УДК 656.025 DOI: 10.33744/2308-6645-2022-1-51-399-407
UDC 656.025

АНАЛІЗ ВПЛИВУ МАРШРУТНИХ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ФАКТОРІВ НА ТРАНСПОРТНУ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Федоренко І.О., Національний транспортний університет, Київ, Україна, fedorenko.ntu@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8690-5673

ANALYSIS OF THE IMPACT OF ROUTE, ROAD AND OPERATIONAL FACTORS ON THE TRANSPORT ENERGY EFFICIENCY OF URBAN PASSENGER TRANSPORTATION

Fedorenko I.O., National Transport University, Kyiv, Ukraine, fedorenko.ntu@gmail.com, orcid.org/0000-0002-8690-5673

Постановка проблеми. Міський пасажирський транспорт потребує нових методів технологічно-модернізаційного енергозбереження та підвищення техніко-технологічної конкурентоспроможності автотранспортних послуг. Парк міських автобусів характеризується високим рівнем морального (низькі технічні та технологічні рівні) та фізичного зносу автобусів, Міські автобусні перевезення характеризуються інтенсивним науково-технічним прогресом конструкції автобусів, а також технологічними особливостями автомобільних перевезень. Під час вибору рухомого складу для здійснення міських пасажирських перевезень автотранспортні підприємства спираються на попит на перевезення (вибір пасажиромісткості автобуса), ціну автобуса, габаритні розміри, потужність двигуна та відповідність екологічним стандартам [1]. При цьому, математичні моделі критеріїв вибору засновані на теоретичній схемі віртуального транспортування пасажирів. Розглядається поведінка автобусу як віртуально рухомого кузову, а ігнорується комплекс іманентних властивостей автобусу як носія технічних ресурсів автотранспорту [2]. Не враховуються: умови експлуатації відповідно до маршруту, стан дорожнього покриття, профілі дороги, умови дорожнього трафіку і кількості пасажирів у автобусах. З огляду на вище сказане виникає необхідність у багатоваріантному аналізі впливу маршрутних, дорожніх та експлуатаційних факторів на показники енергоефективності перевезень та інтенсивності машинних процедур транспортної технології.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

У працях Хабутдінова Р.А. [3,4] представлена теорія енергоресурсної ефективності автотранспортного засобу узагальненого типу, в яких автомобіль розглядається як модульний і багатофункціональний носій технічних ресурсів автотранспорту в транспортній операції (складна машина, небезпечний об'єкт керування рухом, перевізний засіб, джерело технологічних процедур дій, конструктивна основа перетворення технологічних ресурсів у продукт). Розрахункові схеми, що запропоновані, дозволяють на ранніх стадіях планування експлуатації рухомого складу комплексно підвищувати рівні транспортної енергоефективності нових автобусів, а також рівні енерготехнологічної енергоефективності проектів міських пасажирських перевезень. У роботах к.т.н. Піцика М.Г. [5] вирішувалися питання підвищення транспортної енергоефективності автобусів малої і середньої місткості на міських маршрутах.

Основна частина.

Першим етапом дослідження було встановлення середньої відстані перегону між зупинками (550 м.) на основі статистичного аналізу мережі автобусних маршрутів міста Києва [6]. На другому етапі з використанням методики операційно-тестового і параметричного аналізу енергоефективності модульних автомобілів узагальненого типу проведено імітаційне моделювання багатофазного руху автобусу на перегонах різної довжини. Дослідження проведено на прикладі автобусу МАЗ 103 [7].

Показник транспортної енергоефективності – це відношення транспортної енерговіддачі даного автобуса у тестовій операції ρ до транспортної енерговіддачі $\rho_{ет}$ еталонного автобуса у еталонній операції [2]. Модель цього показника можна представити у двох формах :

$$\Pi_e = \frac{\rho}{\rho_{\text{ет}}} = \frac{K_v \gamma_{\text{ст}}}{K_e(K_q)(\eta_q + \gamma_{\text{ст}})} \to max, \quad або \quad \Pi_e = \frac{\rho}{\rho_{\text{ет}}} = \frac{\gamma_{\text{ст}}}{(\eta_q + \gamma_{\text{ст}})} * Per(P_{eq}) \to max \qquad (1)$$

де: K_v – коефіцієнт швидкості (відношення середньої швидкості автобуса в тестовому циклі до швидкості еталонного автобуса);

$\gamma_{\text{ст}}$ – коефіцієнт статичного використання пасажиромісткості автобусу;

K_e – енергетичний коефіцієнт пробігу (відношення енерговитрат даного автобуса в циклі до енерговитрат еталонного автобуса, який рухається з постійною еталонною швидкістю);
η_q – коефіцієнт спорядженої маси автобуса.

Формулу (1) можна розраховувати в двох варіантах: а) для аналізу енергетичної ефективності автобусу використовують значення (K_e, Per); б) для аналізу паливної ефективності автобусу використовують значення (K_q, P_{eq}).

Для подальшого аналізу транспортної енергоефективності автобуса використано математичні моделі коефіцієнтів енергоефективності АТЗ в тестовій операції – Per (Per = K_v/K_e) і паливної ефективності АТЗ – Peq (Peq=K_v/Kq), $К_q$ – паливний коефіцієнт пробігу (відношення витрати палива даного автобуса в циклі до витрати палива еталонного автобуса, який рухається з постійною еталонною швидкістю).

