

УДК 656.13

А.Т. Піпія, Д.П. Понкратов, Г.І. Фалецька

Харківський національний університет міського господарства імені О.М.Бекетова. Харків

ВИБІР ПАСАЖИРОМІСТКОСТІ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ РОБОТИ НА МІСЬКИХ МАРШРУТАХ

У роботі розглянуто проблему вибору раціональної пасажиромісткості транспортних засобів. Основну увагу приділено врахуванню інтересів перевізника і пасажирів. Розроблено критерій, за яким буде обиратися раціональна пасажиромісткість транспортних засобів, який враховує собівартість перевезень, витрати часу пасажирів в грошовому еквіваленті та характеристики транспортної стомлюваності при здійсненні пересування маршрутом.

Ключові слова: маршрут, транспортний засіб, пасажиромісткість, собівартість, витрати часу пасажирів.

Постановка проблеми

Однією із задач, що потрібно вирішити при організації міських пасажирських перевезень є вибір пасажиромісткості транспортних засобів.

Ефективність перевізного процесу залежить від того, якої пасажиромісткості використовуються транспортні засоби на маршруті. З точки зору економічних показників, пасажиромісткість транспортних засобів впливає на собівартість перевезень, що відображається на тарифі на перевезення. З точки зору соціальної ефективності, пасажиромісткість транспортних засобів визначає витрати часу пасажирів на пересування та розмір транспортної стомлюваності пасажирів. Це означає, що при виборі пасажиромісткості транспортних засобів необхідно враховувати сукупність факторів, що впливають на економічну і соціальну ефективність перевізного процесу.

Отже, завдання вибору пасажиромісткості транспортних засобів є важливим і актуальним для вирішення питань підвищення ефективності перевізного процесу на маршрутах міського пасажирського транспорту.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Згідно з методиками, представленими у працях [1, 2] визначати раціональну пасажиромісткість транспортних засобів необхідно виходячи з пасажиропотоку на найбільш завантаженій ділянці маршруту. Перевагою цих методів є простота і зручність, проте вони не враховують коливання пасажиропотоків протягом доби, не враховують особливості роботи маршрутів.

Згідно з методом, що викладений у роботі [3] вибір пасажиромісткості транспортних засобів слід виконувати шляхом графоаналітичного порівняння

різних марок транспортних засобів за собівартістю і інтервалом руху. Недоліком даного методу є те, що недостатньо враховано взаємозв'язок між характеристиками перевізного процесу (інтервалом руху, ступенем заповнення салону транспортного засобу та ін.) та собівартістю перевезень.

Згідно з методом [4], визначення раціональної пасажиромісткості транспортних засобів здійснюється шляхом вирішення оптимізаційної задачі. Цільова функція враховує собівартість перевезень і витрати часу пасажирів у грошовому еквіваленті. За розробленим алгоритмом проводиться порівняння двох альтернативних марок транспортних засобів та обирається той, що забезпечує мінімальне значення цільової функції. Разом з цим, не наведено рекомендацій щодо використання транспортних засобів раціональної пасажиромісткості виходячи із параметрів роботи маршрутів.

У праці [5], запропоновано обирати пасажиромісткість транспортного засобу за оцінними показниками інвестиційного проекту. У остаточному підсумку, більш раціональною є марка транспортного засобу, що забезпечує мінімальну транспортну стомлюваність пасажирів. Як і в попередніх випадках, автором не наведено даних щодо раціональних сфер використання транспортних засобів різного класу пасажиромісткості.

Для усунення недоліків існуючих методів вибору пасажиромісткості транспортних засобів повинен бути розроблений критерій, який відображає зв'язок між параметрами роботи маршруту і пасажиромісткістю транспортних засобів, враховує коливання пасажиропотоку і вплив пасажиромісткості транспортних засобів на транспортну стомлюваність.

Формулювання мети статті

Метою даної роботи є розробка критерію вибору пасажиромісткості транспортних засобів для роботи на маршрутах міського пасажирського транспорту.

Виклад основного матеріалу

Перевізник зацікавлений у засвоєнні заданого обсягу перевезень з меншою собівартістю, тобто у збільшенні економічного результату перевізничного процесу. Пасажири зацікавлені у зменшенні часу пересування, адже цей час є непродуктивним. Внаслідок цього, при виборі пасажиромісткості та кількості транспортних засобів слід враховувати інтереси пасажирів і перевізника.

