067-1077 [in English].
9. Ivanushko O.M. SavostIn-Kosyak D.O. (2018) Do obgruntuvannya vzaemozvyazku mizh vitratoyu paliva ta tehničnim stanom transportnih zasobiv na prikladi miskih avtobusiv z dizelem [To substantiate the relationship between fuel consumption and technical condition of vehicles on the example of city buses with diesel]. *Systemy i Srodki Transportu Samochodowego. Wybrane Zagadnienia: Monografia*. Seria Transport, Vol. 7. – Rzeszow: Rzeszow University of Technology, pp. 237–246 [in Ukrainian].

РЕФЕРАТ

Сахно В. П. До обґрунтування взаємозв'язку витрати палива та періоду експлуатації міських автобусів з дизелем / В.П. Сахно, Д.О. Савостін-Косяк, В.О. Кудашева // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник – К.: НТУ, 2019. – Вип. 1(43).

У статті розглянуті питання збільшення шляхової витрати палива міських автобусів з дизелем залежно від терміну перебування їх у експлуатації.

Предметом дослідження є витрата палива міських автобусів з дизелем.

Об'єктом дослідження є взаємозв'язок витрати палива міськими автобусами в залежності від періоду їх експлуатації.

Метою статті є встановлення залежності витрати палива від періоду експлуатації для міських автобусів з дизелем на основі експериментальних даних.

Методи дослідження – апроксимація експериментальних даних, математичне моделювання, аналіз, синтез.

Для вирішення поставленої задачі було зібрано статистичні дані щодо витрати палива та загального періоду експлуатації міських автобусів МАЗ 203.065 2011...2012 років випуску та МАЗ 203.069, 2017...2018 років випуску, які здійснюють пасажирські перевезення на маршрутах м. Києва. Усі данні було ранжовано за кількістю рейсів та обрано 4 маршрути, на яких було здійснено переважну більшість поїздок за дослідний період.

Наступним етапом було побудовано графічні залежності шляхової витрати палива від періоду експлуатації автобусів та визначено апроксимаційні рівняння. Проаналізувавши характер зміни кривих та одержані рівняння, було виявлено їх досить значну подібність та стійкі закономірності у формуванні коефіцієнтів поліноми. Результати аналізу дали змогу сформулювати узагальнене рівняння шляхової витрати палива для міських автобусів з дизелем залежно від місяця в експлуатації.

В результаті дослідження, було запропоновано рівняння для визначення коригувального коефіцієнту, який враховує збільшення витрати палива зі збільшенням періоду експлуатації

автобусів. Даний коефіцієнт рекомендується використовувати для уточнення норм витрати палива на автотранспортних підприємствах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ВИТРАТА ПАЛИВА, МІСЬКІ АВТОБУСИ З ДИЗЕЛЕМ, ПЕРІОД ЕКСПЛУАТАЦІЇ, НОРМУВАННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА, РІВНЯННЯ ВИТРАТИ ПАЛИВА.

ABSTRACT

Sakhno V. P., Savostin-Kosiak D. O., Kudasheva V. O. Justification of the correlation between the fuel consumption and the operational period for diesel city buses. Visnyk of National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. Kyiv. National Transport University. 2018. Vol. 1(43).

The article deals with the issues of increasing the fuel consumption of city diesel buses depending on its operation period.

The subject of the study is the fuel consumption of diesel city buses.

The object of the study is the relationship between the fuel consumption and the period of operation for diesel city buses.

The purpose of the article is to determine the dependence between the fuel consumption and the operational period for city buses based on experimental data.

Methods of investigation – approximation of experimental data, mathematical modeling, analysis, synthesis.

To solve the problem, statistics of the fuel consumption and the general period of operation for city buses MAZ 203.065 2011...2012 years of release and MAZ 203.069 2017...2018 years of release, carrying out passenger transportation on the routes of Kiev, were collected. All collected data was ranked by the number of journeys. Based on this information, 4 routes with the overwhelming majority of journeys for the reviewed period were selected.

The next stage was the construction of graphical dependencies of fuel consumption from the period of operation of the diesel city buses and the definition of approximation equations. After analyzing the nature of the variation of the curves and the obtained equations, their rather significant similarity and stable patterns in the formation of the polynomial coefficients were found. The results of the analysis allowed to formulate a generalized equation of fuel consumption depending on the operational month for diesel city buses.

As a result of the study, an equation was proposed to determine the correction coefficient, which takes into account the increase in fuel consumption with an increase in the period of operation of buses. It is recommended to use this coefficient to specify fuel consumption standards at motor transport enterprises.

KEY WORDS: FUEL CONSUMPTION, DIESEL CITY BUSES, OPERATION PERIOD, NORMALIZATION OF FUEL CONSUMPTION, FUEL RATE EQUATION.

