

МЕТОД АНАЛІЗУ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ОПЕРАЦІЙ

Хмельов І.В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, i.khmelov@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-9969-5230

Гальона І. І., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна, ntu.tt.inesa@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1484-1682

Даниленко І.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна, inna.danulenko@gmail.com, orcid.org/0000-0001-9674-2866

ANALYSIS METHOD OF TRANSPORT OPERATIONS' ENERGY EFFICIENCY

Khmelov I.V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, i.khmelov@ntu.edu.ua, orcid.org/0000-0002-9969-5230

Halona I.I., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine, ntu.tt.inesa@gmail.com, orcid.org/0000-0002-1484-1682

Danylenko I.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine, inna.danulenko@gmail.com, orcid.org/0000-0001-9674-2866

Постановка проблеми у загальному вигляді. Висока енергоємність різних галузей господарства (в тому числі й автотранспортної системи) України продовжує залишатися найважливішим чинником, що істотно стримує підвищення конкурентоспроможності економіки держави. Враховуючи подорожчання енергетичних і технічних ресурсів транспорту, автотранспортні підприємства повинні займатися вирішенням комплексних задач, виходячи з точки зору не лише організації перевезень при мінімальних витратах, а й технологій перевезень, що забезпечують економію паливно-енергетичних ресурсів у натуральних одиницях [1]. За таких умов необхідні нові наукові підходи до аналізу і вибору автотранспортних засобів (АТЗ) на основі концепції збереження енергії та ресурсів. Вони повинні бути засновані на принципах підвищення транспортно-технологічної якості перевезень. Для оцінки цієї якості можуть використовуватися показники енергетичної ефективності та результативності технологічних впливів [2]. У даній роботі відповідне дослідження виконано для сегменту автопоїздів.

Умови ринкової економіки характеризуються нестабільністю цін ресурсів у часі, а також механізмів взаємодії попиту та пропозиції на автотранспортні послуги. У цих умовах конкурентні стратегії сталого розвитку (sustainable development) автомобільного транспорту можуть бути забезпечені на основі етапної реалізації концептуально-цілевих інновацій у його ресурсно-технічному та технологічному базисі, а також у процесах автомобільних перевезень. Методи обґрунтування таких інновацій формуються на основі науково-практичної концепції високотехнологічного та ресурсозберігаючого відтворення автотранспортних послуг [1].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження у галузі удосконалення організації та технології автомобільних перевезень, а також енергоресурсозбереження в транспортному процесі проводяться як у нашій країні, так і за кордоном. В Україні відомі роботи Воркута А.І., Великанова Д. П., Говорушенка М. Я., Безбородової Г. Б., Кошарного М.Ф., Маяка М. М., Хабутдінова Р. А. та інших вчених. В літературі розрізняють організаційний і технологічний підходи до аналізу проектів перевезень. Недоліком сучасних методів аналізу автомобільних перевезень є те, що вони засновані на розрахункових схемах доставки вантажу. Основним припущенням цієї схеми є те, що у рухових операціях розглядається не функціонування АТЗ як складної машини з багатьма технічними параметрами та закономірностями робочих процесів, а присутність у транспортних терміналах кузова, який рухається.

Обмежена придатність методів теорії транспортного процесу до вирішення задач енергоресурсозбереження обумовлена її методологічним недоліком, оскільки в ній однобічно розглядається автомобіль як засіб перевезень. В основоположній розрахунковій схемі циклу перевезень етап руху, в якому реалізується споживання енергії та ресурсів, замінено умовним актом доставки вантажу з рівномірною (технічною) швидкістю. Звідси випливає, що аналіз споживчої енергоресурсозберігаючої якості автомобіля, виходячи з моделі його перевізного використання, в принципі неможливий. А за-

дача оцінки натурально-фізичного споживання автомобіля в транспортному процесі практично не може бути поставлена [4].

