

## ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ АВТОБУСІВ ДЛЯ МІСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Хабутдінов Р.А., доктор технічних наук, Національний транспортний університет, Київ, Україна

Дерун О.Л., Національний транспортний університет, Київ, Україна.

Осадча О.В., Національний транспортний університет, Київ, Україна.

## TRANSPORT AND TECHNOLOGI BASING OF BUSES FOR URBAN TRANSPORTATION

Khabutdinov R.A., Doctor of Technical Sciences, National Transport University, Kyiv, Ukraine.

Derun O.L., National Transport University, Kyiv, Ukraine.

Osadcha O.V., National Transport University, Kyiv, Ukraine.

## ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ АВТОБУСОВ ДЛЯ ГОРОДСКИХ ПЕРЕВОЗОК

Хабутдинов Р.А., доктор технических наук, Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Дерун О.Л., Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Осадчая О.В., Национальный транспортный университет, Киев, Украина.

Постановка проблеми. Автобуси є одним із основних засобів перевезення пасажирів у міському сполученні. Вони функціонують у режимах нерівномірно-переривчастого руху між зупинками. Як наслідок, значно погіршується використання тягово-швидкісних, паливних і екологічних характеристик автобусів, зростає ресурсовитратність перевезень. Існуючі методи аналізу автобусних перевезень [1] засновані на розрахунковій схемі транспозиційних операцій. Інакше кажучи, розглядається не функціонування автобуса в транспортних операціях, а акти зміни положень автобуса між зупинками. Таким чином розрахункові схеми теорії організації автобусних перевезень є нетехнологічними, неенергетичними, нересурсними і неконцептуальними, тобто не відповідають концепції експлуатаційного енергозбереження. У зв'язку з цим представлені результати аналізу техніко-експлуатаційних та енергетичних характеристик автобусів з використанням теорії енергоресурсної ефективності автомобіля узагальненого типу. Мета роботи – моніторинг і аналіз техніко-експлуатаційних і енергетичних характеристик автобусів, а також їх обґрунтування у рамках концепції енергозбереження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У теорії транспортного процесу існують дві схеми аналізу процесу транспортування пасажирів – транспозиційна та транстехнологічна [2]. Транспозиційна схема – це спрощений підхід до поняття транспортування. У цій схемі транспортна операція представляється не як технологічна, а як хронометрична, тобто засікається час відправки транспортного засобу з зупинки А та прибуття його до зупинки Б. До уваги береться пасажиромісткість транспортного засобу, кількість пасажирів, що перевозяться, та ціна ресурсів (автобус, паливо, зарплата водія та інші). Машинні та трудові процедури, процеси перетворення енергії та ресурсів не розглядаються, тому що прийнята схема віртуального переміщення. Постеріорно розраховується умовна облікова транспортна робота та витрати на поїздку. Слід зазначити, що показник облікової транспортної роботи (пасажиро-кілометр) не має фізичного змісту, тому рішення технологічних задач на основі цього показника не є коректними. Головним недоліком транспозиційної схеми є те, що транспортна операція взагалі не описана [2]. В основу транспозиційної схеми покладено наступні припущення [3]: а) складний ТЗ замінюється простим перевізним засобом (фактично рухомий кузов); б) параметри техніки і технології перевезень залишаються незмінними (принцип “freezing technology” – FT); в) властивостями дороги як поверхні кочення нехтують; г) замість енергоємного технологічного транспортування автобуса розглядають його віртуальне транспозиціонування.

Перевагою такої розрахункової схеми є те, що вона спрощує вирішення задач підвищення противитратної ефективності автобусної доставки пасажирів, а основним недоліком – незабезпечення вирішення техніко-технологічних задач розвитку автобусних перевезень.

