

## МЕТОД ОЦІНКИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ЕНЕРГЕТИЧНИМ КРИТЕРІЄМ

Хмельов І. В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
Гусев О. В., кандидат технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна  
Свірін Д. О., Національний транспортний університет, Київ, Україна

## EVALUATION METHOD OF VEHICLES' TRANSPORT-TECHNOLOGICAL QUALITY USING THE ENERGY CRITERION

Khmelov I. V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine  
Gusev O. V., Ph.D., National Transport University, Kyiv, Ukraine  
Svirin D. O., National Transport University, Kyiv, Ukraine

## МЕТОД ОЦЕНКИ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КАЧЕСТВА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМУ КРИТЕРИЮ

Хмельов И. В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина  
Гусев А. В., кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина  
Свири́н Д. А., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Постановка проблеми у загальному вигляді.

В даний час питанням підвищення енергоефективності в різних галузях народного господарства приділяється особлива увага [1]. Україна відноситься до країн з дефіцитом власних природних вуглеводневих ресурсів, задовольняючи потреби в них за рахунок власного видобутку на 15–25%. У більшості країн світу рівень енергетичної самозабезпеченості такий же або навіть менший. Тому проблема полягає в іншому – неприпустимо низькій ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів. Енергоємність ВВП в Україні у 3–5 разів вище, ніж в економічно розвинутих державах (рис. 1). Така ситуація є наслідком деформованої структури виробництва та енергоспоживання, використання застарілих виробничих енергетичних фондів, повільного впровадження енергозберігаючих технологій.

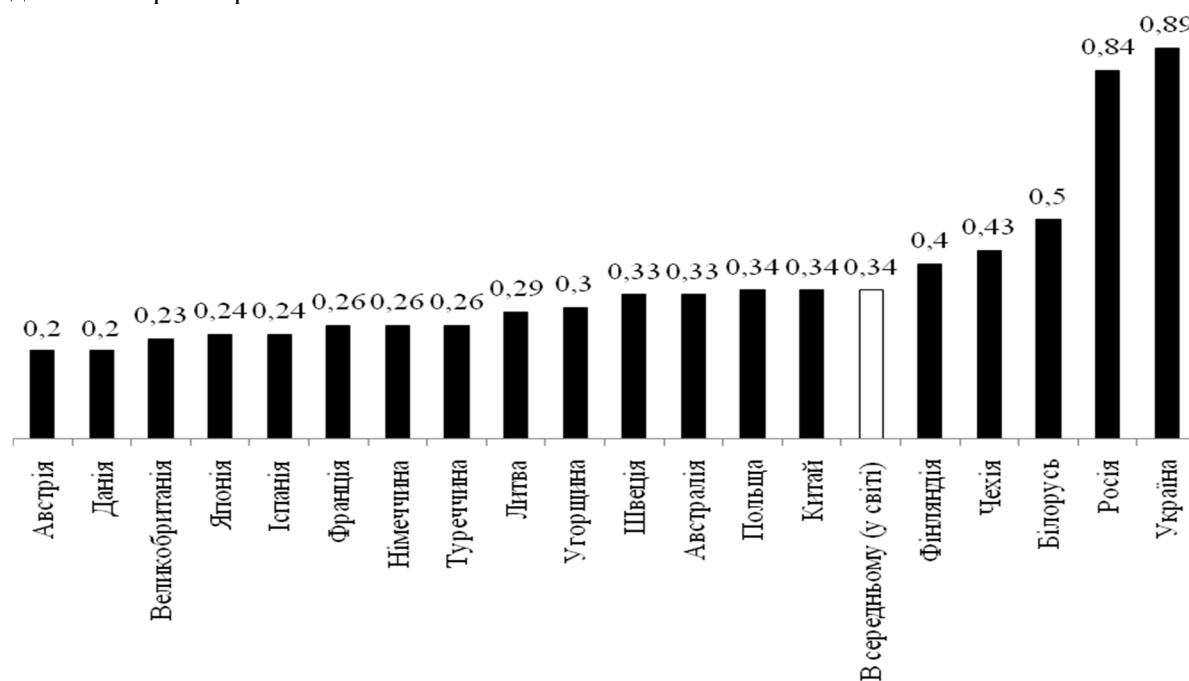


Рисунок 1 – Енергоємність економік країн світу (кг умовного палива на \$1 ВВП)

Членство України у Світовій організації торгівлі призводить до суттєвого посилення конкуренції серед вітчизняних і зарубіжних компаній. У цих умовах підвищення конкурентоспроможності вітчизняної економіки стає найважливішим завданням як на державному, так і на регіональних рівнях управління [2]. Однак висока енергоємність різних галузей продовжує залишатися найважливішим чинником, що істотно стримує підвищення конкурентоспроможності економіки України в цілому.