Пасажиромісткість транспортних засобів слід обирати з урахуванням таких показників, як величина пасажиропотоку на найбільш завантаженій ділянці маршруту, нерівномірність пасажиропотоку за годинами доби і ділянками маршруту, допустимі інтервали руху транспортних засобів, собівартість перевезень, витрати часу пасажирів на пересування та рівень транспортної стомлюваності пасажирів внаслідок пересування маршрутом.

При сталих величинах пасажиропотоку збільшення пасажиромісткості транспортних засобів призводить до зменшення кількості транспортних засобів на маршруті. Це тягне за собою збільшення інтервалу руху та витрат часу пасажирів. В той же час це призводить до зменшення собівартості перевезень. Отже, задача вибору транспортних засобів раціональної пасажиромісткості є задачею знаходження компромісу між інтересами пасажирів і перевізника, а отже ця задача є оптимізаційною.

Оптимізаційна задача передбачає знаходження екстремуму цільової функції при певних обмеженнях. Можливі значення пасажиромісткості обмежуються згідно з мінімальною та максимальною пасажиромісткістю транспортних засобів. Мінімальна пасажиромісткість приймається 8 пас, максимальна – 200 пас. Слід також накласти обмеження на інтервал руху. Мінімальний інтервал руху встановлюється з урахуванням пропускну здатності дороги, в той же час інтервал не повинен бути меншим за 1 хв. [6, 7]:

$$I_{\min} = \max \begin{cases} t_1 + t_2 + \sqrt{\frac{2 \cdot S_a}{a_p}} + \sqrt{\frac{2 \cdot S_a}{a_z}}, & (1) \\ 1 \text{ хв} \end{cases}$$

де t_1 – час для входу і виходу пасажирів, с;

t_2 – час на відкривання і закривання дверей, с;

S_a – довжина транспортного засобу, м (з урахуванням необхідної дистанції між транспортними засобами, що рухаються послідовно);

a_p і a_z – відповідно прискорення при розгоні і сповільненні при гальмуванні транспортного засобу, м/с².

Максимальний інтервал руху не повинен перевищувати час, який знадобиться пасажиру для проходження середньої відстані поїздки пішки [8]. Крім цього, в умовах міста інтервал руху не повинен перевищувати 20 хв. Виходячи з цього, максимальний інтервал руху може бути визначений за наступною залежністю:

$$I_{\max} = \min \begin{cases} l_{\text{сеп}} \cdot \left(\frac{1}{V_{\text{піш}} - \frac{1}{V_c}} \right), & (2) \\ 20 \text{ хв} \end{cases}$$

де $l_{\text{сеп}}$ – середня відстань поїздки пасажирів, км;

$V_{\text{піш}}$ – швидкість руху пішки, км/год (приймається $V_{\text{піш}} = 4$ км/год);

V_c – середня швидкість сполучення, км/год.

Крім цього, необхідно накласти обмеження щодо цілочисельності значень кількості транспортних засобів A , а заданий обсяг перевезень повинен бути засвоєний.

В якості цільової функції, що враховує інтереси пасажирів і перевізника може бути прийнято мінімум сукупних витрат внаслідок перевізничного процесу ($C_{\text{сукуп}}$):

$$C_{\text{сукуп}} = C_{\text{неп}} + C_{\text{пас}} \rightarrow \min, \quad (3)$$

де $C_{\text{неп}}$ – витрати транспортного підприємства, що пов'язані із здійсненням перевізничного процесу, грн.;

$C_{\text{пас}}$ – витрати пасажирів у грошовому вимірі, грн.

Інтереси перевізника полягають у покращенні економічного результату його діяльності, що може досягатися шляхом зменшення собівартості послуг з перевезення пасажирів.