РЕФЕРАТ

Сахно В. П. К обоснованию взаимосвязи расхода топлива и периода эксплуатации городских автобусов с дизелем / В.П. Сахно, Д.А. Савостин-Косяк, В.А. Кудашева // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник – К.: НТУ, 2019. – Вып. 1(43).

В статье рассмотрены вопросы увеличения путевого расхода топлива городских автобусов с дизелем в зависимости от срока пребывания их в эксплуатации.

Предметом исследования является расход топлива городских автобусов с дизелем.

Объектом исследования является взаимосвязь расхода топлива городских автобусов с периодом их эксплуатации.

Целью статьи является установление зависимости расхода топлива от периода эксплуатации для городских автобусов с дизелем на основе экспериментальных данных.

Методы исследования – аппроксимация экспериментальных данных, математическое моделирование, анализ, синтез.

Для решения поставленной задачи были собрані статистические данные по расходу топлива и общему периоду эксплуатации городских автобусов MAZ 203.065 2011...2012 годов выпуска и MAZ 203.069 2017...2018 годов выпуска, осуществляющих пассажирские перевозки на маршрутах г. Киев. Все данные были ранжированы по количеству рейсов. На основе этой информации было выбрано 4 маршрута, на которых совершено подавляющее большинство поездок за исследуемый период.

Следующим этапом было построение графических зависимостей путевого расхода топлива от периода эксплуатации автобусов и определение аппроксимационных уравнения. Проанализировав характер изменения кривых и полученные уравнения, было обнаружено их довольно значительное

сходство и устойчивые закономерности в формировании коэффициентов полиномы. Результаты анализа позволили сформулировать обобщенное уравнение путевого расхода топлива для городских автобусов с дизелем в зависимости от месяца в эксплуатации.

В результате исследования было предложено уравнение для определения корректирующего коэффициента, который учитывает увеличение расхода топлива с увеличением периода эксплуатации автобусов. Данный коэффициент рекомендуется использовать для уточнения норм расхода топлива на автотранспортных предприятиях.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: РАСХОД ТОПЛИВА, ГОРОДСКИЕ АВТОБУСЫ С ДИЗЕЛЕМ, ПЕРИОД ЭКСПЛУАТАЦИИ, НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА, УРАВНЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА.

АВТОРИ:

Сахно Володимир Прохорович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор, завідувач кафедри «Автомобілі», e-mail: sakhno@ntu.edu.ua, тел.: +380442804252, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 301., orcid.org/0000-0002-5144-7131

Савостін-Косяк Данило Олександрович, Національний транспортний університет, асистент кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: daniel_s@ukr.net, тел. (044) 280 56 21, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 406, orcid.org/0000-0002-8795-5939

Кудашева Вікторія Олександрівна, Національний транспортний університет, студентка кафедри «Технічна експлуатація автомобілів та автосервіс», e-mail: inkermanw@gmail.com. (044) 280 56 21, Україна, 01010, м. Київ, вул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 406, orcid.org/0000-0002-4447-2072

AUTHORS:

Sakhno Volodymyr P., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, professor, head of department of automobile, e-mail: sakhno@ntu.edu.ua, tel. (044)280-42-52, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovych-Pavlenko str. 1, of. 301, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Savostin-Kosyak 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, M. Omelyanovych-Pavlenko str. 1, of. 406, orcid.org/0000-0002-8795-5939

Kudasheva Viktoriia O. National Transport University, student of the Department of Technical operation of cars and car services, e-mail: inkermanw@gmail.com, (044) 280 56 21, Ukraine, 01010, Kyiv, M. Omelyanovych-Pavlenko str. 1, of. 406, orcid.org/0000-0002-4447-2072

АВТОРЫ:

Сахно Владимир Прохорович, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, профессор, заведующий кафедрой «Автомобили», e-mail: sakhno@ntu.edu.ua, тел. +380442804252, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 301, orcid.org/0000-0002-5144-7131

Савостин-Косяк Данил Александрович, Национальный транспортный университет, ассистент кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», e-mail: daniel_s@ukr.net, тел. (044) 280 56 21, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 406, orcid.org/0000-0002-8795-5939

Кудашева Виктория Александровна, Национальный транспортный университет, студентка кафедры «Техническая эксплуатация автомобилей и автосервис», e-mail: inkermanw@gmail.com, тел. (044) 280 56 21, Украина, 01010, г. Киев, ул. М. Омеляновича-Павленка 1, к. 406, orcid.org/0000-0002-4447-2072.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Біліченко В.В., доктор технічних наук, професор, Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри «Автомобілі та автомобільне господарство», Вінниця, Україна.

Посвятенко Е.К., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри виробництва, ремонту і матеріалознавства, Київ, Україна.

REVIEWER:

Bilichenko V.V. Doctor of Technical Sciences, professor, Vinnytsia National Technical University, head of the vehicles and transport management department, Vinnitsa, Ukraine.

Posviatenko E.K., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, professor of the production, repair and materials science department, Kyiv, Ukraine.