Показником інтенсивності фазових машинних процедур транспортної технології $ТВ_i$ у багатофазної тестової операції називається відношення дискретної транспортної роботи автобусу $W_i(\Delta l)$ *у і-ї* фазі операції , яка відповідає фазовому пробігу АТЗ Δl_i, до величини квадратичного імпульсу сили тяги автобуса $P_{mi}\Delta t_i$ в цієї фазі [8,9]:

$$ТВ_i = \frac{Wi(\Delta l)}{P_{mi}\Delta ti^2} \rightarrow max, \quad (2)$$

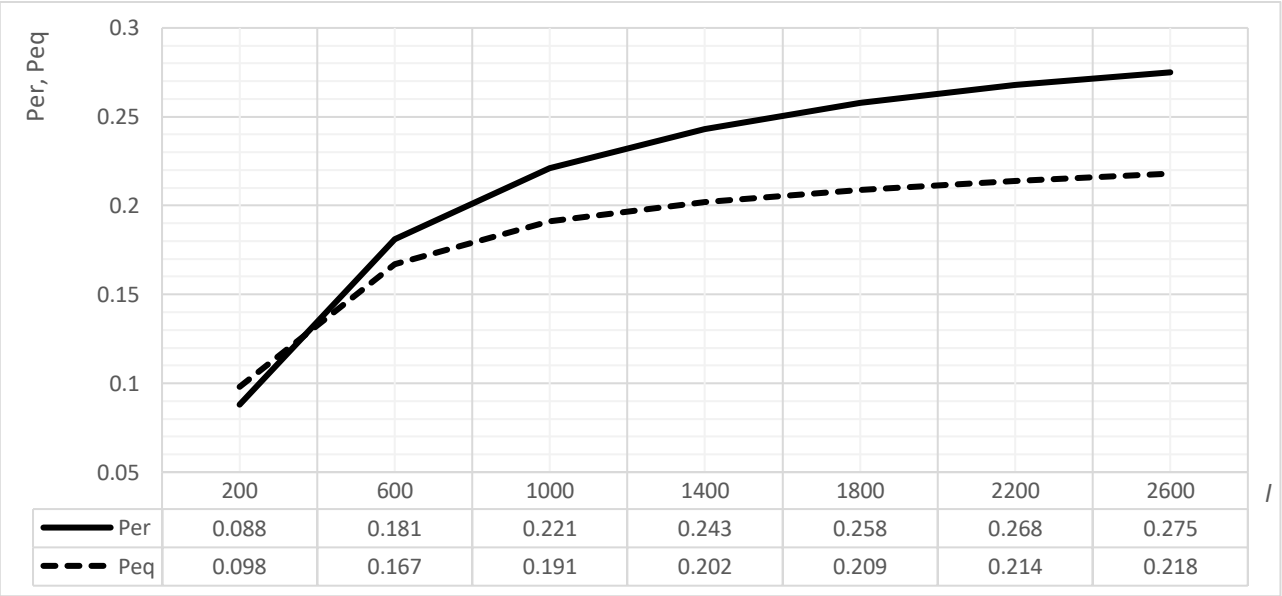
де: P_{mi} –середня сила тяги автобусу в *і-ї* фазі операції;
Δt_i – час руху автобусу в *і-ї* фазі операції;

Показником інтенсивності операційних машинних процедур транспортної технології ТВС у багатофазної тестової операції:

$$ТВС = \frac{\sum_{1=1}^{n_ф} ТВ_i * l_i}{\sum_{1=1}^{n_ф} l_i} \rightarrow max \quad (3)$$

де: l_i – довжина пробігу автобусу в і-й фазі, м;
$n_ф$ – кількість фаз руху автобуса в тестовій операції.

Проведемо аналіз впливу зміни довжини тестової операції в межах 200-2600 метрів з кроком 400 метрів на величини: коефіцієнт енергоефективності АТЗ в тестовій операції (Per) і коефіцієнт паливної ефективності АТЗ (Peq) (рис. 1) , а також показника інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції (рис. 2).



	200	600	1000	1400	1800	2200	2600
Per	0.088	0.181	0.221	0.243	0.258	0.268	0.275
Peq	0.098	0.167	0.191	0.202	0.209	0.214	0.218

Рисунок 1 – Графіки залежності коефіцієнтів енергоефективності АТЗ в тестовій операції (Per) і паливної ефективності АТЗ (Peq) від довжини (*l*) тестової операції (перегону)
Figure 1 – Graphs of the dependence of the coefficients of energy efficiency of ATC in the test operation (Per)and fuel efficiency of ATC (Peq) from the length (l) of the test operation (race)

На рисунку 1 представлено залежність коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) від довжини тестової операції (*l*). Встановлено, що з зростанням довжини тестової операції величини Per і Peq також зростають. Різке зростання спостерігається при збільшенні довжини перегону з 200 до 400 метрів, так величина Per зростає на 205%, а значення Peq зростає на 170%. На ділянці 600-2600 метрів спостерігається майже лінійне зростання величин цих коефіцієнтів, при цьому: Per зростає на 152%, Peq зростає на 223%. Величина коефіцієнту паливної ефективності (Peq) є меншою ніж значення коефіцієнту енергоефективності (Per) у діапазоні *l*= 200-400 метрів, у точці *l* =400 метрів маємо Peq= Per; у діапазоні *l* >400 м величина коефіцієнту паливної ефективності (Peq) є більшою ніж показник енергоефективності (Per), при довжині тестової операції *l* =2600 метрів ця різниця становить 26,15%.

