

**О. М. Дудніков, канд. техн. наук, доцент, Т. О. Самісько, канд. техн. наук, доцент,
О. О. Белков**

**Автомобільно-дорожній інститут ДВНЗ
«Донецький національний технічний університет», м. Горлівка**

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ АВТОБУСІВ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ЕКСПРЕСНИХ РЕЙСІВ

Удосконалено існуючу методику організації роботи автобусів на міських маршрутах до рівня можливості обґрунтування та відповідного введення експресних рейсів. Розроблено рекомендації щодо обрання рухомого складу та розрахунку відповідної його кількості для забезпечення виконання експресних рейсів. Запропоновано застосовувати для організації відповідних експресних рейсів рухомий склад, який працює в режимі розривних графіків із метою підвищення ефективності його експлуатації.

Ключові слова: перехрестя доріг, рух пішохідний, регулювання, безпека руху, пасажир, маршрут

Постановка наукової проблеми та задачі, що вирішується

В Україні загальний обсяг перевезень пасажирів за 2012 рік усіма видами транспорту склав 7151 млн пасажирів [1]. У тому числі автомобільний транспорт забезпечує перевезення 4006,4 млн пасажирів, що складає приблизно 53,63 % від загального обсягу перевезень [1].

Особливу увагу необхідно приділити пасажирським автобусним міським перевезенням, які складають 67 % у загальному обсязі перевезень пасажирів [1]. Статистичні дані [1] щодо ефективності організації міських пасажирських автобусних перевезень вказують на недостатність цієї організації, що виражається в поступовому збільшенні часу очікування пасажирів автобусів на зупиночних пунктах. Тому, постає наукова проблема, яка полягає в удосконаленні роботи автобусів на міських маршрутах у межах якої однією з головних задач є задача організації руху автобусів із використанням експресних рейсів.

Указане розкриває актуальність науково-практичних розробок щодо вдосконалення організації міських автобусних перевезень.

Наукова задача полягає у формулюванні теоретичних основ організації роботи автобусів на міських маршрутах із використанням експресних рейсів.

Одним із сучасних напрямків вирішення вказаної проблеми є забезпечення належної організації руху автобусів на відповідних маршрутах, особливо в умовах розвитку автобусних пасажирських перевезень та недостатнього розвитку вулично-дорожньої мережі міста. Останні наукові розробки до сформульованої проблеми сконцентровані в роботах [2...4]. Указані роботи присвячені питанням організації руху автобусів на окремих маршрутах. Питання щодо організації руху на міських маршрутах розглядалося як класичний випадок у вигляді суміщення нерозривних та розривних графіків роботи автобусів на маршруті за часом доби. Рухомий склад, що виконує роботу у вигляді розривних графіків, має низькі показники використання з урахуванням часу відповідних розривів. До того ж, виникає потреба в підвищенні швидкості сполучення на маршруті з відповідним забезпеченням зменшення часу очікування транспорту пасажирів на зупинках та зменшення часу поїздки для окремого пасажирів.

Указане розкриває можливість удосконалення роботи автобусів на міських маршрутах із використанням експресних рейсів.

© Дудніков О. М., Самісько Т. О., Белков О. О., 2012

Мета роботи

Метою роботи є формулювання теоретичних основ організації роботи автобусів на міських маршрутах із використанням експресних рейсів.

Основний розділ

Пасажирський транспорт задовольняє різноманітні потреби населення в пересуванні, відіграє значну роль у житті мешканців міста, впливає на рівень продуктивності праці та побутового обслуговування, розвиток культури.

Місто, як система, складається з об'єктів проживання, об'єктів прикладання праці та культурно-побутових закладів. Так історично склалось, що вказані об'єкти найчастіше розташовані в центрі міста. Тому для задоволення потреб населення в перевезеннях більшість автобусних маршрутів проходять центральними вулицями міста, з урахуванням схеми вулично-дорожньої мережі.

Міські перевезення характеризуються значними коливаннями обсягів перевезень пасажирів по годинах доби й днях тижня. Перевезення вранці та ввечері в годину пік різко зростають та істотно скорочуються в денний час.

Для організації впровадження експресних рейсів на автобусних маршрутах необхідно провести дослідження відповідних пасажиропотоків за зупинками маршруту. Методика збору даних та аналізу пасажиропотоків з урахуванням уведення експресних рейсів зберігається класична.