Внаслідок однобічності вартісного підходу, в економічній галузі прийнятий умовно-фізичний вимірник споживання за їздки – геометричний пробіг автомобіля [5]. При цьому, через недостатність інформації у вихідній розрахунковій схемі не враховується енергоресурсомісткість транспортної роботи в операції руху, яка направлена на забезпечення безпеки та продуктивності перевезень. На основі умовно-фізичного вимірника пробігу реалізується вартісна оцінка споживання автомобіля. Однобічність такої оцінки виключає можливість енергоресурсозберігаючого аналізу конструктивно-технічних новацій в майбутньому транспортному процесі. Отже, відсутня база знань для прогнозування енергоресурсозберігаючої якості майбутньої транспортної праці та управління нею. Відсутність відповідного методологічного забезпечення обумовлює низьку ефективність процесу вирішення найважливішої народногосподарської задачі – економії енергії та ресурсів шляхом конструктивно-технічних новацій при створенні автомобілів та формуванні типу рухомого складу.

Питання ефективності роботи АТЗ розглядаються у теоріях автомобіля, транспортних процесів і систем, експлуатаційних властивостей автомобіля [6], економіки вантажних автомобільних перевезень [7]. В кожній з цих теорій ставляться різні задачі, тому в них використовуються різні методи визначення ефективності роботи РС. Знання та рекомендації цих теорій є фрагментарними і не відповідають концепції збереження енергії та ресурсів, оскільки не враховують особливості (парадокси) транспорту як галузі матеріального виробництва.

Таким чином, концепція технологічно-сталого розвитку автомобільного транспорту не може бути реалізована за допомогою існуючих методів теорії транспортного процесу та економічного аналізу. Ці теорії є технологічно виродженими і не забезпечують можливість аналізу процесів енергетичного перетворення виробничих ресурсів тому, що вони базуються на логіці і методології споживання простих транспортних послуг в процесах доставки вантажів.

Існуючі методи визначення ефективності функціонування автомобілів (автопоїздів) засновані на критеріях противитратної ефективності доставки вантажів, які мають низку недоліків. По-перше, в них не враховується комплекс властивостей автотransпортного засобу як носія технічних ресурсів транспорту, прояви яких обумовлюють формування енергетичних процесів перетворення ресурсів і створення фізичного продукту транспорту [4]. По-друге, в теоріях транспортного процесу [5] та економіки транспорту [8] замість багаторічного процесу перетворення технологічних ресурсів здебільшого розглядається простий акт перенесення їх вартості на витрати. По-третє, вимірювач облікової транспортної роботи (тонно-кілометр) не має належної фізичної суті, оскільки відбиває лише функціонування автомобіля як перевізного засобу (у розрахунковій схемі транспортного циклу транспортний засіб зазвичай вважається саморухомим кузовом).

У зв'язку з вищезазначеним, в сучасних умовах розвитку ринку автотransпортних послуг виникає необхідність пошуку інших критеріїв для оцінки роботи рухомого складу, які повинні враховувати функціонування автопоїзда як носія технічних ресурсів транспорту.

Таким чином, існуючі науково-методичні підходи, загальнопоширені навчальні дисципліни та їх розділи вивчають окремі сторони функціонування транспортних засобів. Закономірності функціонування автомобіля як складної машини розглядаються в теорії автомобіля; управління автомобілем як засобом перевезень описується в теорії транспортних процесів і систем. Для оцінки ефективності автомобіля як носія технічних ресурсів транспорту доцільно використовувати енергетично нормалізовані схеми і математичні моделі теорії енергоресурсної ефективності автомобіля, розвинутої в роботах Хабутдінова Р. А. [1]. Слід відзначити, що поняття «енергоресурсна ефективність» відбиває енергетичну результативність автомобіля як носія технічних ресурсів транспорту у рухових операціях з урахуванням прояву комплексу його властивостей.

Виклад основного матеріалу дослідження. Операції руху автотransпортного засобу здійснюються у складній підсистемі «Термінал – Автомобіль – Водій – Дорога – Транспортний потік». У цій підсистемі витрачається 95% енергії, 100% технічних та трудових ресурсів. Теорія транспортних процесів і систем [5] враховує лише одну ланку цієї підсистеми – «Термінал – Автомобіль». За таких умов неможливо всебічно аналізувати споживання енергії та ресурсів.

