

В. В. Біліченко**С. В. Цимбал****О. В. Цимбал**

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИСТОСОВАНOSTІ АВТОБУСІВ ДО РОБОТИ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Вінницький національний технічний університет

Одним з найважливіших завдань розвитку міст України на сьогодні є створення надійної, безпечної, економічної та екологічної системи міського пасажирського транспорту, яка орієнтована на задоволення потреб кожного учасника системи. В сучасному місті громадський транспорт є однією з найбільш важливих галузей господарювання, отже, стабільна робота системи міського пасажирського транспорту розглядається як така, що має особливе соціальне значення, що і обґрунтовує актуальність цього дослідження.

Занепад пасажирських АТП протягом останніх десяти-п'ятнадцяти років був викликаний відсутністю коштів на підтримку їхнього нормального функціонування через економічні труднощі у країні, а укомплектованість автобусами граничного терміну служби і неможливість їхньої заміни ще більше загострила ситуацію. Усе це сприяло виходу на ринок приватних перевізників з різноманітним рухомим складом переважно малої місткості. При цьому найбільше поширення одержали перевезення пасажирів у режимі маршрутних таксомоторів без достатнього обґрунтування застосування такої організації роботи.

Аналіз літературних джерел свідчить, що основними показниками ефективності пасажирських перевезень є: рівень транспортного обслуговування населення, продуктивність автобусів і собівартість перевезень. За інших рівних умов, рівень транспортного обслуговування визначається витратами часу на переміщення і включає витрати часу на: піше переміщення, очікування автобусу, поїздки, пересадку та додаткові витрати через відмову в посадці. Проведені розрахунки показали, що вибір автобуса для роботи в місті, при решті еквівалентних умов, доцільно виконувати на основі характеристик паливної економічності. У зв'язку з більш ефективним використанням палива автобусами більшої місткості виникає питання про раціональну структуру міського пасажирського транспорту, яка б враховувала як вартісні характеристики перевезень, так і рівень надання транспортних послуг.

У результаті проведеного дослідження встановлено, що в режимі маршрутного таксомотора доцільно використовувати автобуси загальною місткістю менше тридцяти пасажирів. Доцільність використання автобусів більшої місткості для таких перевезень вимагає додаткових досліджень у конкретних умовах роботи.

Ключові слова: автобусні перевезення, режими руху, показники роботи транспорту, швидкісні властивості, собівартість перевезень, ефективність, паливна економічність, продуктивність.

Аналіз залежності швидкісних властивостей автобусів від технічно-експлуатаційних властивостей та дорожніх умов

Основною метою організації автобусних перевезень є надання якісних транспортних послуг населенню при мінімальних витратах. З точки зору пасажирів, швидкість переміщення автобусів – одна з основних характеристик рівня транспортних послуг, яка визначається технічною швидкістю руху. В той же час технічна швидкість є узагальнюючим показником тягово-швидкісних властивостей транспортного засобу, яка визначається в заданих дорожніх умовах (типові ділянки, визначені цикли руху та інші ситуаційні фактори).

Для перевізника одним з основних критеріїв ефективності роботи автобусів є собівартість перевезень, вагома частка якої визначається витратою палива. В свою чергу, витрати палива на 100 км пробігу в Україні та більшості європейських країн є основним вимірником паливної економічності транспортного засобу [1].

Таким чином, використання згаданих показників достатньою мірою характеризує пристосованість автобусів до міських перевезень.

Характеристики функціонування автобусного маршруту визначаються режимами руху автобусів. Рух маршрутних автобусів передбачає виконання на кожному перегоні таких операцій: розгін, рух з постійною швидкістю, гальмування, стоянка з ввімкнутим двигуном. В даному випадку використовувались результати дослідження властивостей міських автобусів [2–3].

Дослідження зміни технічної швидкості руху автобуса від довжини міжзупинкової відстані свідчить про незначні варіації швидкісних властивостей сучасних автобусів (рис. 1).