Собівартість послуг з перевезення пасажирів залежить від витрати на експлуатацію маршруту в розрахунку на 1 км пробігу. Собівартість перевезення одного пасажирів для певного періоду часу τ може бути визначена за наступною залежністю:

$$S_{\text{пас}\tau} = \frac{S_{\text{1км}} \cdot V_e \cdot \tau \cdot A_\tau}{Q_\tau}, \quad (4)$$

де $S_{\text{1км}}$ – собівартість виконання 1 км пробігу, грн./км;

V_e – середня експлуатаційна швидкість транспортного засобу, км./год.;

τ – тривалість періоду часу умовної постійності пасажиропотоку, год.;

A_τ – кількість транспортних засобів, що працює на маршруті у період часу τ , од.;

Q_τ – обсяг перевезень у період часу τ , пас.

До витрат на 1 км пробігу відносять витрати на паливо, мастильні матеріали, матеріали та запасні частини, шини, акумуляторні батареї, заробітну платню водіїв, ремонтних робітників та іншого персоналу, амортизацію та інші витрати [9]. Перераховані витрати можуть мати різне значення навіть для марок транспортних засобів однієї пасажиромісткості. Проте загальна тенденція вказує на те, що зі зростанням пасажиромісткості витрати на виконання 1 км пробігу транспортного засобу теж зростають. Для формалізації цієї залежності було розглянуто 25 марок транспортних засобів різної пасажиромісткості.

В результаті обробки даних було розроблено лінійну регресійну модель:

$$S_{1\text{км}} = 4,06026 + 0,09357 \cdot q_n, \quad (5)$$

де q_n – пасажиромісткість транспортних засобів, пас.

Коефіцієнт кореляції склав 0,95 що вказує на високу тісноту зв'язку між пасажиромісткістю транспортних засобів та собівартістю виконання 1 км пробігу.

На рис. 1 показано графік залежності собівартості виконання 1 км пробігу від пасажиромісткості транспортних засобів.

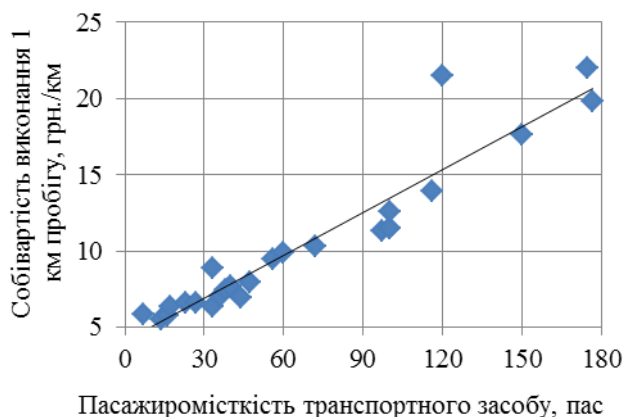


Рисунок 1 – Графік залежності собівартості виконання 1 км пробігу від пасажиромісткості транспортних засобів

Середня помилка апроксимації склала 8,92%. Це вказує на те, що модель є адекватною і може бути використана для подальших розрахунків.

Інтереси пасажирів полягають у швидкому та комфортному пересуванні маршрутом. Для приведення інтересів пасажирів до однієї розмірності з інтересами перевізника можна використовувати показник вартісної оцінки однієї години вільного часу пасажирів [6]. Рівень комфорту може бути оцінений за показником транспортної стомлюваності [10]. Отже, витрати пасажирів внаслідок пересування маршрутом описуються наступним чином [11]:

$$C_{nac} = t_{nep} \cdot C_{zod} + C_d, \quad (6)$$

де t_{nep} – час на пересування, год.;

C_{zod} – вартісна оцінка години вільного часу пасажирів, грн./год.;

C_d – зниження доходу пасажирів внаслідок впливу транспортної стомлюваності на продуктивність праці, грн.

Для періоду часу τ суспільні витрати внаслідок перевізного процесу слід визначати як суму собівартості перевезення одного пасажирів і витрат пасажирів за напрямками маршруту k :

$$C_{сучн} = \frac{(4,06026 + 0,09357 \cdot q_n) \cdot V_e \cdot \tau \cdot A_\tau + \sum_{k=1}^2 Q_{\tau k}}{\sum_{k=1}^2 (t_{nep} \cdot C_{zod} + C_d) \cdot Q_{\tau k} + \sum_{k=1}^2 Q_{\tau k}}, \quad (7)$$

де $Q_{\tau k}$ – обсяг перевезених за певний період часу τ пасажирів в напрямку k (1 – прямий, 2 – зворотній), пас./год.