Для довгострокового формування високотехнологічних схем ресурсозберігаючого відтворення транспортних послуг необхідні методи раціоналізації машинного змісту транспортних технологій з урахуванням реалізації складних функцій автопоїзда як носія технічних ресурсів транспорту. Ці функції обумовлюються його виробничо-технологічними властивостями, які проявляються в рухових операціях: динамічність, адаптивність, енерговитратність, продуктивність, транспортно-технологічна результативність, транспортна продуктивність. Сукупність цих властивостей і констру-

ктивних особливостей автотранспортного засобу, що забезпечують придатність його конструкції до енергоресурсної економізації технологій перевезень, називають транспортно-технологічною якістю автомобіля. Для забезпечення енерго- і ресурсозберігаючих технологій конструктивні параметри АТЗ повинні забезпечувати оптимальність таких показників транспортно-технологічної якості: транспортної енергетичної ефективності (Π_{ep}); енергетичної результативності технологічних впливів на вантажі (TB).

Для розробки математичної моделі показника енергетичної ефективності використано метод аналогій з еталонним прототипом АТЗ. Останній являє собою розрахункову модель ідеального АТЗ і не змінюється впродовж 20 – 30 років. Протягом цього періоду задача неперервного удосконалення АТЗ розглядається як процес наближення показників його транспортно-технологічної якості до еталонного прототипу [2].

Шляхом співставлення величин енергетичних показників АТЗ та його еталонного прототипу визначаються енергетичні коефіцієнти пробігу K_e та швидкості K_v . Вони підставляються у модель показника енергетичної ефективності АТЗ. Цей показник є відношенням транспортної енерговіддачі даного АТЗ у тестовій операції ρ до транспортної енерговіддачі еталонного АТЗ у еталонній операції ρ_{em} :

$$\Pi_e = \frac{\rho}{\rho_{em}} = \frac{K_v \gamma_{cm}}{K_e (\eta_q + \gamma_{cm})} \rightarrow \max, \quad (1)$$

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

γ_{cm} – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності;

K_e – енергетичний коефіцієнт пробігу (відношення витрати палива даного АТЗ в циклі до витрати палива еталонного АТЗ, який рухається з постійною еталонною швидкістю);

η_q – коефіцієнт спорядженої маси АТЗ.

Для підвищення технологічної результативності рухомого складу конструктивні параметри автопоїзда повинні забезпечувати оптимальність показника енергетичної результативності технологічних впливів TB на вантажі [4]. Цей показник є проміжним на етапі визначення енергетичної ефективності транспортного засобу, але він дозволяє аналізувати результативність технологічних впливів, які складають сутність транспортних технологій. Таким чином, показник TB необхідно враховувати у комплексі з показником енергетичної ефективності. У багатозаповній операції руху автомобіля цей показник визначається як для окремих його фаз (TB_i), так і для тестового циклу в цілому (TBC):

$$TB_i = \frac{q \gamma_{cm} l_i}{P_{mi} t_i^2} \rightarrow \text{opt}, i = \overline{1, n}, \quad (2)$$

де $q \gamma_{cm}$ – вантажопідйомність автомобіля (кг) та коефіцієнт її використання;

n – кількість фаз в операції руху;

l_i – довжина пробігу автомобіля у i -й фазі операції, м;

P_{mi} – середня сила тяги автомобіля у i -й фазі операції, Н;

t_i – час руху автомобіля у i -й фазі операції, с;

$$TBC = \sum_{i=1}^n TB_i \cdot m_i, \quad (3)$$

де m_i – частка пробігу автомобіля у i -тій фазі операції циклу.