Надалі необхідно провести розрахунки за відомими формулами [2...4] як для звичайних рейсів, так і для експресних, до моменту отримання результатів розрахунку коефіцієнта змінності пасажирів на маршруті:

– об'єм перевезень на маршруті $Q_{\text{дн}}$:

$$Q_{\text{дн}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{зв}}, \quad (1)$$

де $Q_{\text{пр}}$ – сума в стовпці «увійшло» в прямому напрямі;

$Q_{\text{зв}}$ – сума в стовпці «увійшло» у зворотному напрямі;

– транспортна робота за ділянками маршруту $P_{i-(i+1)}$:

$$P_{i-(i+1)} = Q_{i-(i+1)} \cdot l_{\text{неп}i-(i+1)}, \quad (2)$$

де $l_{\text{неп}i-(i+1)}$ – відстань між зупинками i та $(i+1)$;

$Q_{i-(i+1)}$ – об'єм перевезень на ділянці $i-(i+1)$;

– пасажиропотік у прямому напрямку маршруту $P_{\text{пр}} \sum^n P_{\text{пр}}$;

– пасажиропотік у зворотному напрямку маршруту $P_{\text{зв}} \sum^n P_{\text{зв}}$;

– пасажиропотік по маршруту $P_{\text{дн}}$:

$$P_{\text{дн}} = P_{\text{пр}} + P_{\text{зв}}; \quad (3)$$

– середня відстань поїздки пасажирів на маршруті $l_{\text{ср}}$:

$$l_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{дн}}}{Q_{\text{дн}}}; \quad (4)$$

– коефіцієнт змінності пасажирів на маршруті $K_{\text{зм.пр}}$:

$$K_{зм.нр} = \frac{L_M}{l_{cp}}, \quad (5)$$

де L_M – довжина маршруту.

Відносно отриманого значення (5) необхідно прийняти рішення щодо необхідності застосування експресних рейсів на відповідному міському автобусному маршруті, що розраховується. Для виконання запропонованого вибору необхідно щоб коефіцієнт змінності був менше граничного значення, що викликає необхідність виконувати зупинки більш ніж на 25 % від зупинок на маршруті, що виключає необхідність експресних маршрутів.

Подальші розрахунки виконуємо за відомими формулами [2...4], як для звичайних рейсів, так і для експресних:

1) середня довжина перегону для експресного рейсу $l_{пер}$:

$$l_{пер} = \frac{L_M}{N_3 - 1}, \quad (6)$$

де N_3 – кількість зупинок на маршруті для експресного рейсу;

2) коефіцієнт нерівномірності:

– за ділянкою маршруту:

а) за ділянками маршруту в прямому напрямку K_n^{np} :

$$K_n^{np} = \frac{Q_{max}^{np} \cdot L_M}{P_{np}}, \quad (7)$$

де Q_{max}^{np} – максимальна кількість перевезених пасажирів на перегоні, пас.;

б) за ділянками маршруту в зворотному напрямку $K_n^{зв}$:

$$K_n^{зв} = \frac{Q_{max}^{зв} \cdot L_M}{P_{зв}}, \quad (8)$$

де $P_{зв}$ – пасажиро-кілометри протилежного напрямку;

– за напрямком маршруту $K_n^{напр}$:

$$K_n^{напр} = \frac{P_{max}}{P_{min}}, \quad (9)$$

де P_{max} – фактично виконані пасажиро-кілометри максимально навантаженого напрямку;

– за годинами доби:

$$K_n^2 = \frac{Q_{max}^2}{Q_{cp}^2}, \quad (10)$$

де Q_{max}^2 – максимальний пасажиропотік за годину;

Q_{cp}^2 – середній пасажиропотік за годину, що розраховується за формулою

$$Q_{cp}^2 = \frac{Q_{дн}}{T_{роб}}, \quad (11)$$

де $T_{роб}$ – час роботи маршруту.

$$T_{роб} = T_{ок} - T_{н}, \quad (12)$$

де $T_{ок}$ – момент часу закінчення роботи маршруту;

$T_{н}$ – момент часу початку роботи маршруту;

На основі розрахунків (1)...(12) необхідно побудувати епюри розподілу обсягів перевезень за годинами доби та епюри пасажирообміну зупиночних пунктів.

Нормування швидкості руху автобусів виконуємо за класичними рекомендаціями [2...4].