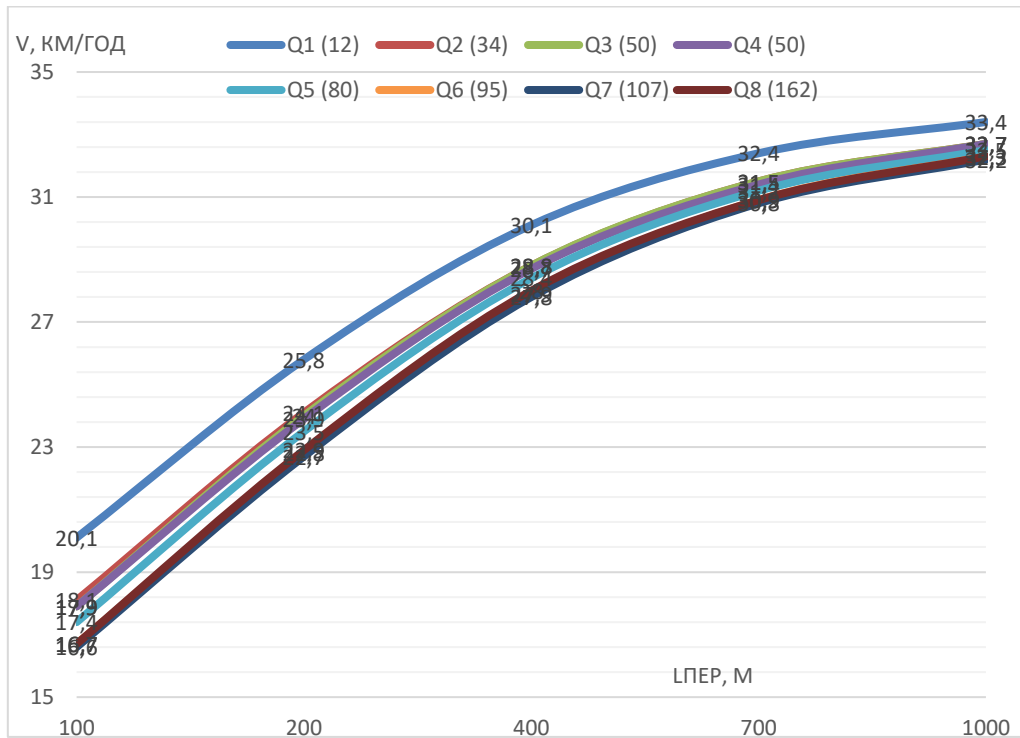


Рис. 1. Вплив міжзупинкової відстані ($L_{пер}$) на технічну швидкість руху автобусів (V) різної місткості (Q_i , місць) [4]

При цьому краща динаміка при малих довжинах перегонів притаманна мікроавтобусам, швидкість яких більша на 14,5 % порівняно зі швидкістю автобусів великої місткості. Збільшення перегону до 1 км зменшує цю різницю до 2,4 %. У зоні звичайних міжзупинкових відстаней ця різниця не перевищує 4,5 %. Вплив наповнення автобусів на технічну швидкість удвічі менший (рис. 2). Тому при організації міських пасажирських перевезень з достатньою для інженерних розрахунків точністю можна не враховувати розходження в швидкісних властивостях автобусів, оскільки характеристики маршрутів мають у кілька разів більший вплив на значення експлуатаційних показників.