У даній роботі проведено аналіз показника результативності технологічних впливів в залежності від зміни однієї з технічних характеристик автопоїзда (радіусу колеса), при цьому використано середньозважений (TBr) показник для операції розгону:

$$TB_r = \frac{\sum_{i=1}^n TB_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \rightarrow opt. \quad (4)$$

Виконання умов (1) та (4) забезпечує придатність конструкції автотранспортного засобу до підвищення транспортно-технологічної результативності рухомого складу. В якості прикладу було досліджено вплив зміни радіусу колеса r автопоїзда DAF-95XF + SCHMITZ CARGOBULL S.CS UNIVERSAL на показники енергетичної ефективності та результативності технологічних впливів транспортного засобу.

Аналіз графіків показує, що при збільшенні радіусу колеса r енергетичні показники пробігу K_{ec} та швидкості K_{vc} повільно зростають (рис. 1). Показник паливної ефективності Π_{epq} стрімко зростає при $r = 0,45 \dots 0,56$ м, при $r > 0,56$ м зростання уповільнюється. Графік залежності $\Pi_{ep} = f(r)$ має екстремальний характер, набуваючи максимуму при $r = 0,55$ м.

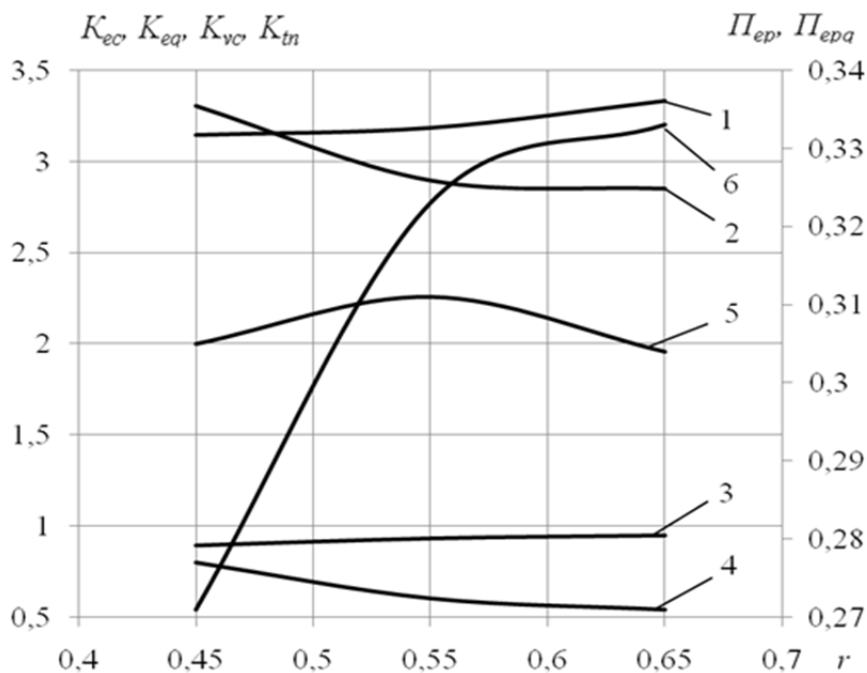


Рисунок 1 – Залежність показників енергетичної ефективності автопоїзда DAF-95XF + SCHMITZ CARGOBULL S.CS UNIVERSAL від радіусу колеса r (м):

1 – K_{ec} , 2 – K_{eq} , 3 – K_{vc} , 4 – K_{tm} , 5 – Π_{ep} , 6 – Π_{epq}

Figure 1 – The energy efficiency indicators' dependence on the wheel radius r (m) for the road train DAF-95XF + SCHMITZ CARGOBULL S.CS UNIVERSAL

Показники технологічного впливу TB на кожній передачі (i) визначаються шляхом імітаційного моделювання руху автомобіля в тестовій операції [3]. В основу математичної моделі функціонування автомобіля у тестовій операції покладено аналітичні залежності його дискретної кінематики, динаміки та енергетики. Для автоматизації розрахунків, на кафедрі «Транспортні технології» Національного транспортного університету під керівництвом проф. Хабутдінова Р. А. розроблено програмне забезпечення в середовищі Turbo Pascal, яке було використано при проведенні досліджень.