В транстехнологічній схемі транспортної операції все вище згадане враховується. Вважається, що в ці операції залучаються технологічні ресурси транспорту (технічні ресурси – автобуси; трудові ресурси – водії; енергетичні ресурси – паливо). При цьому, автобуси комплексно функціонують як складні машини, небезпечні об'єкти керування рухом, енергоємні перевізні засоби, знаряддя технологічних впливів [3]. В процесі транспортування властивості технологічних ресурсів та функції автобусу поєднуються за допомогою технологічних процедурі процесів перетворення

енергії. В результаті, в транспортній операції технологічні ресурси перетворюються у фізичний продукт транспорту (сукупність імпульсів кількості руху експлуатаційної маси автобусу), що має свій фізичний зміст. Слід зазначити, що вимірник облікової транспортної роботи (пасажиро-кілометр) не має фізичного змісту, що обмежує придатність існуючої організаційної теорії для вирішення задач удосконалення технологій перевезень. Таким чином, для формування енергозберігаючих технологій, обов'язково потрібно враховувати транстеchnологічне схематранспортної операції [2, 3].

Виклад основного матеріалу дослідження. Транспортними підприємствами під час вибору автобусів для перевезення пасажирів згідно організаційного підходу враховуються тільки продуктивність і собівартість перевезень. Не беруться до уваги закономірності технологічного функціонування автобусу. Не враховуються основні техніко-експлуатаційні показники та їх вплив на транспортну енергоефективність автобусу. Для аналізу показника енергетичної ефективності автобуса ( $P_e$ ) з урахуванням вищезгаданих характеристик були використані математичні моделі теорії енергоефективності автомобіля узагальненого типу [2]. Ці математичні моделі були адаптовані до методик аналізу автобусних перевезень. При проведенні багатоваріантних розрахунків також визначались значення коефіцієнтів швидкості ( $K_v$ ) та паливного коефіцієнту пробігу ( $K_e$ ) [4].

Приклад розрахунку показників транспортної енергоефективності для автобусів Рута-25D Cummins (малий клас) та CityLAZ-12 (ЛАЗ-А183) (великий клас) наведено в таблиці 1. У ході обчислень варіювались значення коефіцієнту статичного використання пасажиромісткості (0,0,25-0,5-0,75-1) та коефіцієнту опору дороги (0,015;0,018;0,021).

Таблиця 1 – Приклад розрахунку показників транспортної енергоефективності

| Автобус               | $\psi$ | $\gamma_{ст}$ | $K_v$        |                    | $K_{vp}$ | $K_e$        |                    | $K_{ep}$ | $P_e$ |
|-----------------------|--------|---------------|--------------|--------------------|----------|--------------|--------------------|----------|-------|
|                       |        |               | міський цикл | магістральний цикл |          | міський цикл | магістральний цикл |          |       |
| Рута-25D Cummins      | 0,015  | 1             | 1,160        | 1,365              | 1,303    | 2,053        | 1,226              | 1,474    | 0,412 |
|                       | 0,018  |               | 1,135        | 1,336              | 1,276    | 2,184        | 1,304              | 1,568    | 0,379 |
|                       | 0,021  |               | 1,111        | 1,307              | 1,248    | 2,316        | 1,383              | 1,663    | 0,350 |
| CityLAZ-12 (ЛАЗ-А183) | 0,015  | 1             | 1,308        | 1,412              | 1,381    | 2,471        | 1,909              | 2,303    | 0,370 |
|                       | 0,018  |               | 1,221        | 1,364              | 1,321    | 2,629        | 2,031              | 2,449    | 0,332 |
|                       | 0,021  |               | 1,141        | 1,317              | 1,264    | 2,786        | 2,153              | 2,569    | 0,300 |

На основі проведених розрахунків отримано графіки залежності  $P_e = f(\gamma_{cm})$  та  $P_e = f(\psi)$  для малого та великого класу автобусів (рис. 1 – рис. 3).