Подальші розрахунки виконуємо за відомими формулами [2...4] як для звичайних рейсів, так і для експресних:

– час експресного рейсу:

а) у прямому напрямку експресного рейсу:

$$t_p^{np} = t_{пyx}^{np} \sum t_{н.з}^{np} + t_{к.з}^{np}, \quad (13)$$

де $t_{пyx}^{np}$ – сумарний час руху в прямому напрямку експресного рейсу, хв;

$\sum t_{н.з}^{np}$ – сумарний час простою на проміжних зупинках експресного рейсу, хв;

$t_{к.з}^{np}$ – час простою на кінцевих зупинках для всіх видів рейсів, хв;

б) у зворотному напрямку експресного рейсу:

$$t_p^{36} = t_{пyx}^{36} \sum t_{н.з}^{36} + t_{к.з}^{36}, \quad (14)$$

де $t_{пyx}^{36}$ – сумарний час руху в зворотному напрямку експресного рейсу, хв;

$\sum t_{н.з}^{36}$ – час простою на проміжних зупинках експресного рейсу, хв;

$t_{к.з}^{36}$ – час простою на кінцевих зупинках для всіх видів рейсів, хв;

– середнє значення часу експресного рейсу:

$$t_p^{cp} = \frac{T_{об}}{2}, \quad (15)$$

– час оберту для експресного рейсу:

$$T_{об}^e = t_p^{np} + t_p^{36}; \quad (16)$$

– швидкості:

а) технічна для експресного рейсу:

$$V_T^e = \frac{(L_{м.нр.} + L_{м.з6}) \cdot 60}{t_{пyx}^{np} + t_{пyx}^{36}}; \quad (17)$$

б) сполучена для експресного рейсу:

$$V_c^e = \frac{(L_{м.нр.} + L_{м.з6}) \cdot 60}{t_{пyx}^{np} + \sum t_p^{np} + t_{пyx}^{36} + \sum t_{н.з}^{36}}; \quad (18)$$

в) експлуатаційна для експресного рейсу:

$$V_e^e = \frac{(L_{м.нр.} + L_{м.з6}) \cdot 60}{t_{пyx}^{np} + t_{пyx}^{36}}. \quad (19)$$

Для перевезення пасажирів експресними рейсами можуть бути використані автобуси різних моделей і місткості. Однак продуктивність і ефективність таких перевезень буде да-

леко неоднакова, якщо номінальна місткість автобусів не буде відповідати фактичним характеристикам пасажиропотоків.

Визначальним критерієм вибору є умови найбільш повного задоволення потреб населення в перевезеннях, ефективна робота автобусів і підвищений рівень якості обслуговування за нормативами.

Час на маршруті:

$$T'_m = T'_{роб} - 2. \quad (20)$$

Приблизна кількість рейсів:

$$N'_p = \frac{T'_m \cdot 60}{t_p}, \quad (21)$$

приймаємо N'_p (менше, ціле значення).

Найбільша добова продуктивність одного автобуса на експресному маршруті:

$$WQ_A^{\max} = q_n \cdot \gamma_{\max} \cdot N'_p \cdot K_{зм}^e, \quad (22)$$

де γ_{\max} – коефіцієнт використання місткості;

q_n – номінальна місткість автобуса для експресного рейсу;

Експлуатаційна кількість автобусів для виконання експресних рейсів:

$$A_e^e = \frac{(Q_{дн}^{\max} - Q_{дн}^{\min}) \cdot K^{зод}}{WQ_A^{\max}}. \quad (23)$$

Інтервал руху автобусів експресних рейсів:

$$I_e = \frac{T_{об}^e \cdot 60}{A_e^e}. \quad (24)$$

Подальші розрахунки можливо проводити за відомими формулами з урахуванням формул визначення синтезованих характеристик наявності експресних рейсів у межах розривних графіків роботи автобусів під час їх планового простою.

Висновки

Розроблено загальні підходи до організації руху автобусів міських маршрутів у експресних рейсах. Запропоновано прийняти в якості критерію необхідність уведення під час експресних рейсів для автобусів міських маршрутів наявний або розрахунковий коефіцієнт змінності пасажирів. Синтезовано методику організації роботи автобусів на експресних рейсах міських маршрутів. Запропоновано організовувати експресні рейси автобусів в межах розривних графіків роботи автобусів під час їх планового простою. Інтервал руху за експресними рейсами запропоновано розраховувати із забезпеченням постійного інтервалу прибуття відповідних автобусів на маршруті. Зупинки для експресних рейсів пропонується застосовувати ті з маршруту, на яких спостерігається максимальна змінність пасажирів.