Змінюючи початкове значення радіусу колеса r в межах $\pm 20\%$, визначено показники результативності технологічного впливу автопоїзда при русі на кожній передачі TB_i і середньозважене значення для операції розгону (2) – (4). Для даної операційної карти розгін здійснюється при використанні чотирьох передач (криві 1, 2, 3, 4), для кожної з яких маємо відповідні значення TB ($TB1$, $TB2$, $TB3$, $TB4$). При зменшенні передаточного числа ($5,74 \rightarrow 1$) відбувається збільшення показника технологічного впливу (рис. 2). Чим вище передача, тим більшим є вплив величини r на приріст значення показника технологічного впливу TB . Криві 5 (TBr) і 7 (TBm) характеризують рівномірний рух авто-

поїзда при швидкостях відповідно 3 м/с та 14 м/с. Найбільший вплив величина r здійснює на значення TB при русі на найвищій передачі. Крім того, при збільшенні r до значення 0,57 м середньозважене TBC зростає, а при $r > 0,57$ м – зменшується. При значеннях $r < 0,55$ м перша та друга передачі не використовуються при розгоні автопоїзда.

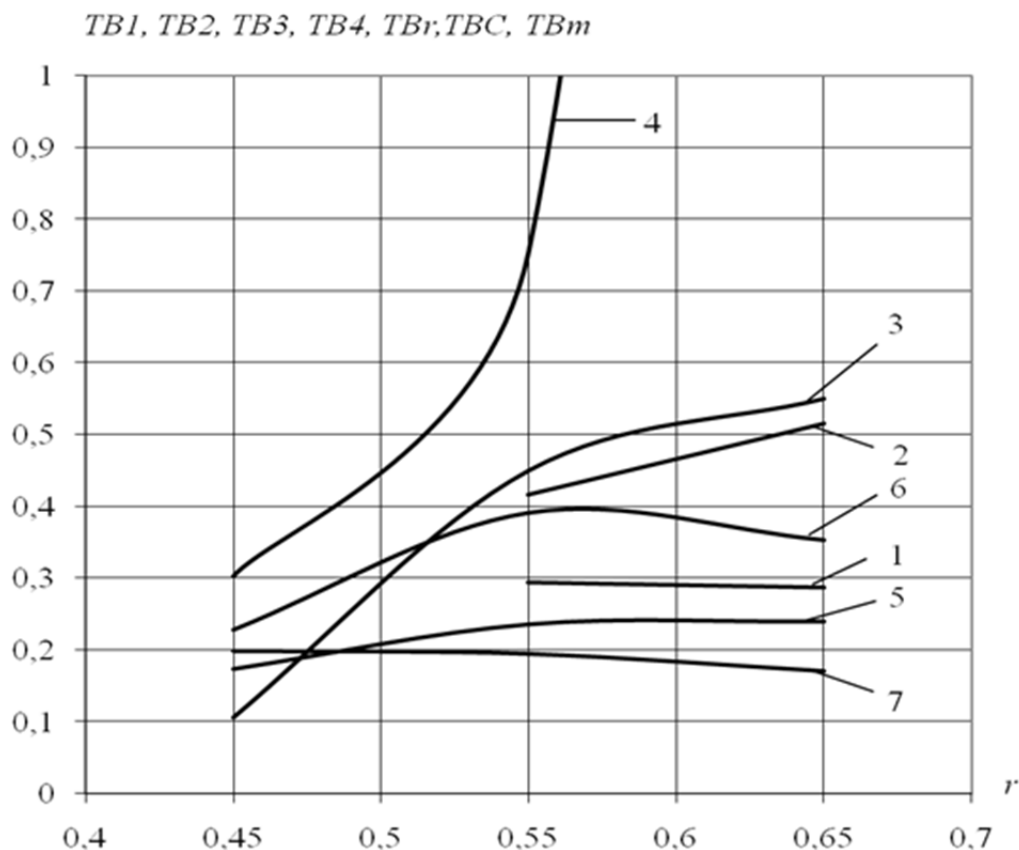


Рисунок 2 – Залежність показників результативності технологічного впливу автопоїзда DAF-95XF + SCHMITZ CARGOBULL S.CS UNIVERSAL від радіусу колеса r (м):