Усе вищесказане безпосередньо стосується автотранспортної системи України. Так, на автомобільному транспорті витрачається близько 70% паливно-енергетичних ресурсів від загального обсягу, що витрачається усіма видами транспорту. У витратах на транспортні послуги вартість паливно-енергетичних ресурсів становить близько 30 – 40%. В собівартості продукції питома вага транспортних витрат складає до 50% [3]. Крім того, сучасний етап розвитку економіки України характеризується подорожчанням енергетичних і технічних ресурсів транспорту [4]. Таким чином, автотранспортні підприємства повинні займатися вирішенням комплексних задач, виходячи з точки зору не лише організації перевезень при мінімальних витратах, а і технології перевезень, що забезпечують економію паливно-енергетичних ресурсів у натуральних одиницях [5]. В цих умовах необхідні нові методи вибору і обґрунтування автотранспортних засобів (АТЗ) на основі концепції збереження енергії та ресурсів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Існуючі методи технічного [6], експлуатаційного [7] та економічного [8] аналізу на транспорті забезпечують лише організаційну методологію противитратного відтворення транспортних послуг. Вони не відповідають технологічній концепції розвитку транспорту тому, що не враховують економіко-виробниче призначення транспортних технологій, а також властивості АТЗ як носія технічних ресурсів транспорту.

На практиці, при здійсненні транспортної послуги показник енерго- і ресурсовіддачі перевезень залежить від властивостей АТЗ як складної машини, об'єкта управління рухом, продуктоутворюючого засобу праці, зняття технологічних впливів на вантаж (пасажирів) і перевізного засобу. Звідси випливає, що організаційна методологія на транспорті не містить цілісного інформаційно-аналітичного апарату для системного аналізу властивостей АТЗ як носія технічних ресурсів транспорту і для реалізації високих транспортних технологій [5].

Виклад основного матеріалу дослідження.

Для реалізації технологічної концепції розвитку рухомого складу і транспорту пропонується використовувати математичні моделі та методи теорії енергоресурсної ефективності автомобіля [5]. Їх можна розглядати у вигляді інтегрованої бази знань про комплекс властивостей АТЗ як носія технічних ресурсів транспорту. Крім того, у цій теорії забезпечується в цілому розгляд транспорту, перевезень і технологій, організаційних форм і машинного змісту транспортних технологій на основі енергетичних схем перетворення технологічних ресурсів транспорту.

Для довгострокового формування високотехнологічних схем ресурсозберігаючого відтворення транспортних послуг потрібні методи раціоналізації машинного змісту транспортних технологій з урахуванням реалізації складних функцій АТЗ 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 конструктивних особливостей АТЗ, що забезпечують придатність його конструкції до енергоресурсної економізації технологій перевезень, називається транспортно-технологічною якістю АТЗ.

Для підвищення технологічної результативності РС конструктивні параметри АП повинні забезпечувати оптимальність показника енергетичної результативності технологічних впливів  $TB$  на вантажі [9]. Цей показник є проміжним на етапі визначення енергетичної ефективності ТЗ, але він дозволяє аналізувати результативність технологічних впливів, які складають сутність транспортних технологій, тому показник  $TB$  необхідно враховувати у комплексі з показником енергетичної ефективності. У багатофазовій операції руху цей показник визначається для окремих фаз ( $TB_i$ ), а також для тестового циклу:

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

де  $q\gamma_{cm}$  – вантажопідйомність АТЗ (кг) та коефіцієнт її використання;  
 $n$  – кількість фаз в операції руху;  
 $l_i$  – довжина пробігу АТЗ у  $i$ -й фазі операції, м;  
 $P_{mi}$  – середня сила тяги АТЗ у  $i$ -й фазі операції, Н;  
 $t_i$  – час руху АТЗ у  $i$ -й фазі операції, с.

У даній роботі аналіз проведено на основі розрахунків середньозваженого ( $TB_p$ ) показника для операції розгону:

$$TB_p = \frac{\sum_{i=1}^n TB_i \cdot l_i}{\sum_{i=1}^n l_i} \rightarrow opt. \quad (2)$$

Виконання умов (1) та (2) забезпечує придатність конструкції АТЗ до підвищення транспортно-технологічної результативності рухомого складу. В якості прикладу було досліджено вплив зміни одного з конструктивних параметрів автомобіля (передаточного числа головної передачі) на показник результативності його технологічних впливів.