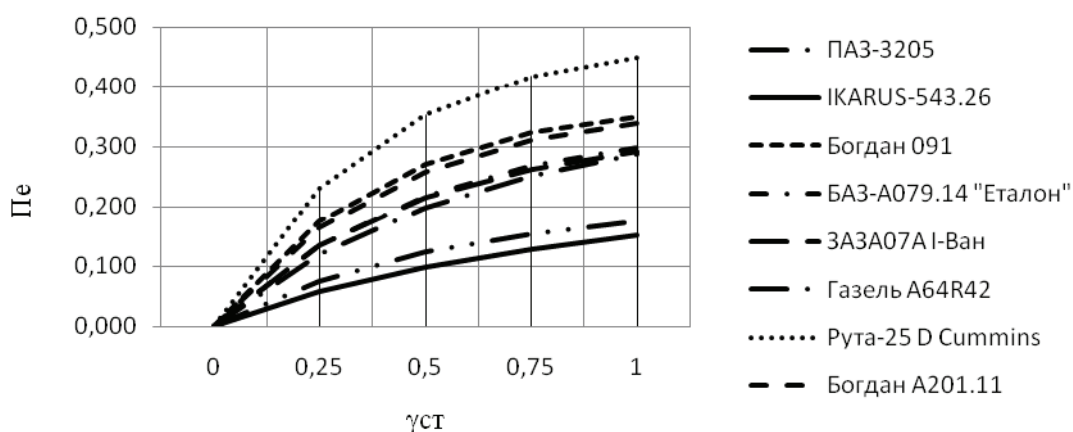


Рисунок 1 – Графіки залежності показника енергетичної ефективності від коефіцієнта використання пасажиромісткості для ряду малого класу автобусів ( $\psi=0,012$ )

З рисунку 1 випливає, що зі збільшенням  $\gamma_{ст}$  збільшується паливний коефіцієнт пробігу. Також можна зробити висновок, що найбільш енергоефективним є автобус Рута-25 DCummins. Найгірший рівень енергоефективності мають ІКАРУС-543.26 та ПАЗ-3205.

За допомогою графіка можна встановити, що показник енергетичної ефективності знаходиться у спадаючій залежності від коефіцієнту опору дороги. Серед автобусів малого класу найенергоефективнішим є автобус Рута-25 D Cummins. Це пов'язано з меншими витратами палива та високим рівнем тягово-динамічних якостей.

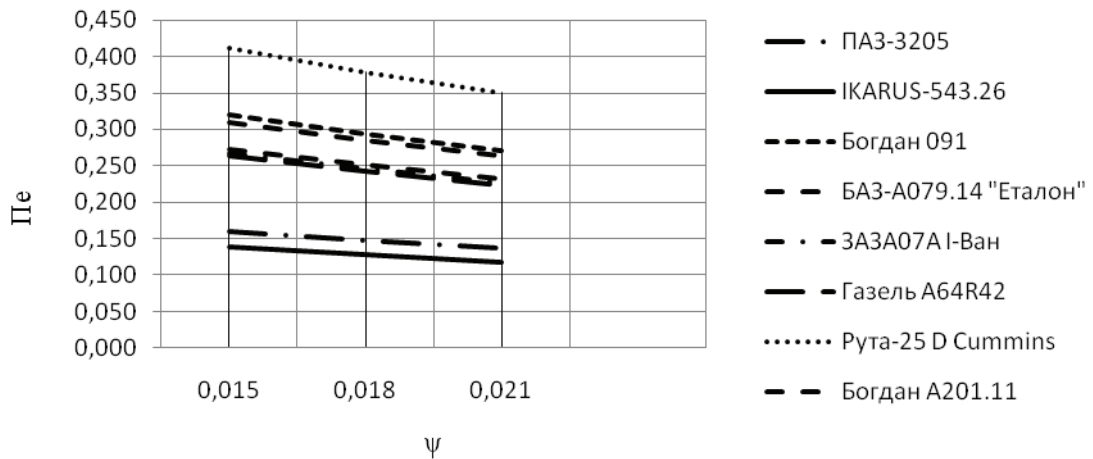


Рисунок 2 – Графіки залежності показника енергетичної ефективності від коефіцієнта опору дороги для ряду малого класу автобусів ( $\gamma_{ст} = 1$ )