На рисунку 2 представлено залежність показника інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції від довжини тестової операції (*l*). Встановлено, що при збільшенні довжини тестової операції (*l*) величини показника ТВС зменшується. При цьому, при збільшенні довжини тестової операції (*l*) з 200 до 600 метрів спостерігається найбільший спад – 273%. У діапазоні 600-2600 метрів спостерігається гіперболічний спад показників енергоефективності, при цьому ТВС знижується на 426%.

Проаналізуємо вплив радіусу колеса автобуса на величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) (рис. 3), а також на показник інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції (рис. 4).

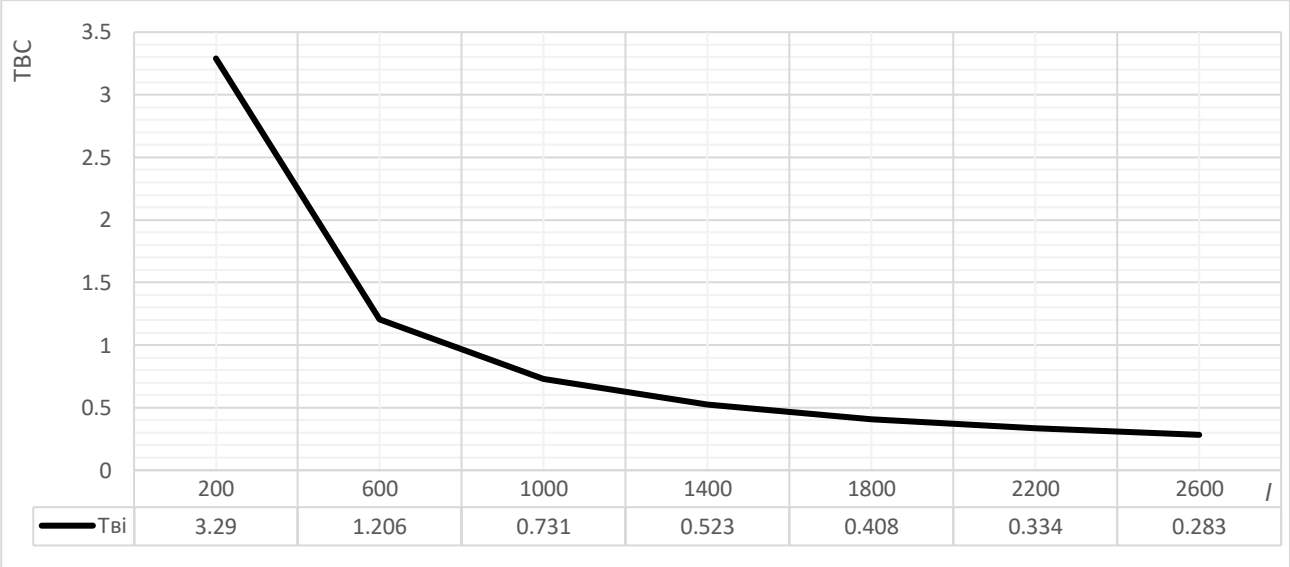


Рисунок 2 – Графік залежності показника інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції від довжини тестової операції (*l*)
Figure 2 – Graph of the dependence of the intensity of the operational cycle of machine procedures of transport technology (TVC) in the test operation on the length of the test operation (*l*)

На рисунку 3 наведено залежність коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) від радіусу колеса (rk). Графік показує лінійне зростання на 9,87% величини коефіцієнту Peq зі збільшенням радіуса колеса автобуса (rk) від 0,52 м до 0,59 м. Величини коефіцієнту (Per) зменшуються на 10,32% при збільшенні радіуса колеса (rk) з 0,57 до 0,59 м. При цьому величини коефіцієнту (Peq) є меншими ніж коефіцієнт (Per) при радіусі колеса до 0,58 м. При rk = 0,58 м маємо Peq= Per, після чого значення величини (Peq) є більшими ніж значення коефіцієнту енергоефективності (Per), так, при радіусі колеса 0,59 м ця різниця становить 7,74%.

Рисунок 4 демонструє залежність показника інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції від радіусу колеса (rk). Найбільше значення показника ТВі досягається при радіусі колеса rk = 0,57 (ТВС = 1,302). При збільшенні радіуса колеса (rk) з 0,57 до 0,59 м величина показника ТВС зменшується на 2,28%. При збільшенні радіуса колеса (rk) з 0,52 до 0,54 м значення показника ТВС зростає на 1,17%. Варто зазначити, що автобус МАЗ 103 має радіус колеса 0,57 м, що є екстремум даного графіку. Результати моделювання підтверджують обґрунтованість промислового вибору шин для даного автобусу.