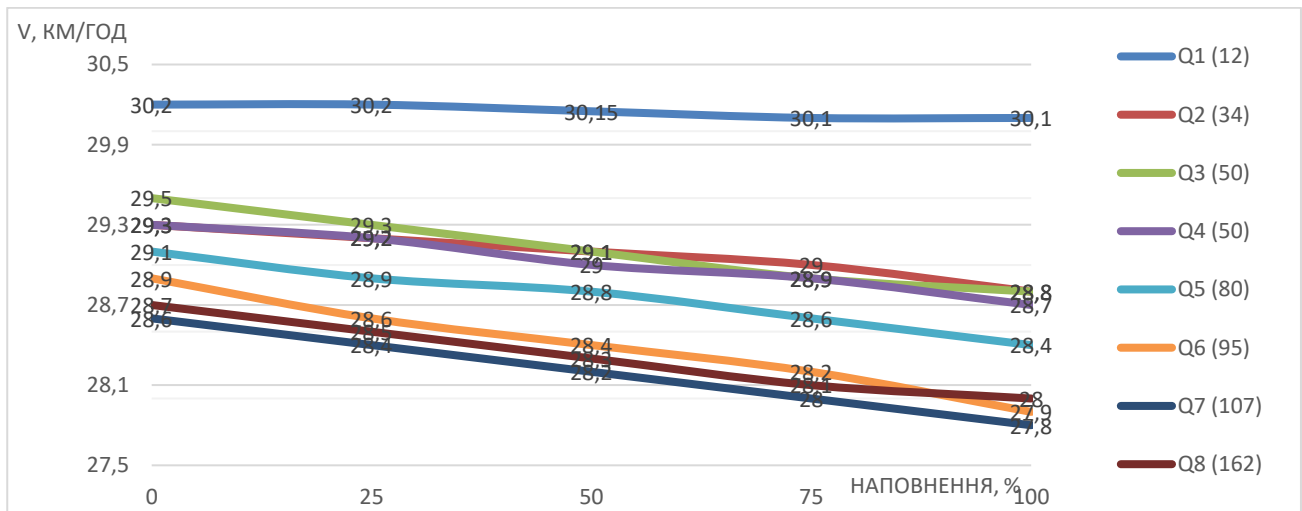
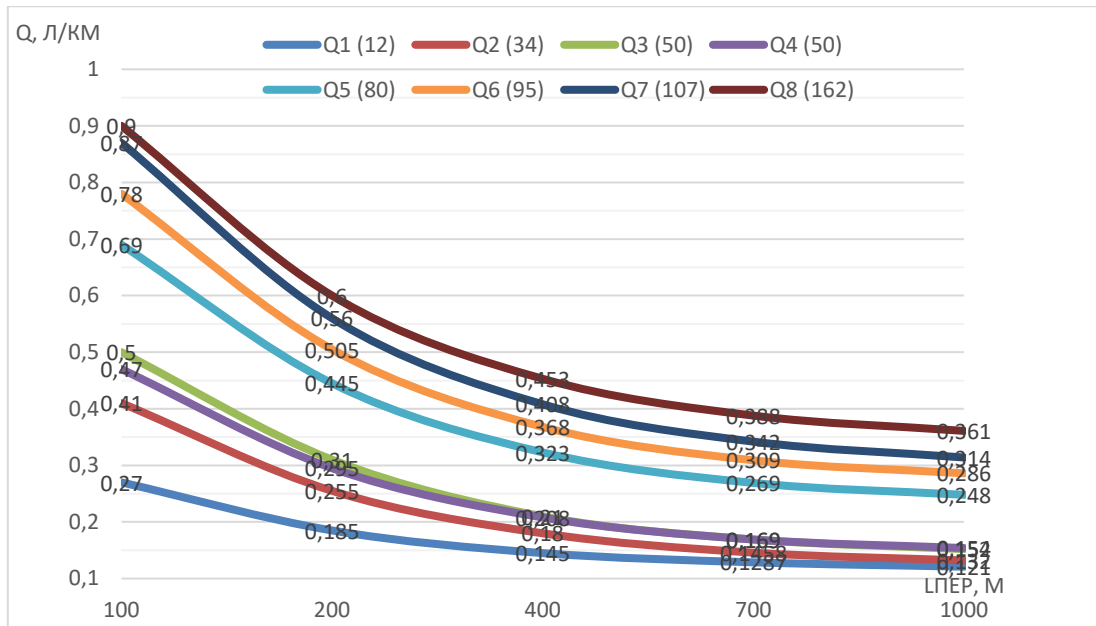
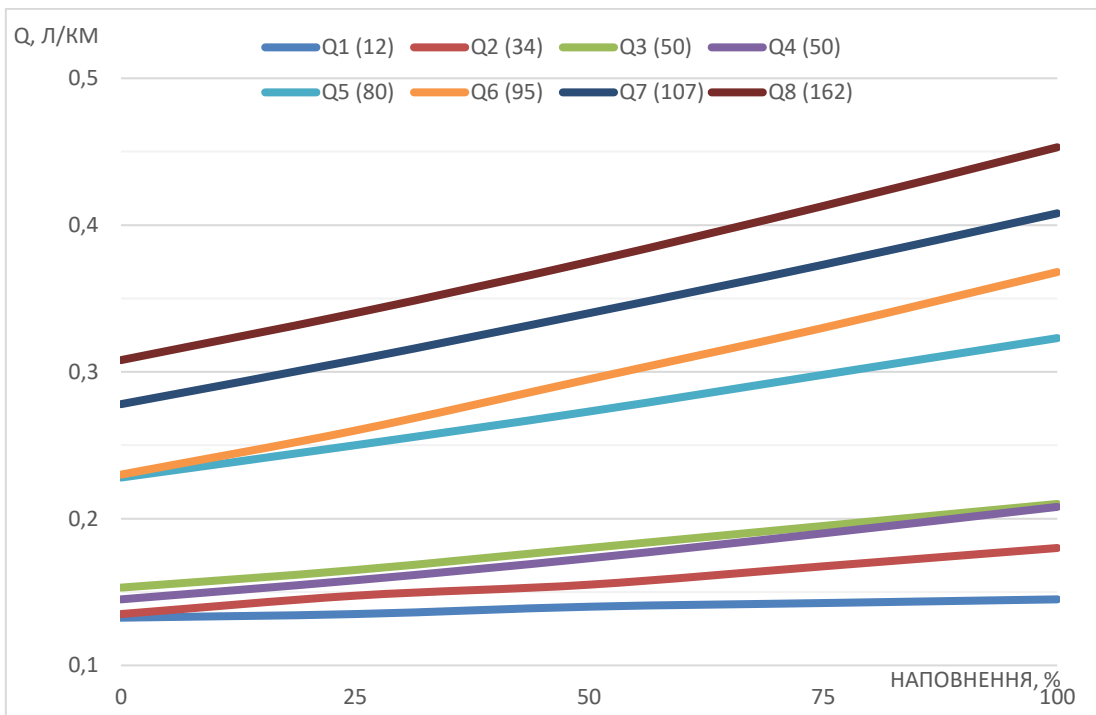


Рис. 2. Вплив наповнення автобусів різної місткості (Q_i , місць) на технічну швидкість руху (V), при $L_{пер} = 400$ м [4]

На відміну від технічної швидкості руху, витрата палива істотно залежить не тільки від довжини міжзупинкової відстані, але і від марки, місткості і наповнення транспортних засобів (рис. 3, рис. 4). При цьому відзначимо, що для автобусів різних виробників, але однакової місткості, різниця витрати палива не перевищує 6 %. У результаті аналізу отриманих даних було підтверджене теоретичне положення про лінійне збільшення витрати палива зі збільшенням коефіцієнта використання місткості автобуса.