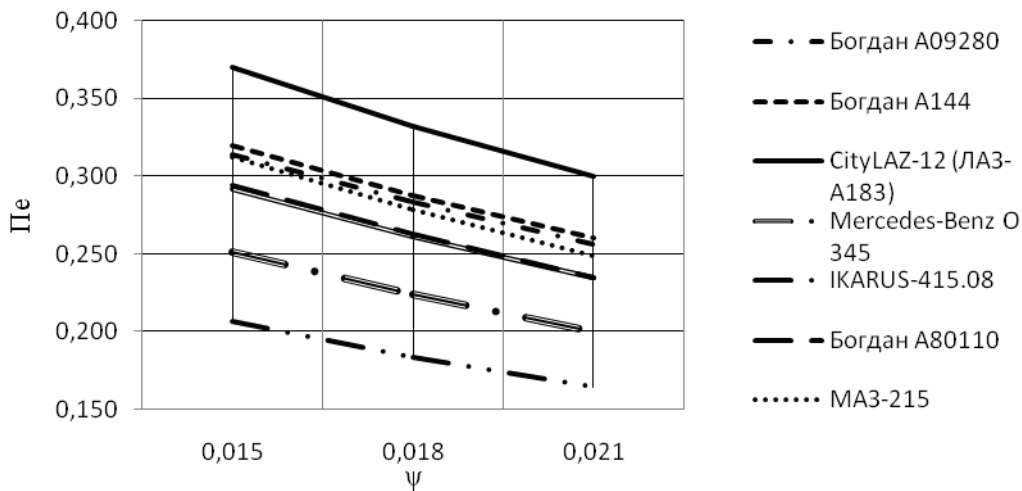


Рисунок 3 – Графіки залежності показника енергетичної ефективності від коефіцієнта опору дороги для ряду великого класу автобусів ( $\gamma_{ст} = 1$ )

Дані рисунка 3 дозволяють ранжувати автобуси великого класу за показником їх транспортної енергоефективності. Можна побачити, що найкращий рівень енергоефективності має автобус CityLAZ-12(ЛАЗ-А183), а найгірший – IKARUS-415.08. Автобус Богдан А144 займає друге місце, рівень показника енергоефективності на 14,67 % менше.

Висновок.1.Виявлено, що у сфері автобусних перевезень актуальна експлуатаційно-технологічна концепція енергозбереження. 2. Встановлено, що для аналізу характеристик автобусів необхідно використовувати методи теорії енергоресурсної ефективності автомобілів. 3. Визначено техніко-експлуатаційні і енергетичні характеристики автобусів для двох сегментів ринку. 4. Отримані закономірності впливу коефіцієнта використання пасажиромісткості, коефіцієнта опору дороги на показник енергетичної ефективності автобусів малого та великого класу. 5. За результатами аналізу проведено ранжування за рівнем їх транспортної енергоефективності. 6. Запропоновано методику транспортно-технологічного обґрунтування автобусів.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Яцківський Л.Ю. Міські автобусні перевезення. – К, 2003. – 128 с.
2. Хабутдінов Р. А. Енергоресурсна ефективність автомобіля / Р. А. Хабутдінов, О. Я. Коцюк. – К. : УТУ, 1997. – 137 с.
3. Хабутдінов Р.А. Розробка принципів системного формування ресурсозберігаючих автотранспортних технологій // Вісник НТУ. – 2003. – Вип. 8. – С. 33-37.
4. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни «Ресурсозберігаючі технології на автомобільному транспорті» за кредитно-модульною системою організації навчального процесу для студентів денної форми навчання напряму 6.070101 «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» фахового спрямування «Організація перевезень і управління на автомобільному транспорті» / Укл.: Р. А. Хабутдінов, І.В. Хмельов. – К.: НТУ, 2012. – 20 с.