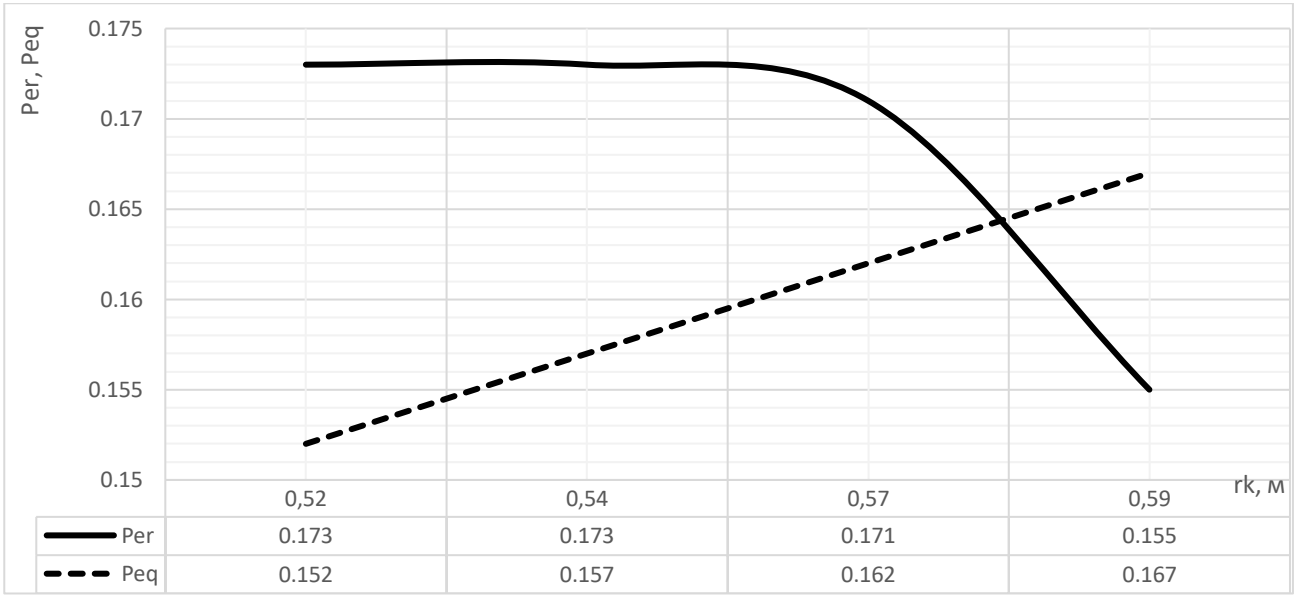


Рисунок 3 – Графіки залежності коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) від радіусу колеса (rk)
Figure 3 – Graphs of the dependence of the coefficients of energy efficiency (Per) and fuel efficiency (Peq) on the radius of the wheel (rk)

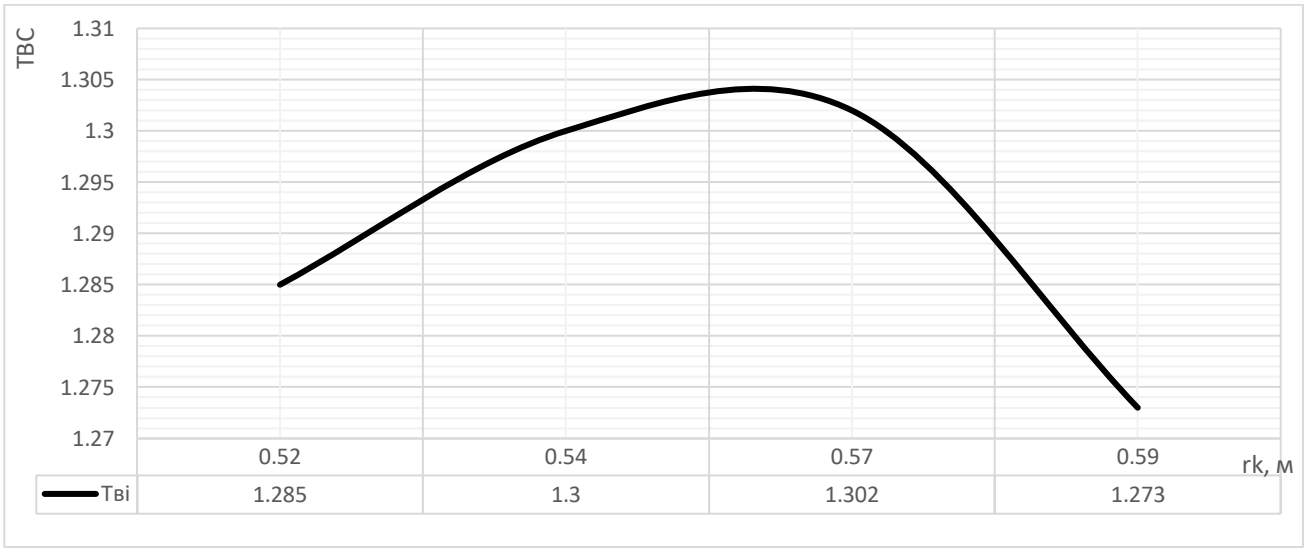


Рисунок 4 – Графік залежності показника інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції від радіусу колеса автобусу (rk)
Figure 4 – Graph of the dependence of the intensity of the operational cycle of machine procedures of transport technology (TVC) in the test operation on the radius of the bus wheel (rk)

На рисунку 5 наведено залежність коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) від коефіцієнту використання пасажиромісткості (γ_{cm}). Для обох показників спостерігається лінійне зростання Peq на 3,85%, Per на 2,37% при збільшенні коефіцієнту використання пасажиромісткості γ_{cm} від 0,8 до 1. Паливна енергоефективність (Peq) є меншою ніж показник енергоефективності (Per). При γ_{cm} = 0,8 ця різниця становить 8,33%, при γ_{cm} = 1 – 6,79%.