Рис. 3. Вплив міжзупинкової відстані на витрату палива автобусами різної місткості (Q_i , місць) [4]Рис. 4. Вплив ступеня наповнення салону на витрату палива автобусами різної місткості (Q_i , місць) [4]

При малих перегонах (до 150 м) кращу паливну економічність показують мікроавтобуси, витрата палива яких на 92 % менша, ніж в автобусів, особливо великої місткості. Збільшення перегону до 1 км зменшує цю різницю до 75 %. У зоні найбільш ймовірних міжзупинкових відстаней ця різниця не перевищує 80 %.

У той же час ефективність використання палива збільшується зі зростанням місткості автобусів і ступеня їхнього наповнення (рис. 5).

Узагальнюючи результати досліджень, можна відзначити, що для інженерних розрахунків розходження у швидкісних властивостях автобусів не обов'язково враховувати. Незначні коливання загальної характеристики цих властивостей у різних автобусів пов'язані зі зростанням конкуренції серед автовиробників, що привело, незважаючи на різні технічні рішення, до уніфікації швидкісних властивостей автобусів. Цьому також сприяло виконання вимог комплексу стандартів для міських умов роботи.

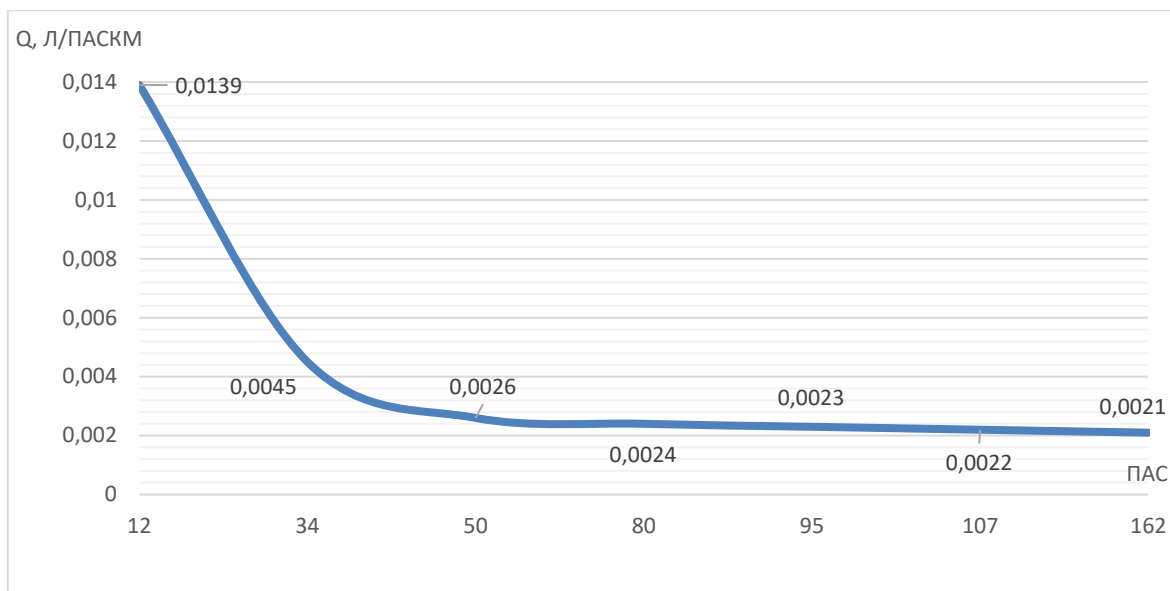


Рис. 5. Узагальнена залежність витрати палива від місткості автобусів при їх повному завантаженні [4]

Аналіз свідчить, що вибір автобуса для роботи в місті, за інших рівних умов, доцільно виконувати на основі характеристик паливної економічності. У зв'язку з більш ефективним використанням палива автобусами більшої місткості виникає питання про раціональну структуру міського пасажирського транспорту, яка б враховувала як вартісні характеристики перевезень, так і рівень надання транспортних послуг. З огляду на значний вплив міжзупинкової відстані на експлуатаційні характеристики роботи автобусів, надалі є доцільним встановити напрямки застосування різних режимів роботи автобусів на маршрутах.

Обґрунтування напрямків застосування маршрутних таксомоторів

Аналіз показує, що зі збільшенням місткості автобуса, що працює в режимі маршрутного таксомотора, настає момент, коли, з точки зору пасажирів, його використання погіршує рівень транспортного обслуговування (рис. 6). Це пояснюється тим, що збільшення місткості маршрутного таксомотора викликає зростання кількості проміжних зупинок, а отже, зменшення довжин перегонів і відповідне падіння швидкості сполучення, що призводить до збільшення часу, що витрачається пасажиром на поїздку. В результаті, скорочення витрат часу пасажирів на підхід до зупинки з лишком перебивається їх зростанням на поїздку.