Параметрична новизна трансмісії визначається варіюванням значень головної передачі  $U_o$  та коробки передач, а також кількості передач [5]. Величина  $U_o$  впливає на максимальну швидкість руху АТЗ. Збільшення числа ступенів коробки передач призводить до покращення тягово-швидкісних якостей АТЗ і, в той же час, ускладнює роботу водія при русі [5]. Крім того, при зростанні значення кількості передач підвищується ціна коробки передач. Зменшення передаточного числа головної передачі (за умови достатності потужності двигуна) забезпечує зниження витрати палива.

Аналізуючи вплив зміни передаточного числа головної передачі  $U_o$  на показники результативності технологічного впливу АТЗ встановлено, що при зменшенні передаточного числа ( $5,74 \rightarrow 1$ ) відбувається збільшення показника технологічного впливу (рис. 2). Чим вище передача, тим більшим є вплив величини  $U_o$  на приріст значення показника технологічного впливу  $TB$ . Криві 5 і 7 характеризують рівномірний рух АП при швидкостях  $V_r = 3$  м/с,  $V_m = 14$  м/с. Найбільший вплив величина  $U_o$  здійснює на значення  $TB$  при русі з максимальною швидкістю  $V_m$ . Графік залежності середньозваженого значення  $TBC$  від  $U_o$  має вигляд синусоїди, набуваючи екстремальних значень при  $U_o = 3,3$  (мінімум) і  $U_o = 4,1$  (максимум).

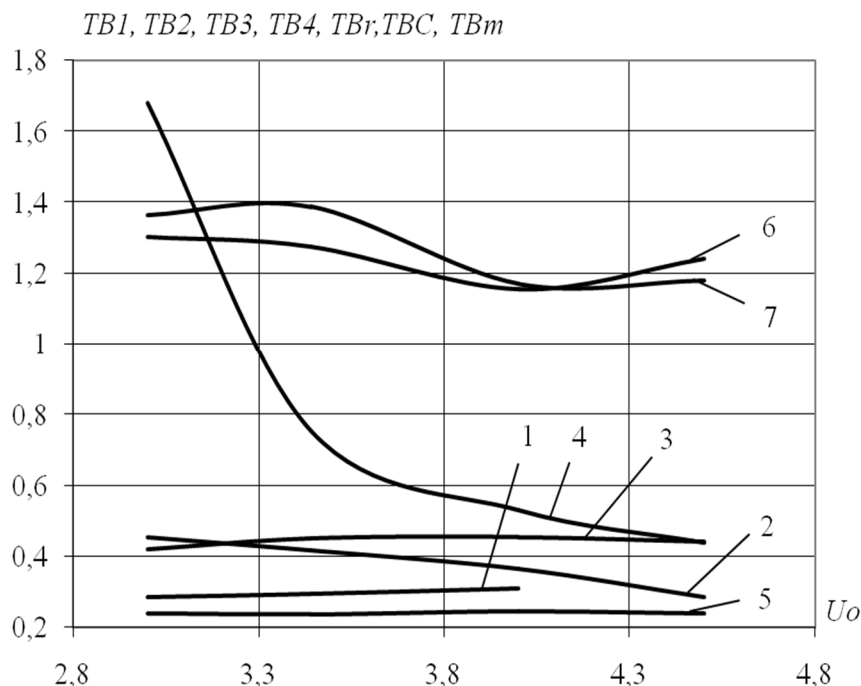


Рисунок 2 – Графік залежності показників результативності технологічного впливу автопоїзду VOLVO FH-12 + FRUEHAUF DSND-32 від передаточного числа головної передачі  $U_o$ : 1 –  $TB_1$ , 2 –  $TB_2$ , 3 –  $TB_3$ , 4 –  $TB_4$ , 5 –  $TB_r$ , 6 –  $TB_C$ , 7 –  $TB_m$