Показник інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції, приведений на рисунку 5, має лінійну спадаючу залежність при збільшенні коефіцієнту використання пасажиромісткості γ_{cm} від 0,8 до 1 ТВС знижується на 25,17%.

Рисунок 6 демонструє вплив максимальної потужності двигуна автобуса (N, кВт) на величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq), а також на показник інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції. При цьому

величини максимальної потужності (N, кВт) змінюються в межах ± 10% від базової потужності, що задана в технічних характеристиках автобуса.

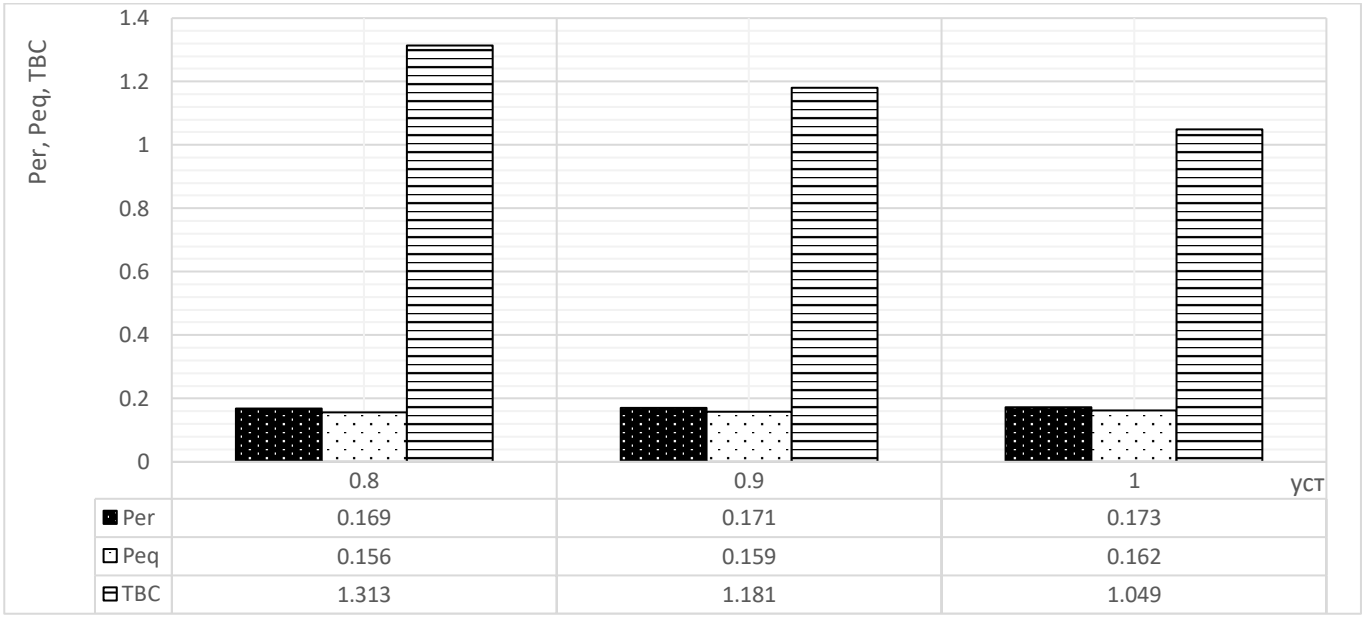


Рисунок 5 – Діаграма для аналізу впливу коефіцієнту використання пасажиромісткості (γ_{cm}) автобусу на величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq), а також на показник інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції

Figure 5 – Diagram for the analysis of the impact of the passenger capacity utilization factor (γst) of the bus on the values of energy efficiency (Per) and fuel efficiency (Peq), as well as on the intensity of the operational cycle of machine procedures of transport technology (TVC) in the test operation