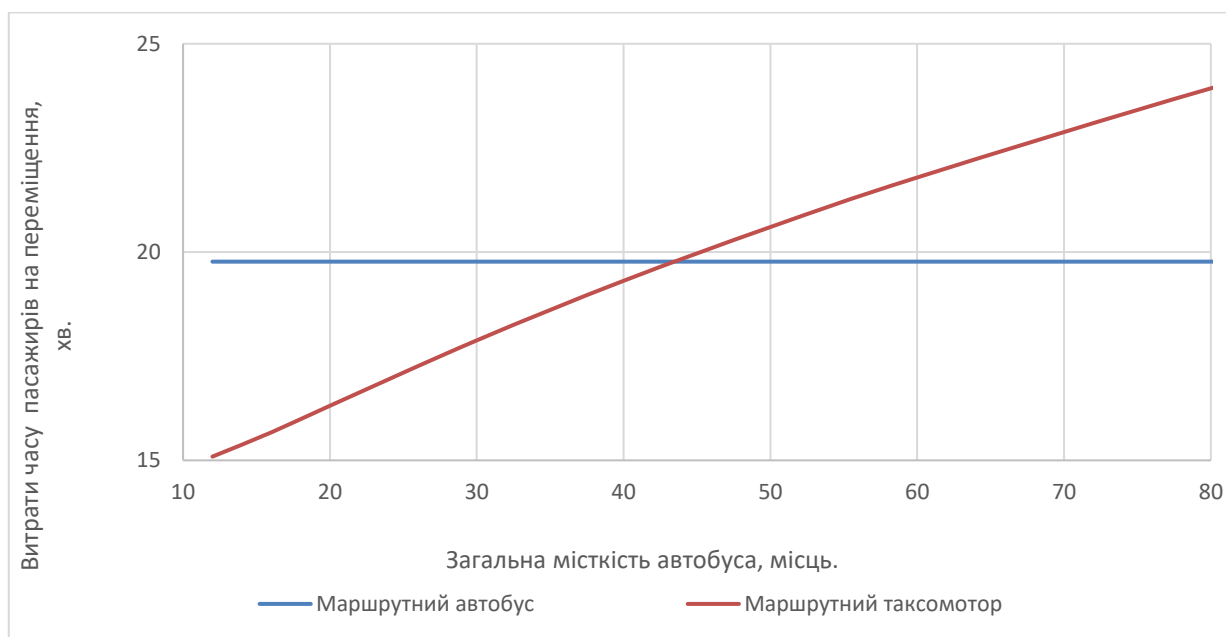


Рис. 6. Зміна витрат часу пасажирів на пересування при $l_c = 3$ км [4]

Узагальнення результатів виконаних розрахунків дозволило встановити області ефективного використання маршрутних автобусів і таксомоторів з погляду мінімізації витрат часу пасажирів на пересування (рис. 7). В межах найбільш розповсюдженій на міських маршрутах дальності поїздки ($l_c = 2,5-3,5$ км) і використанні різних моделей посадки, застосування автобусів загальною місткістю більше 40 місць у режимі маршрутного таксомотора веде до погіршення рівня транспортного обслуговування населення.

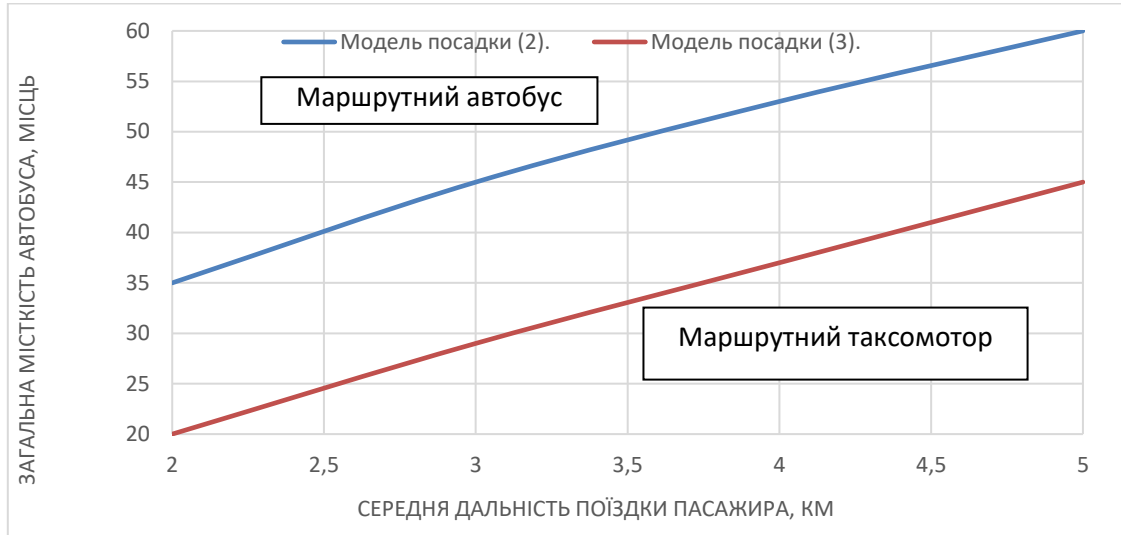


Рис. 7. Область ефективного використання маршрутного таксомотора за критерієм мінімізації витрат часу пасажирів на переміщення [4]

Продуктивність використання автобуса визначається залежністю [1]

$$W = \frac{q \cdot \gamma_{cm} \cdot k_3 \cdot l_c}{t_{рейс} + t_{к.з.}}, \quad (1)$$

$$t_{рейс} = \frac{l_M}{V_T} + t_3 \cdot n_3, \quad (2)$$

де $t_{рейс}$ – час виконання рейсу; $t_{к.з.}$ – час простою на кінцевому пункті.