## REFERENCES

1. Yatskyvsky L.U. City bus transportation. Kyiv, 2003.128 p. (Ukr)
2. Khabutdinov R.A. Energy and resources efficiency of car. R.A. Khabutdinov, O.Ya. Kotsyuk. Kyiv UTU, 1997.137 p. (Ukr)
3. Khabutdinov R.A. Development of principles of system resource formation of transport technologies. Visnyk NTU, 2003. 8 vol. P. 33-37. (Ukr)
4. Methodological guidelines for conducting workshops on the subject "Resource-saving technologies in road transport" for the credit system of the educational process for full-time students direction 6.070101 "Transport Technologies (road transport)" professional orientation "Transportation Organization and management of road transport". Khabutdinov R.A., Khmelov I.V. Kyiv, National Transport University, 2012.20 p. (Ukr)

## РЕФЕРАТ

Хабутдінов Р.А. Транспортно-технологічне обґрунтування автобусів для міських перевезень / Р.А. Хабутдінов, О.Л. Дерун, О.В. Осадча // Вісник Національного транспортного університету. Науково-технічний збірник: в 2 ч. Ч. 1: Серія «Технічні науки». – К. : НТУ, 2014. – Вип. 29.

Представлено аналіз техніко-експлуатаційних та енергетичних характеристик автобусів міських перевезень.

Об'єкт дослідження – транспортна операція автобусних перевезень.

Мета роботи – моніторинг і аналіз техніко-експлуатаційних і енергетичних характеристик автобусів у рамках концепції енергозбереження.

Метод дослідження – методи передексплуатаційного та експлуатаційного аналізу транспортної енергоефективності автобусів з використанням теорії енергоресурсної ефективності автомобіля.

Проаналізовано характеристики автобусів за допомогою методів теорії енергоресурсної ефективності. Розраховано їх енергетичні характеристики, а саме: коефіцієнти швидкості, паливний коефіцієнт пробігу, показники енергетичної ефективності. Отримано закономірності впливу коефіцієнта використання пасажиромісткості, коефіцієнта опору дороги на показник енергетичної ефективності автобусів

Результати статті можуть бути використані транспортними підприємствами при виборі автобусів для перевезення пасажирів.

Прогнозні припущення щодо розвитку об'єкта дослідження – пошук способів впровадження методів теорії енергоресурсної ефективності у роботу транспортних підприємств.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** АВТОБУС, ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ТРАНСТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ОПЕРАЦІЙ, ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНОСТЬ АВТОБУСА, ДОРОЖНІ УМОВИ.

## ABSTRACT

Khabutdinov R.A., Derun O.L., Osadcha O.V. Transportation and technology basing of buses for urban transportation. Visnyk National Transport University. Scientific and Technical Collection: In Part 2. Part 1: Series «Technical sciences». – Kyiv: National Transport University, 2014. – Issue 29.

The analysis of technical, operating and power characteristics of urban bus transport.

Object of the study – transport operation bus transportation.

Purpose of the study – to monitor and analyze the technical and operational characteristics of buses and energy within the concept of energy saving.

Method of the study – the method to the analysis of preoperational and operational efficiency of the transport buses using the theory of energy-resource efficiency of the vehicle.

Analyzed the characteristics of buses using the methods of the theory of energy resources efficiency. Calculated their energy characteristics: the coefficients of speed, fuel rate of mileage, indicators of energy efficiency. Retrieved regularities of influence utilization rate of passenger capacity, coefficient of resistance on the way to energy efficiency index of buses.

The results of the article can be used by transport companies when choosing a bus to transport passengers.

Expected assumptions about the object of study – to find ways of implementing the methods of the theory of energy-resource efficiency in the transport business.

**KEY WORDS:** BUS, ENERGY OUTPUT OF TRANSPORTATION, TRANS-TECHNOLOGICAL OPERATIONAL SCHEME, ENERGY EFFICIENCY OF BUS, ROAD CONDITIONS.

## РЕФЕРАТ

Хабутдінов Р.А. Транспортно-технологическое обоснование автобусов для городских перевозок / Р.А. Хабутдінов, О.Л. Дерун, О.В. Осадча // Вестник Национального транспортного

университета. Научно-технический сборник: в 2 ч. Ч. 1: Серия «Технические науки». – К. : НТУ, 2014. – Вып. 29.

Представлен анализ технико-эксплуатационных и энергетических характеристик автобусов для городских перевозок.