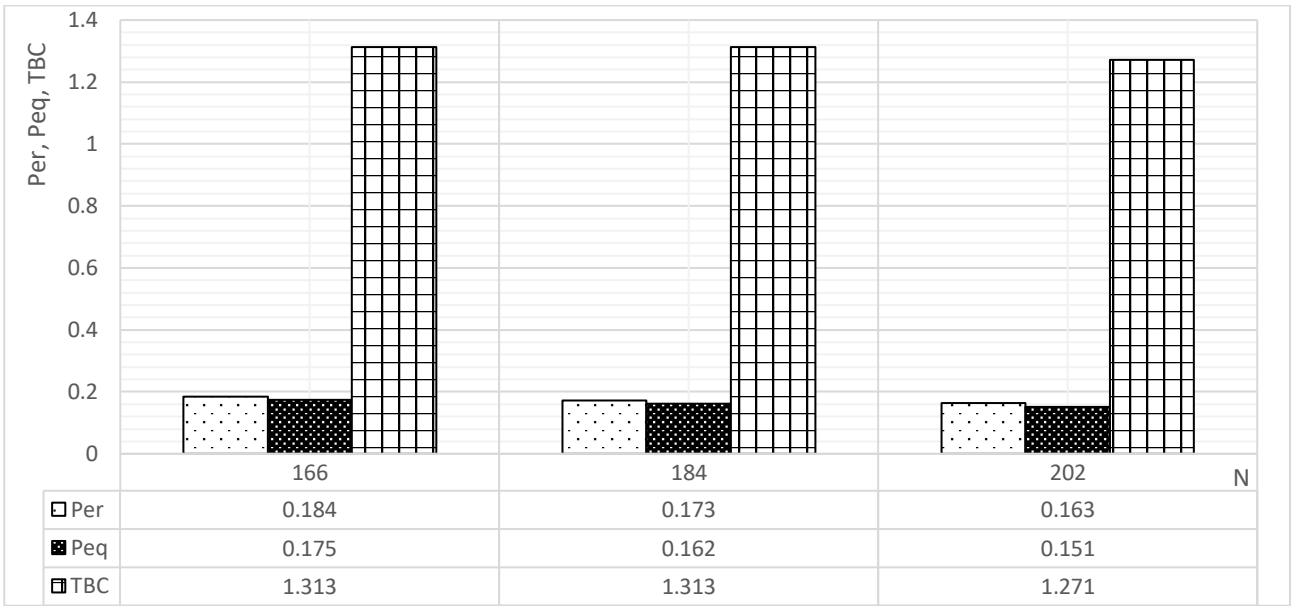


Рисунок 6 – Діаграма для аналізу впливу максимальної потужності (N, кВт) двигуна автобусу на величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq), а також на показник інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції

Figure 6 – Diagram for analyzing the effect of maximum power (N, kW) of the bus engine on the values of energy efficiency (Per) and fuel efficiency (Peq), as well as on the intensity of the operational cycle of machine procedures of transport technology (TVC) in the test operation

Встановлено, що величини коефіцієнтів енергоефективності (Per) і паливної ефективності (Peq) зменшуються на 12,88% і на 15,89% відповідно, з зростанням максимальної потужності двигуна автобуса (N, кВт). При цьому, значення величини (Peq) є меншими ніж значення (Per). При N = 166 (кВт) ця різниця становить 5,14%, при N = 202 (кВт) – 7,95%.

Показник інтенсивності операційного циклу машинних процедур транспортної технології (ТВС) у тестової операції також зменшується зі збільшення максимальної потужності двигуна автобуса (N, кВт) на 3,3%, при цьому для N = 166 (кВт) і N = 184 (кВт) ТВС є сталим і становить 1,313.

Залежність показника транспортної енергоефективності Пе від величини коефіцієнта використання пасажиромісткості γ_{cm} представлено на рисунку 7. У роботах [5,6] представлено закономірності впливу величини коефіцієнта використання пасажиромісткості γ_{cm} на показник транспортної енергоефективності Пе автобусів для здійснення міських пасажирських перевезень.

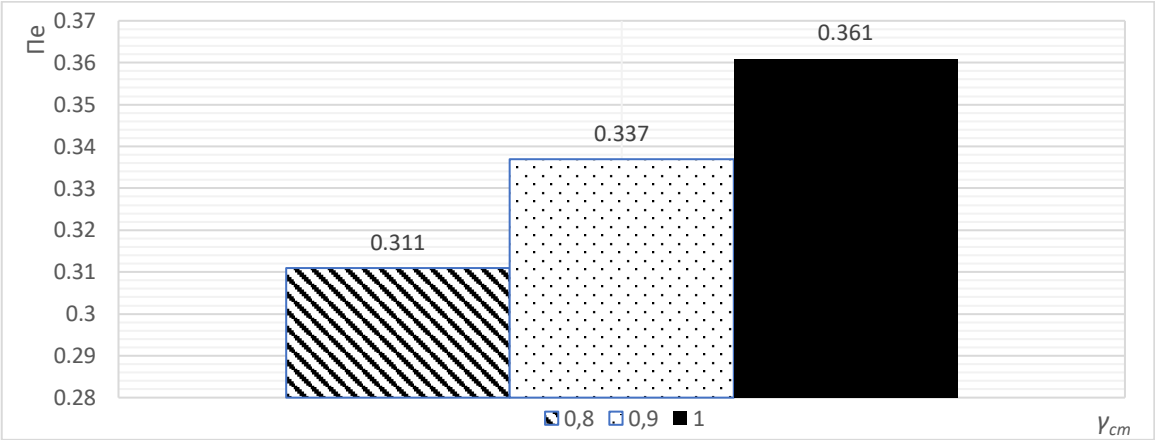


Рисунок 7 – Діаграми залежності показника транспортної енергоефективності Пе (1), від величини коефіцієнту використання пасажиромісткості (γ_{cm})
Figure 7 – Diagram of the dependence of the transport energy efficiency indicator Pe on the value of the passenger capacity utilization factor (γst)

Рисунок 7, на якому представлена залежність показника транспортної енергоефективності Пе, від величини коефіцієнту використання пасажиромісткості (γ_{cm}), демонструє збільшення показника транспортної енергоефективності Пе на 16,08% при збільшенні величини коефіцієнту використання пасажиромісткості (γ_{cm}) в діапазоні 0,8 – 1.