1 – $TB1$, 2 – $TB2$, 3 – $TB3$, 4 – $TB4$, 5 – TBr , 6 – TBC , 7 – TBm

Figure 2 – The technological impact efficiency indicators' dependence on the wheel radius r (m) for the road train DAF-95XF + SCHMITZ CARGOBULL S.CS UNIVERSAL

Висновки. 1. Запропоновано розрахункові схеми і математичні моделі для оцінки показника транспортно-технологічної якості автомобіля, які дозволяють аналізувати придатність його конструкції до забезпечення енергозберігаючих технологій автомобільних перевезень.

2. Сукупність методів удосконалення техніко-експлуатаційних та споживчих властивостей автомобіля дозволяє реалізувати наукову ідею технологічної концепції розвитку автотранспортної системи. Ця ідея виражається в необхідності комплексної енергетичної раціоналізації трьох факторів відтворення транспортних послуг: результативності технологічних впливів автотранспортних засобів на вантажі, процесів використання технологічних ресурсів транспорту, зміни конструктивних параметрів автомобілів у часі.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хабутдінов Р.А. Принципи і методи концептуального підвищення енергоресурсної ефективності автотранспортних засобів і послуг в їх життєвих циклах / Р.А. Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К. : НТУ, 2022. – Вип. 3 (53). – С. 389 – 398.
2. Хмельов І. В. Аналіз транспортно-технологічної якості автобусів // Актуальні напрями розвитку технічного та виробничого потенціалу національної економіки : монографія / за ред. В. О. Пінчук, Г. С. Прокудіна. – Дніпро, 2021. – С. 277–282.

3. Хабутдінов Р.А. Методологія концептуального управління технологічно-сталім розвитком на автотранспорті / Р.А. Хабутдінов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К. : НТУ, 2022. – Вип. 1 (51). – С. 408 – 415.
4. Хмельов І. В. Метод техніко-технологічного аналізу автомобілів з урахуванням еволюції їх конструктивних параметрів / І. В. Хмельов // Нові матеріали і технології в металургії та машинобудуванні : Науковий журнал. – Запоріжжя : Національний університет «Запорізька політехніка», 2021. – Вип. 2. – С. 81 – 85.
5. Основи теорії транспортних процесів і систем / Дмитриченко М. Ф., Яцківський Л. Ю., Ширяєва С. В., Докуніхін В. З. Київ : Видавничий Дім «Слово», 2009. – 336 с.
6. Автомобілі. Теорія експлуатаційних властивостей : навчальний посібник / В. В. Біліченко, О. Л. Добровольський, В. О. Огневий, Є. В. Смирнов. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 163 с.
7. Дмитрієв І.А. Економіка підприємств автомобільного транспорту: навчальний посібник для самостійної роботи та поточного контролю знань студентів закладів вищої освіти / І.А. Дмитрієв, О.С. Іванілов, І.Ю. Шевченко., І.М. Кирчата – Харків : ФОП Бровін О.В., 2018. – 308 с.
8. Копитко М. І. Управління інноваціями / М. І. Копитко. – Львів : ЛьвДУВС, 2019. – 292 с.