Припускаючи повне завантаження салону автобуса і приймаючи умову, що довжина перегону повинна бути не меншою 0,1 км, були виконані розрахунки зі зміни продуктивності маршрутного автобуса і таксомотора залежно від загальної місткості транспортних засобів і відстані поїздки (рис. 8).

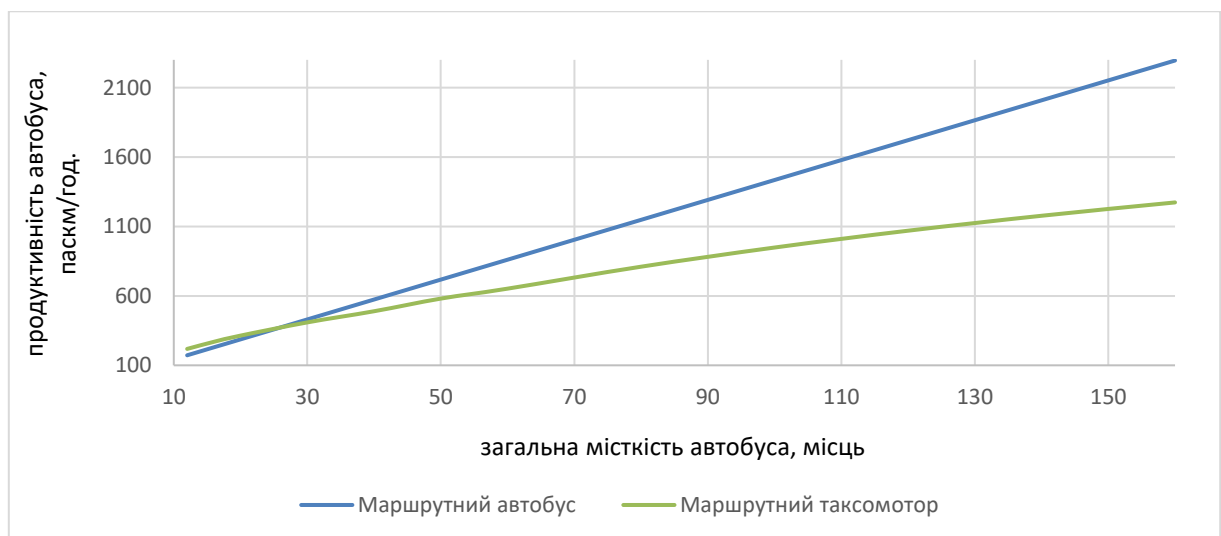


Рис. 8. Зміна продуктивності автобуса при $l_c = 3$ км [4]

З наведеного рисунка видно, що використання автобусів загальною місткістю більше 30 місць у режимі таксомотора на маршрутах з дальністю поїздки $l_c = 3$ км призводить до падіння їхньої продуктивності. При цьому подальше збільшення місткості викликає прогресуюче падіння продуктивності автобуса, що для автобусів особливо великої місткості складає 55 %. Продуктивність автобуса прямо пропорційна перевізній здатності маршруту. Таким чином, якщо перевести ці автобуси в режим роботи таксомотора, то транспортне обслуговування не тільки не покращиться, але і для виконання первісного обсягу перевезень потребує збільшення числа автотранспортних засобів удвічі.

За результатами розрахунків була встановлена раціональна область застосування маршрутних таксомоторів за критерієм максимізації продуктивності автобуса (рис. 9). З урахуванням середньої дальності перевезень у містах автобуси загальною місткістю більше 30 місць використовувати як маршрутні таксомотори недоцільно.

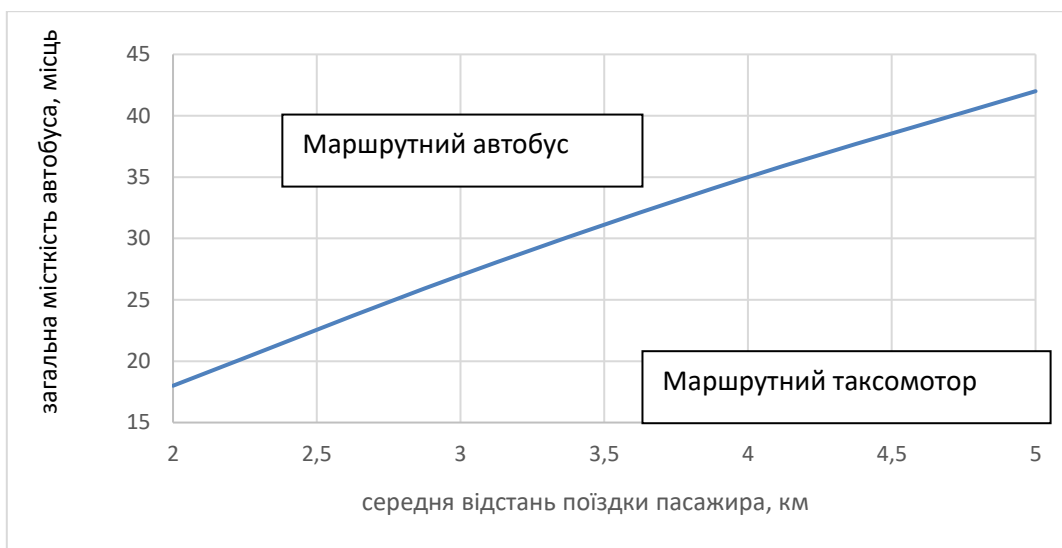


Рис. 9. Область ефективного використання маршрутного таксомотора за критерієм максимізації продуктивності автобуса [4]