Надалі розроблена методику організації експресних рейсів на міських автобусних маршрутах потребує експериментального обґрунтування з отриманням конкретних значень коефіцієнта змінності, при яких є необхідність застосування відповідних рейсів.

Список літератури

1. Державна служба статистики України. Статистична інформація. Транспорт і зв'язок. Пасажи́рські перевезення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
Derzhavna sluzhba statystryky Ukrainy. Statystrychna informatsiia. Transport i zviazok. Pasazhirski perevezennia. (State Statistics Service of Ukraine. Statistical information. Transport and communications. Passenger transportations) [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.ukrstat.gov.ua>.
2. Спирин И. В. Перевозки пассажиров городским пассажирским транспортом / И. В. Спирин. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 407 с.
Spirin I. V. Perevozki passazhirov gorodskim passazhirskim transportom (Passenger transportations by city transport vehicles) / I. V. Spirin. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 407 с.
3. Антошвили М. Е. Оптимизация городских автобусных перевозок / М. Е. Антошвили, С. Ю. Либерман, И. В. Спирин. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.
Antoshvili M. Ye. Optimizatsiya gorodskikh avtobusnykh perevozk (City bus transportations optimization) / M. Ye. Antoshvili, S. Yu. Liberman, I. V. Spirin. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.
4. Крейсман Е. А. Удосконалення методики організації автобусних перевезень в транспортній системі міст / Е. А. Крейсман. – К.: НТУ, 2002. 196 с.
Kreysman Ye. A. Udoskonalennya metodyky organizatsii avtobusnykh perevezen v transportniy systemi mist (The improvement of the method of bus transportations management in transport system of towns) / Ye. A. Kreysman. – К.: NTU, 2002. – 196 с.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Т. Є. Василенко, АДІ ДонНТУ.

Стаття надійшла до редакції 20.11.12

А. Н. Дудников, Т. А. Самисько, А. А. Белков
Автомобильно-дорожный институт ГВУЗ
«Донецкий национальный технический университет», г. Горловка

Методика организации работы автобусов на городских маршрутах с использованием экспрессных рейсов

Рассматривается проблема эффективности организации работы автобусов на городских маршрутах. Предложено рассмотреть возможность применения экспрессных рейсов для организации работы автобусов на городских маршрутах. Усовершенствована существующая методика организации работы автобусов на городских маршрутах до уровня возможности основания и соответствующего введения экспрессных рейсов. Разработаны рекомендации относительно избрания подвижного состава и расчета соответствующего его количества для обеспечения выполнения экспрессных рейсов. Предложено применять рекомендации для организации соответствующих экспрессных рейсов подвижных составов, которые работают в режиме разрывных графиков с целью повышения эффективности их эксплуатации.

ПЕРЕКРЕСТКИ ДОРОГ, ДВИЖЕНИЕ ПЕШЕХОДНОЕ, РЕГУЛИРОВАНИЕ, БЕЗОПАСНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ, ПАССАЖИР, МАРШРУТ

A. N. Dudnikov, T. A. Samisko, A. A. Belkov
Automobile Transport and Highway Engineering Institute of
Donetsk National Technical University, City of Gorlovka

Method of Organization of Bus Performance on Local Routes Using Express Bus Services

The problem of the efficient organization of bus performance on local routes in the light of possibility to implement new types of the pointed out organization is considered. It has been suggested to consider the possibility of express bus service use for bus performance organization on local routes. The new method of implementation in practice of synthesized theory of work on express bus services organization has been suggested. The existent method of bus performance organization on local routes has been improved to the level of possibility of provability and corresponding implementation of express bus services.

The recommendations concerning the selection of rolling stock and calculations of its corresponding quantity for providing the express bus services have been developed. It has been suggested to use the rolling stock for the corresponding express bus services. If the rolling stock performs at intervals, then it gives the possibility to improve efficiency of its use.

The stopping points are suggested to be considered under passenger maximum rotation in a bus.

The method of express bus services organization on city bus routes has been developed. It requires to be experimentally justified with obtaining the corresponding operation rate values.

CROSSINGS, PEDESTRIAN TRAFFIC, CONTROL, TRAFFIC SAFETY, PASSENGER, ROUTE