REFERENCES

1. Khabutdinov, R.A. (2022). Pryntsypy i metody kontseptualnogo pidvyshchennya enerhoresursnoyi efektyvnosti avtotransportnykh zasobiv i posluh v yikh zhyttyevykh tsyklakh [Principles and methods of conceptual improvement of energy resource efficiency of motor vehicles and services in their life cycles]. Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Seriya «Tekhnichni nauky» – Bulletin of the National Transport University. Series "Technical Sciences", 3 (53), 389–398 [in Ukrainian].
2. Khmelov, I. V. (2021). Analiz transportno-tekhnologichnoyi yakosti avtobusiv [Analysis of the transport and technological quality of buses]. Aktualni napryamy rozvytku tekhnichnoho ta vyrobnychoho potentsialu natsionalnoyi ekonomiky : monohrafiya – Actual directions of development of the technical and production potential of the national economy : monograph, 277–282 [in Ukrainian].
3. Khabutdinov, R.A. (2022). Metodolohiya kontseptualnogo upravlinnya tekhnologichno-stalym rozvytkom na avtotransporti [Methodology of conceptual management of technologically sustainable development in motor vehicles]. Visnyk Natsionalnoho transportnoho universytetu. Seriya «Tekhnichni nauky» – Bulletin of the National Transport University. Series "Technical Sciences", 1 (51), 408–415 [in Ukrainian].
4. Khmelov, I. V. (2021). Metod tekhniko-tekhnologichnoho analizu avtomobiliv z urakhuvannyam evolyutsiyi yikh konstruktyvnykh parametriv [The method of technical and technological analysis of cars taking into account the evolution of their design parameters]. Novi materialy i tekhnolohiyi v metalurhiyi ta mashynobuduvanni – New materials and technologies in metallurgy and machine-building, 2, 81–85 [in Ukrainian].
5. Dmytrychenko, M.F., Yatskivskiy, L.Yu., Shiryayeva, S.V. & Dokunihin V.Z. (2009). Osnovy teorii i transportnykh protsesiv i system [Fundamentals of the theory of transport processes and systems]. Kyiv : Vydavnychyy Dim «Slovo» – Kyiv: Slovo Publishing House, 336 [in Ukrainian].
6. Bilichenko, V. V., Dobrovolskyi, O. L., Ognevyy, V. O., Smirnov, E. V. (2017). Avtomobili. Teoriya ekspluatatsiynykh vlastyvostey [Cars. Theory of operational properties]. Vinnytsia: VNTU, 163 [in Ukrainian].
7. Dmitriev, I.A., Ivanilov, O.S., Shevchenko, I.Yu., Kirchata, I.M. (2018). Ekonomika pidpryyemstv avtomobil'noho transportu [Economics of automobile transport enterprises]. Kharkiv: FOP Brovin O.V., 308 [in Ukrainian].
8. Kopytko, M. I. (2019). Upravlinnya innovatsiyamy [Management of innovations]. Lviv: LvDUVS, 292 [in Ukrainian].

РЕФЕРАТ

Хмельов І. В. Метод аналізу енергетичної ефективності транспортних операцій / І. В. Хмельов, І. І. Гальона, І. В. Даниленко // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науковий журнал. – К/ : НТУ, 2023. – Вип. 1 (55).

В статті запропоновано метод аналізу енергетичної ефективності транспортних операцій відповідно до концепції збереження енергії та ресурсів.

Об'єкт дослідження – процес перевезення, в якому проявляється комплекс властивостей автопоїзда як носія технічних ресурсів транспорту.

Мета роботи – виявлення закономірностей впливу зміни конструктивних параметрів на транспортно-технологічну якість автопоїздів.

Методи дослідження – енергетичне вимірювання транспортної роботи та порівняння енергетичних характеристик автомобіля з його еталонним прототипом, методи теорії множин, а також методи теорії енергоресурсної ефективності автотранспортних засобів.

Основним недоліком існуючих методів обґрунтування і вибору автотранспортних засобів є те, що вони виходять із ідеї противитратної ефективності рухомого складу і не враховують важливу особливість майбутніх транспортних технологій – зміну параметрів техніки та збільшення енергетичної результативності машинних процедур технологій перевезень. Виявлено, що при виборі рухомого складу необхідно враховувати еволюцію конструктивних параметрів АТЗ, а також різноманіття умов перевезень. Новизна результатів полягає у виявленні взаємозв'язку характеристик технологічних процедур з енергетичною ефективністю автомобіля для підвищення енергоресурсної ефективності автомобільних перевезень.