Висновки.

1. Встановлена актуальність використання симулятивно-тестових методів техніко-технологічного енергозбереження та підвищення технологічної конкурентоспроможності автотранспортних послуг за енергетичними критеріями при оновленні парку автобусів для міських пасажирських перевезень.

2. За результатами багатоваріантного моделювання встановлено взаємозв'язок між задачами формування енергозберігаючих технологій пасажирських автомобільних перевезень у містах та удосконалення методу технологічного вибору автобусів для міських маршрутів з урахуванням різних (технічних, експлуатаційних і маршрутних) факторів.

3. Отримано кількісні залежності впливу технічних, експлуатаційних і маршрутних факторів на показники транспортної енергоефективності перевезень та операційної інтенсивності машинних процедур технології автобусних перевезень.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Публічні закупівлі Prozorro [Електронний ресурс] / – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2017-03-25-000060-b.

2. Гальона І. І. Підвищення енергоефективності перевезень дрібних партій вантажів в рамках життєвого циклу автомобіля : дис. канд. техн. наук : УДК 656.073:656 / Гальона І. І. – Київ, 2021. – 191 с.

3. Хабутдинов Р. А. Системное формирование технологий автомобильных перевозок по критериям энерго- и ресурсоотдачи : дис. докт. техн. наук: 05.22.01. Киев, 2003. 332 с.

4. Хабутдінов Р. А., Коцюк О. Я. Енергоресурсна ефективність автомобіля. К. : УТУ, 1997. 137 с.

5. Піцик М. Г. Підвищення транспортної енергоефективності міських пасажирських автобусних перевезень : дис. канд. техн. наук : УДК 656.13.072 / Піцик М. Г. – Київ, 2021. – 164 с.

6. Хабутдінов Р.А., Федоренко І.О. Аналіз впливу зміни коефіцієнта використання пасажиромісткості на транспортну енергоефективність та викиди шкідливих речовин автобуса для міських пасажирських перевезень. «SWorldJournal» Випуск №10 2021. *ISSN* 2410-6615 (Online)

7. Краткий автомобильный справочник. Том 1. Автобусы / Кисуленко Б.В. и др. – М.:НПСТ «Транспонсалтинг», 2002. – 360 с.

8. Хабутдінов Р.А., Ткаченко С. П., Піцик М. Г. Концептуальноорієнтований метод підвищення технологічної енергоефективності автобусів // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Сєвєродонецьк. 2011. № 5 (1). С. 208-212.

9. Хабутдінов Р. А., Піцик М. Г., Ткаченко С. П. Кількісна оцінка машинних процедур транспортних технологій автобусних перевезень // Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія. 2011. № 8. С. 207 – 209.

REFERENCES

1. Public procurement of Prozorro [Electronic resource] / – 2022. – Mode of access to the resource: https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2017-03-25-000060-b.

2. Galona I.I. Improving the energy efficiency of small consignments within the life cycle of the car: dis. Cand. tech. Sciences: UDC 656.073: 656 / Galona I.I. – Kiev, 2021. – 191 p.

3. Khabutdinov R.A. System formation of technologies of automobile transportations on criteria of power and resource return: dis. Dr. tech. Science: 05.22.01. Kiev, 2003. 332 p.

4. Khabutdinov R.A., Kotsyuk O. Ya. Energy efficiency of the car. K.: UTU, 1997. 137 s.

5. Pitsyk M.G. Improving the transport energy efficiency of urban passenger bus transportation: dis. Cand. tech. Sciences: UDC 656.13.072 / Pitsyk M.G. – Kiev, 2021. – 164 p.

6. Khabutdinov R.A., Fedorenko I.O. Analysis of the impact of changes in the utilization rate of passenger capacity on transport energy efficiency and emissions of harmful substances of the bus for urban passenger transport. «SWorldJournal» Issue №10 2021. ISSN 2410-6615 (Online)

7. Short car guide. Volume 1. Buses / Kisulenko B.V. et al. – M .: NPST «Transponsalting», 2002. – 360 p.

8. Khabutdinov R.A., Tkachenko S.P., Pitsyk M.G. Conceptually oriented method of improving the technological energy efficiency of buses // Bulletin of the East Ukrainian National University. V. Dahl. Severodonetsk. 2011. № 5 (1). Pp. 208-212.

9. Khabutdinov R.A., Pitsyk M.G., Tkachenko SP Quantitative assessment of machine procedures for transport technologies of bus transportation // Project Management, Systems Analysis and Logistics. Technical series. 2011. № 8. S. 207 – 209.

РЕФЕРАТ

Федоренко І.О. Аналіз впливу маршрутних та експлуатаційних факторів на транспортну енергоефективність міських пасажирських перевезень / І.О. Федоренко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К. : НТУ, 2022. – Вип. 1 (51).