## 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 вдосконалення техніко-експлуатаційних та споживчих властивостей АТЗ 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 АТЗ на вантажі (пасажирів), процесів використання технологічних ресурсів транспорту, зміни конструктивних параметрів АТЗ у часі.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Хабибрахманов Р. Р. Факторы, определяющие энергоёмкость отечественной экономики [Электронный ресурс] / Р. Р. Хабибрахманов, Л. В. Рыжкова // Управление экономическими системами : электронный научный журнал. – 2012. – № 12. Режим доступа: <http://www.uecs.ru>. – Загл. с экрана.
2. Мельник А. Н. Повышение энергетической эффективности производства как важнейшее направление развития отечественной экономики [Текст] / А. Н. Мельник // Проблемы теории и практики управления. – 2010. – № 12. – С. 8–17.
3. Збірник ексклюзивних інформаційно-аналітичних матеріалів з ефективності перевезень вантажів автомобільним транспортом у міжнародному сполученні / ДП «Державний автотранспортний науково-дослідний і проектний інститут». – К. : ДержавтотрансНДІпроект, 2008. – 80 с.
4. Цены на топливо. [Официальный сайт Министерства финансов Украины]. Режим доступа: <http://index.minfin.com.ua/fuel/>.
5. Хабутдінов Р. А. Енергоресурсна ефективність автомобіля / Р. А. Хабутдінов, О. Я. Коцюк. – К. : УТУ, 1997. – 137 с.
6. Волков В. П. Теория руху автомобіля / В. П. Волков, Г. Б. Вільський. – Суми : Університетська книга, 2010. – 320 с.
7. Витвицкий Е. Е. Теория транспортных процессов и систем (грузовые автомобильные перевозки) : учебное пособие / Е. Е. Витвицкий. – Изд-во Сибирской гос. автомобильно-дорожной академии, 2010. – 207 с.
8. Основы економіки транспорту: Підручник / [Щелкунов В. І., Кулаєв Ю. Ф., Зайончик Л. Г. та ін.]. — К. : Кондор, 2011. — 392 с.
9. Хмельов І. В. Методика аналізу транспортно-технологічної якості автопоїздів за енергетичним критерієм / І. В. Хмельов // Вісник Національного транспортного університету. – 2011. – № 24. – Ч.2. – С. 243–246.

## REFERENCES

1. Khabibrakhmanov R. R., Ryzhkova L. V. Factors determining the energy consumption of the domestic economy. Upravleniye ekonomicheskimi sistemami. Available at: <http://www.uecs.ru> (Accessed 14 December 2012) (Rus)
2. Melmik A. N. Improving energy efficiency of production as the major direction of the national economy development. Problemy teorii i praktiki upravleniya. 2010. No. 12. P. 8–17. (Rus)
3. Collection of exclusive information and analytical materials about the freight road transportation effectiveness in international communication. Kyiv: DerzhavtotransNDIproekt. 2008. 80 p. (Ukr)
4. Fuel prices. Available at: <http://index.minfin.com.ua/fuel/> (Accessed 21 February 2014) (Rus)
5. Khabutdinov R. A., Kotsiuk O. Ya. The car's energy-resources efficiency. Kyiv: UTU. 1997. 137 p. (Ukr)
6. Volkov V. P., Vilskyi G. B. Theory vehicle movement. Sumy: Universytetska knyha. 2010. 320 p. (Ukr)
7. Vitvitskiy E. E. Theory of transport processes and systems (road freight transportations). Izd-vo Sibirskoy gos. avtomobilno-dorozhnoy akademii. 2010. 207 p. (Rus)
8. Schelkunov V. I., Kulaiev Yu. F., Zayonchik L. G. Fundamentals of Transport Economics. Kyiv: Kondor. 2011. 392 p. (Ukr)
9. Khmelov I. V. The method of trailers' transport-technological quality analysis for energy criteria.

#### РЕФЕРАТ

Хмельов І. В. Метод оцінки транспортно-технологічної якості автотранспортних засобів за енергетичним критерієм / І. В. Хмельов, О. В. Гусев, Д. О. Свірін // Вісник Національного транспортного університету. Науковий журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серія: „Технічні науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 13.

В статті запропоновано методу оцінки транспортно-технологічної якості автотранспортних засобів відповідно до концепції збереження енергії та ресурсів.

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

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

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, АВТОТРАНСПОРТНИЙ ЗАСІБ, КОНСТРУКТИВНИЙ ПАРАМЕТР, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНА ЯКІСТЬ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ВПЛИВ.

#### ABSTRACT

Khmelov I. V., Gusev O. V., Svirin D. O. Evaluation method of vehicles' transport-technological quality using the energy criterion. Visnyk National Transport University. Science journal: In Part 2. Part 1: Series: "Technical sciences" - Kyiv: NTU, 2014. - Vol. 13.