Результати статті можуть бути використані для обґрунтування інвестиційних проектів перевезень, а також при організації тендерів для придбання рухомого складу.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – визначення раціонального варіанту конструкції автомобіля, який забезпечує оптимальність показників його функціональної ефективності і максимізацію ресурсовіддачі процесу перевезень для заданих умов (режимів) експлуатації.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: АВТОМОБІЛЬНЕ ПЕРЕВЕЗЕННЯ, АВТОПОЇЗД, КОНСТРУКТИВНИЙ ПАРАМЕТР, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЯКІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ.

ABSTRACT

Khmelov I. V., Halona I. I., Danylenko I. V. Analysis method of transport operations' energy efficiency. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific journal. – Kyiv: National Transport University, 2023. – Issue 1 (55).

The paper proposes the analysis method of transport operations' energy efficiency in accordance with energy and resources saving concept.

Object of study – the transportation process, in which the complex of truck's properties appears as transport technical resources' medium.

Purpose – to identify patterns of structural parameters changing over the trucks' transport-technological quality.

Method study – energy measurement and comparison of cars' energy characteristics with his reference prototype, methods of set theory and methods of the vehicles' energy-resource efficiency.

The main drawback of the existing methods of study and choice of vehicles is that they are based on the idea of the rolling stock's cost-effectiveness and do not reflect an important feature of future transport technologies – change the technology and increase the energy efficiency of machine procedures transportation technologies. It is found that the choice of rolling stock necessary to consider the evolution of the vehicles' structural parameters and variety of transportation conditions. The novelty is to identify the relationship of the technological procedures' characteristics to trucks' energy efficiency to improve the energy-resource efficiency of road transportation.

The results can be used to justify the investment transportation projects, as well as the organization of tenders for the purchase of rolling stock.

Forecast assumptions about the object of study – the definition of rational option car design that delivers its functional efficiency's optimal performance and maximizing the resources' output of transportation for given conditions (modes) of operation.

KEYWORDS: ROAD TRANSPORTATION, ROAD TRAIN, STRUCTURAL PARAMETER, TRANSPORT-TECHNOLOGICAL QUALITY, TECHNOLOGICAL IMPACT.

АВТОР:

Хмельов Ігор Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: i.khmelov@ntu.edu.ua, тел. +380442801938, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 432, orcid.org/0000-0002-9969-5230.

Гальона Інеса Іванівна, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: ntu.tt.inesa@gmail.com, тел. +380442801938, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 432, orcid.org/0000-0002-1484-1682.

Даниленко Інна Володимирівна, Національний транспортний університет, асистент кафедри транспортних технологій, e-mail: inna.danulenko@gmail.com, тел. +380442801938, Україна, 01010, м. Київ, вул. Омеляновича-Павленка, 1, к. 432, orcid.org/0000-0001-9674-2866.

AUTHOR:

Khmelov Ihor V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of transport technologies, e-mail: i.khmelov@ntu.edu.ua, tel. +380442801938, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich-Pavlenko str., 1, orcid.org/0000-0002-9969-5230.

Halona Inesa I., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of transport technologies, e-mail: ntu.tt.inesa@gmail.com, tel. +380442801938, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich-Pavlenko str., 1, orcid.org/0000-0002-1484-1682.

Danylenko Inna V., National Transport University, assistant department of transport technologies, e-mail: inna.danulenko@gmail.com, tel. +380442801938, Ukraine, 01010, Kyiv, Omelyanovich-Pavlenko str., 1, orcid.org/0000-0001-9674-2866.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Мнацаканов Рудольф Георгійович, доктор технічних наук, професор, Національний авіаційний університет, кафедра підтримання льотної придатності повітряних суден, e-mail: mnatsakanov@ukr.net, тел. +380679714862, Київ, Україна.

Прокудін Георгій Семенович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, професор кафедри міжнародних перевезень та митного контролю, Київ, Україна.

REVIEWER:

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

Prokudin Geordiy S., Ph.D., Dr.Sc. (Dr.), professor, National Transport University, professor, department of international freight transportation and customs control, Kyiv, Ukraine.