Одним з узагальнюючих показників роботи транспорту є собівартість перевезень. При виконанні даного дослідження було виявлено те, що ресурс автобусів за терміном служби не вичерпано, їхній технічний стан задовільний, автобуси на маршрутах повністю завантажені. Крім цього, для корегування витрат палива залежно від довжини перегону і місткості автобусів використано результати дослідження [5].

Виконані розрахунки дозволили встановити залежність собівартості перевезень від заданих умов експлуатації автобусів (рис. 10), а також область використання маршрутних таксомоторів за умовою мінімізації витрат на транспортну роботу (рис. 11).

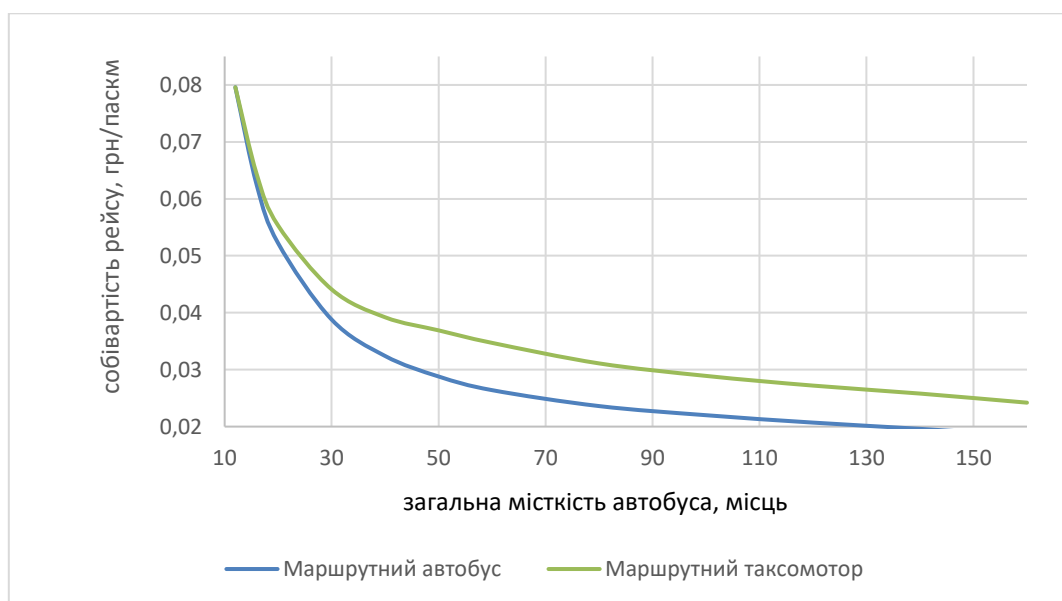


Рис. 10. Зміна собівартості перевезень при $l_c = 3$ км [4]

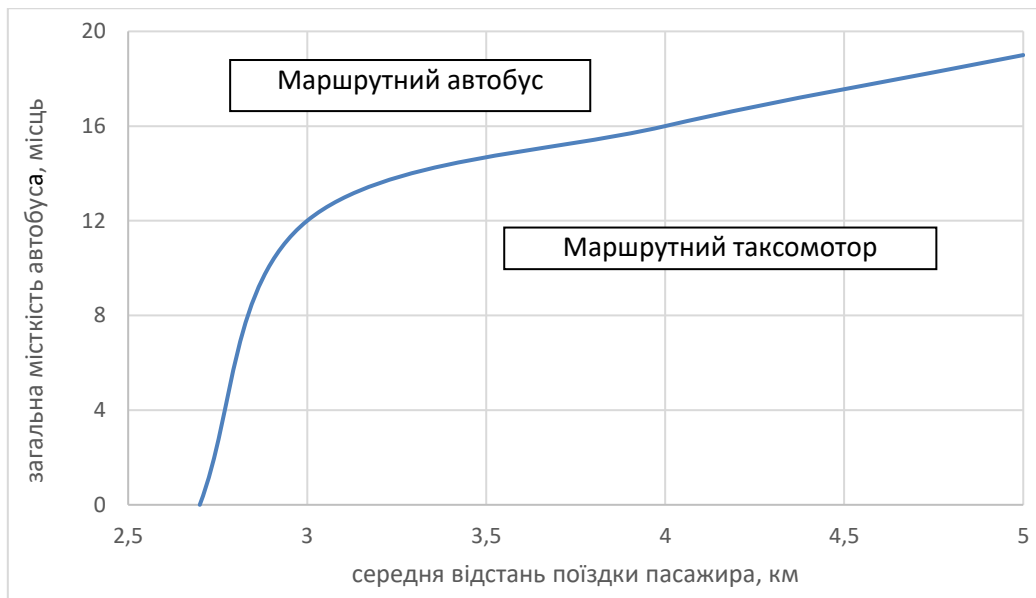


Рис. 11. Область ефективного використання маршрутного таксомотора за критерієм собівартості перевезень [6]