The paper proposes the evaluation method of vehicles' transport-technological quality in accordance with energy and resources saving concept.

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

Purpose – to identify patterns of structural parameters changing over the vehicles' 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 vehicles' 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, VEHICLE, STRUCTURAL PARAMETER, TRANSPORT-TECHNOLOGICAL QUALITY, TECHNOLOGICAL IMPACT.

#### РЕФЕРАТ

Хмельов И. В. Метод оценки транспортно-технологического качества автотранспортных средств по энергетическому критерию / И. В. Хмельов, А. В. Гусев, Д. А. Свиринов // Вестник Национального транспортного университета. Научный журнал: в 2 ч. Ч. 1: Серия: „Технические науки” – К. : НТУ, 2014. – Вип. 13.

В статье предложена методика оценки транспортно-технологического качества автотранспортных средств в соответствии с концепцией сбережения энергии и ресурсов.

Объект исследования – процесс перевозки, в котором проявляется комплекс свойств автомобиля как носителя технических ресурсов транспорта.

Цель работы – выявление закономерностей влияния изменения конструктивных параметров на транспортно-технологическое качество автотранспортных средств.

Методы исследования – энергетическое измерение транспортной работы и сравнение энергетических характеристик автомобиля с его эталонным прототипом, методы теории множеств, а также методы теории энергоресурсной эффективности автотранспортных средств.

Основным недостатком существующих методов обоснования и выбора подвижного состава является то, что они исходят из идеи противозатратной эффективности и не учитывают важную особенность будущих транспортных технологий – изменение параметров техники и увеличение энергетической результативности машинных процедур технологий перевозок. Выявлено, что при выборе подвижного состава необходимо учитывать эволюцию конструктивных параметров автомобилей, а также многообразие условий перевозок. Новизна результатов состоит в выявлении взаимосвязи характеристик технологических процедур с энергетической эффективностью автомобиля для повышения энергоресурсной эффективности автомобильных перевозок.

Результаты статьи могут быть использованы для обоснования инвестиционных проектов перевозок, а также при организации тендеров для приобретения подвижного состава.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – определение рационального варианта конструкции автомобиля, который обеспечивает оптимальность показателей его функциональной эффективности и максимизацию ресурсоотдачи процесса перевозок для заданных условий (режимов) эксплуатации.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** АВТОМОБИЛЬНАЯ ПЕРЕВОЗКА, АВТОТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО, КОНСТРУКТИВНЫЙ ПАРАМЕТР, ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ.

#### АВТОРИ:

Хмельов Игорь Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри транспортних технологій, e-mail: khmelyov-ntu@gmail.com, тел. +380442801938, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 432.

Гусев Александр Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, Національний транспортний університет, доцент кафедри аеропортів, e-mail: al-ntu@yandex.ru, тел. +380442807073, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1, к. 344.

Свиринов Дмитро Олександрович, Національний транспортний університет, e-mail: dimasvirin@gmail.com, тел. +380631091883, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1.

#### AUTHOR:

Khmelov Ihor V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of transport technologies, e-mail: khmelyov-ntu@gmail.com, tel. +380442801938, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 432.

Gusev Oleksandr V., Ph.D., associate professor, National Transport University, associate professor department of airports, e-mail: al-ntu@yandex.ru, tel. +380442807073, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 344.

Svirin Dmytro O., National Transport University, e-mail: dimasvirin@gmail.com, tel. +380631091883, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1.

**АВТОРЫ:**

Хмелёв Игорь Владимирович, кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, доцент кафедры транспортных технологий, e-mail: khmelyov-ntu@gmail.com, тел. +380442801938, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 432.

Гусев Александр Владимирович, кандидат технических наук, Национальный транспортный университет, доцент кафедры аэропортов, e-mail: al-ntu@yandex.ru, тел. +380442807073, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова, 1, к. 344.

Свири́н Дми́трий Алекса́ндрович, Национальный транспортный университет, e-mail: dimasvirin@gmail.com, тел. +380631091883, Украина, 01010, м. Київ, вул. Суворова, 1.

**РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Ігнатенко О.С., доктор технічних наук, професор, Національна академія державного управління при Президентіві України, професор кафедри регіонального управління, місцевого самоврядування та управління містом, Київ, Україна.

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

**REVIEWER:**

Ignatenko O.S., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Academy of State Management, professor, department of regional management, Kyiv, Ukraine.

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