Обсяг перевезених за певний період часу τ пасажирів може бути визначений з використанням таких показників, як пасажиропотік на найбільш завантаженій ділянці маршруту, коефіцієнт нерівномірності пасажиропотоку за ділянками і напрямками маршруту.

Висновки

У роботі побудовано цільову функцію визначення раціональної пасажиромісткості транспортних засобів, що працюють на маршрутах міського пасажирського транспорту при певних обмеженнях. Розроблено модель визначення собівартості виконання 1 км пробігу в залежності від пасажиромісткості транспортного засобу. Напрямоком подальших досліджень є використання запропонованої цільової функції для встановлення раціональних сфер використання транспортних засобів різного класу пасажиромісткості.

Література

1. Министерство автомобильного транспорта РСФСР. Руководство по организации пассажирских перевозок на автомобильном транспорте. / М., 1970.
2. Большаков А.М. Повышение качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом. – М., ЦБНТИ, 1978. – 61 с.
3. Афанасьев Л.Л. Автомобильные перевозки: учебник для вузов / Л.Л.Афанасьев, С.М.Цукерберг. - М. : Транспорт, 1973. - 320 с.
4. Антошвили М.Е., Либерман С.Ю., Спириин И.В. Оптимизация городских автобусных перевозок. / М.: Транспорт, 1985. – 102с.
- 5.Вакуленко К.С. Вибір автотранспортного засобу на маршрутах міського пасажирського транспорту: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.22.01 / К.С. Вакуленко ; Харк. нац. акад. міськ. гос-ва. — Х., 2009. — 23 с.
6. Мун Э. Е., Рубец А. Д. Организация перевозок пассажиров маршрутными такси. — М.: Транспорт, 1986. — 136 с.
7. Спириин И.В. Учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / И. В. Спириин. — 5-е изд., перераб. — М.: Издательский центр «Академия», 2010. — 400 с.
8. Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. Теория городских пассажирских перевозок. / Учеб. пособие для вузов – М.: Высш. школа, 1980. – 535с.
9. Методика розрахунку тарифів на послуги пасажирського автомобільного транспорту / <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/z1146-09>.
10. Гюлев Н. У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора : дис. канд. техн. наук : 05.21.01 / Низами Уруджевич Гюлев. – Х., 1993. – 174 с.
11. Доля В. К. Пасажирські перевезення : підручник / В. К. Доля. – Харків: Видавництво «Форт», 2011. – 504 с.

Рецензент: д-р техн. наук проф. Ю.О. Давідіч, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

Автор: ПІПІЯ Арсен Тенгізович
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, студент
E-mail – arsen.pipia@gmail.com

Автор: ПОНКРАТОВ Денис Павлович
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, кандидат технічних наук, доцент

Автор: ФАЛЕЦЬКА Галина Іванівна
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, кандидат технічних наук, доцент
E-mail – gala777@mail.ru

ВЫБОР ПАСАЖИРОВМЕСТИМОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАБОТЫ НА ГОРОДСКИХ МАРШРУТАХ

А.Т. Пипия, Д.П. Понкратов, Г.И. Фалецкая

В работе рассмотрено проблему выбора рациональной пассажировместимости транспортных средств. Основное внимание уделяется учету интересов перевозчика и пассажира. Разработан критерий выбора рациональной пассажировместимости транспортных средств, который учитывает себестоимость перевозок, затраты времени пассажиров в стоимостном эквиваленте и характеристики транспортной утомляемости пассажиров при совершении передвижения по маршруту.

Ключевые слова: маршрут, транспортное средство, пассажировместимость, себестоимость, затраты времени пассажиров.

CHOOSING A PASSENGER CAPACITY OF VEHICLES ON URBAN ROUTES

A. Pipia, D. Ponkratov, G. Faletskaya

The paper elucidates the issue of choosing a passenger capacity of vehicles in urban public transport services. The highlight is on taking account the interests of all transport process members – passengers and transport enterprises. The aim is to develop a criterion of choosing a rational passenger capacity.

Key words: route, vehicle, passenger capacity, cost price, spending a passenger`s time.