Аналіз отриманих результатів вказує, що за критерієм мінімізації собівартості загальна місткість маршрутного таксомотора не повинна перевищувати 14 місць. В усіх інших випадках собівартість перевезень зростає, що знижує рентабельність роботи транспорту або вимагає підвищення плати за проїзд. Однак питання зниження собівартості перевезень не є визначальним, тому що невід'ємним правом пасажирів є вимога надання більш якісних транспортних послуг за відповідну плату, а значить необхідно вирішувати соціальні задачі міста.

В результаті виконаного дослідження встановлено, що в режимі маршрутного таксомотора доцільно використовувати автобуси загальною місткістю до 30 пасажирів. Доцільність використання автобусів більшої місткості для таких перевезень вимагає додаткових досліджень у конкретних умовах роботи, тому що можливе зменшення кількості автобусів на маршруті та збільшення інтервалу руху. Що в свою чергу може негативно вплинути на якість та комфортність перевезень пасажирів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] М. Ю. Основенко, В. П. Сахно, *Автомобілі*. К.: НМК ВО, 1992, 344 с.
- [2] О. Д. Гульчак, «Аналіз ефективності організації таксомоторних маршрутів» на 6 Міжнародна науково-практична конференція «Ринок послуг комплексних транспортних систем та прикладні проблеми логістики», Київ, 2004, с. 80-84.
- [3] Е. А. Крейсман, А. О. Романюха, «Соціальний критерій вибору типу рухомого складу на міських автобусних маршрутах» в *Системні методи керування, технологія та організація виробництва, ремонту і експлуатації автомобілів*. Вип. 12. К.: УТУ ТАУ, 2001, с. 252-254.
- [4] О. Д. Гульчак, «Исследование скоростных и топливных свойств городских автобусов», *Автотранспорт и перевозки*, № 16, с. 29-31, 2004.
- [5] О. Я. Коцюк, О. Д. Григорчук, «Мотивація пасажирів при виборі виду сполучення», у *Вісник. Зб. праць Національного транспортного університету та Транспортної академії України*. К.: РВВ НТУ, вип. 4, с. 162-163, 2000.
- [6] М. М. Маяк, Е. А. Крейсман, «До раціонального вибору моделей автобусів при комплектуванні рухомого складу автотранспортних підприємств», *Вісник ЦНЦ ТАУ*, № 3, с. 80-82, 2000.

Біліченко Віктор Вікторович – д-р. техн. наук, професор, ректор, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Цимбал Сергій Володимирович – канд. техн. наук, доцент., завідувач кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Цимбал Ольга Василівна – асистент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, e-mail: unicorne@ukr.net

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

V. Bilichenko
S. Tsymbal
O. Tsymbal

Determining the suitability of buses to work on urban passenger routes

Vinnitsia National Technical University

One of the most important tasks of urban development in Ukraine today is to create a reliable, safe, economical and environmentally friendly system of urban passenger transport, which is focused on meeting the needs of each participant in the system. In the modern city, public transport is one of the most important sectors of the economy, therefore, the stable operation of the urban passenger transport system is considered to be of special social importance, which justifies the relevance of this study.

The decline of passenger ATPs over the past ten to fifteen years has been caused by a lack of funds to support their proper functioning due to economic difficulties in the country, and the shortage of buses and the impossibility of replacing them has exacerbated the situation. All this contributed to the entry into the market of private carriers with a variety of rolling stock, mostly small capacity. At the same time, the most widespread was the transportation of passengers in the mode of route taxis without sufficient justification for the use of such an organization of work.

The analysis of literature sources shows that the main indicators of the efficiency of passenger transportation are: the level of transport services, bus productivity and cost of transportation. All other things being equal, the level of transport service is determined by the cost of travel time and includes the time spent on: walking, waiting for the bus, travel, transfer and additional costs due to failure to board. The calculations showed that the choice of bus to work in the city, with other equivalent conditions, it is advisable to perform based on the characteristics of fuel economy. In connection with the more efficient use of fuel by larger buses, the question arises about the rational structure of urban passenger transport, which would take into account both the cost characteristics of transportation and the level of transport services.

As a result of the research it was established that in the mode of a route taxi it is expedient to use buses with a total capacity of less than thirty passengers. The feasibility of using larger capacity buses for such transportation requires additional research in specific operating conditions.

Key words: bus transportation, traffic modes, transport performance, speed properties, cost of transportation, efficiency, fuel economy, productivity.

Bilichenko Viktor – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Rector, e-mail: bilichenko.v@gmail.com

Tsymbal Serhii – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Head of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: tsymbal_s_v@ukr.net

Tsymbal Olga – assistant of the Department of Automobiles and Transport Management, e-mail: unicorne@ukr.net