Объект исследования – транспортная операция автобусных перевозок.

Цель работы – мониторинг и анализ технико-эксплуатационных и энергетических характеристик автобусов в рамках концепции энергосбережения.

Метод исследования – метод передэксплуатационного и эксплуатационного анализа транспортной энергоэффективности автобусов с использованием теории энергоресурсной эффективности автомобиля.

Проанализированы характеристики автобусов с помощью методов теории энергоресурсной эффективности. Рассчитано их энергетические характеристики, а именно: коэффициенты скорости, топливные коэффициенты пробегов, показатели энергетической эффективности. Получены закономерности влияния коэффициента использования пассажироместимости, коэффициента сопротивления дороги на показатель энергетической эффективности автобусов.

Результаты статьи могут быть использованы транспортными предприятиями при выборе автобусов для пассажирских перевозок.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – поиск способов внедрения методов теории энергоресурсной эффективности в работу транспортных предприятий.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** АВТОБУС, ЭНЕРГОЕМНОСТЬ ПЕРЕВОЗОК, ТРАНСТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА ОПЕРАЦИЙ, ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АВТОБУСА, ДОРОЖНЫЕ УСЛОВИЯ.

#### **АВТОРИ:**

Хабутдінов Рамазан Абдулайович, доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, Київ, завідувач кафедри транспортних технологій, e-mail: habutd@mail.ru, tel.+380962290869, Україна, 1010, Київ, вул. Суворова, 1.

Дерун Оксана Леонідівна, Національний транспортний університет, студент, e-mail:dol.oxana.1993@gmail.com, тел. +380671697789, Україна, 04086, м. Київ, вул. О. Теліги 45, кв. 9.

Осадча Оксана Володимирівна, Національний транспортний університет, студент, e-mail: Ksyshka07@meta.ua, тел. +380500410641, Україна, м. Київ, вул. Кіквідзе 36, кім. 506.

#### **AUTHOR:**

Khabutdinov Ramazan Abdulayovych, Ph.D., professor, National Transport University, e-mail: habutd@mail.ru, tel. +380962290869, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorovastr. 1.

Derun Oksana Leonidivna, National Transport University, e-mail:dol.oxana.1993@gmail.com, tel. +380671697789, Ukraine, 04086, Kyiv, OlegaTeligy str. 45, of 9.

Osadcha Oksana Volodymyrivna, National Transport University, e-mail: Ksyshka07@meta.ua, tel. +380500410641, Ukraine, Kyiv, Kikvidze str. 36, of 506.

#### **АВТОРЫ:**

Хабутдинов Рамазан Абдулаевич, доктор технических наук, профессор, Национальный транспортный университет, Киев, заведующий кафедры транспортных технологий, e-mail: habutd@mail.ru, тел. +380962290869, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1.

Дерун Оксана Леонидовна, Национальный транспортный университет, студент, e-mail: dol.oxana.1993@gmail.com, тел. +380671697789, Украина, 04086, г. Киев, ул. О. Телиги 45, кв. 9.

Осадча Оксана Владимировна, Национальный транспортный университет, студент, e-mail:Ksyshka07@meta.ua, тел. +380500410641, Украина, г. Киев, ул. Киквидзе 36, ком. 506.

#### **РЕЦЕНЗЕНТИ:**

Мнацаканов Рудольф Георгійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри авіаційних робіт та послуг, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, тел.(067)-971-48-62.

Ширяева Світлана Володимирівна, кандидат технічних наук, доцент кафедри транспортних технологій, Національний транспортний університет, Київ, Україна, тел.(044)-280-38-19.

#### **REVIEWER:**

Mnatsakanov Rudolf Heorhiy, Doctor of Technical Science, Associate Professor, Head of Department of Aviation Works and Services, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, tel. (067)-971-48-62.

Shyryaieva Svitlana Volodymyrivna, Ph.D in Technical Science, Associate Professor of Department of Transport Technologies, National Transport University, Kyiv, Ukraine, tel.(044)-280-38-19.