У статті встановлена актуальність використання симулятивно-тестових методів техніко-технологічного енергозбереження та підвищення технологічної конкурентоспроможності автотранспортних послуг за енергетичними критеріями при оновленні парку автобусів для міських пасажирських перевезень. Показано, що існуюча методологія організації автобусних перевезень не забезпечує оновленні парку автобусів для міських пасажирських перевезень за концепцією експлуатаційно- технологічного енергозбереження та підвищення технологічної конкурентоспроможності автотранспортних послуг. За результатами багатоваріантного моделювання встановлено взаємозв'язок між задачами формування енергозберігаючих технологій пасажирських

автомобільних перевезень у містах та удосконалення методу технологічного вибору автобусів для міських маршрутів з урахуванням різних (технічних, експлуатаційних і маршрутних) факторів. Отримано кількісні залежності впливу технічних, експлуатаційних і маршрутних факторів на показники транспортної енергоефективності перевезень та операційної інтенсивності машинних процедур технології автобусних перевезень.

Об'єкт дослідження- енерговитратний процес міських автобусних перевезень із урахуванням впливу різних факторів (технічних, експлуатаційних і маршрутних).

Мета роботи- аналіз впливу маршрутних та експлуатаційних факторів на транспортну енергоефективність міських пасажирських перевезень на основі тестового моделювання функціонування автобусу як ресурсно-технічного засобу автотранспортної технології.

Метод дослідження – еволюційно-симулятивний аналіз показників транспортної енергоефективності перевезень та операційної інтенсивності машинних процедур технології автобусних перевезень у багатофазних тестових операціях, у яких враховуються умови маршрутної мережі міста та різні фактори автобусних перевезень, при цьому використано програмне забезпечення та методики тестово-симулятивного аналізу транспортної енергоефективності автомобілів узагальненого типу кафедри транспортних технологій НТУ.

Результати статті і пропонований метод можуть бути реалізовані управлінцями пасажирського автотранспорту для довгострокового управління концептуально-орієнтованим розвитком ресурсно-технологічного базису автотранспортних підприємств і технологічних процесів автобусних перевезень у містах.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОБУС, МІСЬКІ ПАСАЖИРСЬКІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТРАНСПОРТНА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ОПЕРАЦІЙНА ІНТЕНСИВНІСТЬ МАШИННИХ ПРОЦЕДУР ТЕХНОЛОГІЇ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, ТЕХНІЧНІ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ФАКТОРИ, ЕВОЛЮЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ.

ABSTRACT

Fedorenko I.O. Analysis of the impact of route and operational factors on transport energy efficiency of urban passenger transportation. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2022. – Issue 1 (51).

The article establishes the relevance of using simulation test methods of technical and technological energy saving and increasing technological competitiveness of motor transport services according to energy criteria when renewing the fleet of buses for urban passenger transportation. It is shown that the existing methodology of bus transport organization does not provide urban passenger bus fleet renewal according to the concept of operational and technological energy saving and improvement of technological competitiveness of automobile transport services. According to the results of multivariate modeling the interrelation between the tasks of formation of energy saving technologies of passenger urban road transport and improvement of the method of technological selection of buses for urban routes with taking into account different (technical, operational and routing) factors. Quantitative dependences of influence of technical, operational and route factors on indexes of transport energy efficiency of transportations and operational intensity of machine procedures of bus transport technologies are received.

The object of the research is the energy-consuming process of urban bus transportations taking into account the influence of various factors (technical, operational and route factors).

Purpose of work – analysis of route and operational factors influence on transport energy efficiency of urban passenger transportation based on test modeling of bus operation as resource-technical means of motor transport technology.

The method of the research is evolution-simulation analysis of transport energy efficiency of transportation and operational intensity of machine procedures of bus transportation technology in multiphase test operations, in which city route network conditions and different factors of bus transportation are taken into account, using software and methods of test-simulation analysis of generalized type vehicles of the NTU Department of Transport Technologies.

The results of the article and the method can be implemented by managers of passenger motor transport for long-term management of conceptually oriented development of resource and technological basis of motor transport enterprises and technological processes of bus transportation in cities.

KEYWORDS: BUS, URBAN PASSENGER TRANSPORTATION, TRANSPORT ENERGY EFFICIENCY, OPERATIONAL INTENSITY OF MACHINE PROCEDURES, TECHNOLOGY TECHNICAL AND OPERATIONAL FACTORS, EVOLUTIONARY MODELING.

АВТОРИ:

Федоренко Ірина Олександрівна, аспірант, Національний транспортний університет, e-mail: fedorenko.ntu@gmail.com, моб. тел. +380506247020, Україна,02155, Київська обл., м. Київ, бул. Я. Гашека буд.8 к. 56 orcid.org/0000-0002-8690-5673

AUTHORS:

Fedorenko Iryna Alexandrovna, postgraduate student, National Transport University, e-mail: fedorenko.ntu@gmail.com, mob. tel. +380506247020, Ukraine, 02155, Kyiv region, Kyiv, blvd. J. Hasek building 8 room 56 orcid.org/0000-0002-8690-5673

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мнацаканов Р.Г., доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, кафедра підтримання льотної придатності повітряних суден, Київ, Україна.

Петрашевський О.Л., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, кафедра аеропортів, Київ, Україна.

REVIEVER:

Mnatcakanov R., Doctor of Technical Sciences Engineering (Dr.), professor, National Aviation University, department of maintaining the airworthiness of aircraft, Kyiv, Ukraine .

Petrashevski O., Doctor of Technical Sciences, professor, National Transport University, Department of Airports, Kyiv, Ukraine.