

УДК 656.027

Г.І.ФАЛЕЦЬКА

*Харківська національна академія міського господарства*

## **ПОВЕДІНКОВІ АСПЕКТИ ВИБОРУ ПАСАЖИРАМИ ШЛЯХУ ПЕРЕСУВАННЯ**

Розглянуто варіанти реалізації шляху пересування за їх структурою. Виявлено фактори, що впливають на поведінкові аспекти вибору пасажиром шляху пересування. Представлено у формалізованому вигляді узагальнені витрати пасажирів при здійсненні пересування як функцію від характеристик маршрутної мережі, пасажирів та соціально-економічних умов життя населення.

Рассмотрены варианты реализации пути передвижения за их структурой. Выявлены факторы, влияющие на поведенческие аспекты выбора пассажирами пути передвижения. Представлено в формализованном виде обобщенные затраты пассажира при осуществлении передвижения как функцию от характеристик маршрутной сети, пассажира и социально-экономических условий жизни населения.

Variants of realization of a way of movement on their structure are considered. The factors influencing behavioural aspects of a choice by passengers of a way of movement are revealed. It is submitted in the formalized kind the generalized expenses of the passenger at realization of movement, as function from characteristics of a routing network, the passenger and social and economic conditions of a life of the population.

*Ключові слова:* вибір пасажиром шляху пересування, поведінкові аспекти, узагальнені витрати пасажирів, маршрутна мережа, соціально-економічні умови.

Одним із складних питань при моделюванні пасажиропотоків є їх розподіл по маршрутній мережі міського пасажирського транспорту. Складність цього процесу обумовлена його багатофакторністю та поведінковими аспектами прийняття рішень щодо вибору пасажиром шляху пересування. Залежно від того, наскільки повно при моделюванні розподілу пасажиропотоків буде враховано значущі фактори та їх вплив на вибір пасажиром шляху пересування, залежить адекватність результатів, тобто відповідність розрахункових пасажиропотоків до існуючих у мережі.

Аналіз методик та алгоритмів розподілу пасажиропотоків по маршрутній мережі міського пасажирського транспорту [1-3] дозволив виявити, що в них недостатньо враховано:

- 1) поведінкові аспекти вибору пасажиром шляху пересування та сукупність факторів, що на них впливають;
- 2) факт зменшення корисності (привабливості) шляху пересування для пасажирів при зростанні величини пасажиропотоку на маршрутах, що до нього входять;
- 3) вплив факторів зовнішнього середовища на закономірності вибору пасажиром шляху пересування.

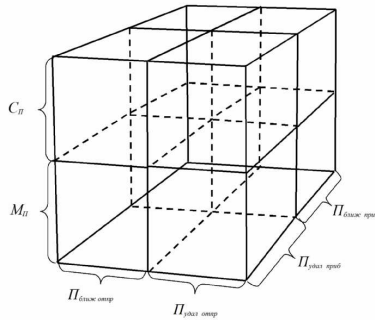
Зазначене дозволяє сформулювати мету даної роботи – виявлення факторів, що впливають на поведінкові аспекти вибору пасажирями шляху пересування.

Пересування складається з пішохідної складової, поїздки у транспортному засобі за обраним маршрутом або декількома маршрутами в разі здійснення мережної поїздки. При здійсненні пішого підходу (відходу) до (від) зупиночного пункту пасажир може користуватися більш віддаленим зупиночним пунктом ніж той, що знаходиться поблизу пункту відправлення (призначення) переміщення. Відстань та витрати часу на пішохідний підхід (відхід) до (від) зупиночного пункту, при здійсненні поїздки від найближчого та більш віддаленого зупиночного пункту, можливо визначити з використанням методики, що наведено в [4].

Враховуючи зазначені обставини, розгляду підлягають вісім варіантів шляху пересування, що представляють собою різне сполучення варіантів здійснення пішохідної складової пересування та поїздки (рисунк).

		Варіанти поїздки			
		Маршрутна поїздка ( $M_1$ )	Маршрутна поїздка ( $M_2$ )	Мережна поїздка ( $C_1$ )	Мережна поїздка ( $C_2$ )
Варіанти пішохідного підходу до зупиночного пункту ( $P_{ближ\ пункт}$ )	Пішохідний підхід до найближчого зупиночного пункту ( $P_{ближ\ пункт}$ )	1	2	3	4
	Пішохідний підхід до віддаленого зупиночного пункту ( $P_{віддал\ пункт}$ )	5	6	7	8
	Пішохідний відхід від найближчого зупиночного пункту ( $P_{ближ\ пункт}$ )	Пішохідний відхід від більш віддаленого зупиночного пункту ( $P_{віддал\ пункт}$ )	Пішохідний відхід від більш віддаленого зупиночного пункту ( $P_{віддал\ пункт}$ )	Пішохідний відхід від найближчого зупиночного пункту ( $P_{ближ\ пункт}$ )	

Варіанти пішохідного відходу від зупиночного пункту



а

б

Матриця варіантів шляху пересування:  
а – плоска; б – просторова.

Цифрами у плоскій матриці варіантів шляху пересування зазначено їх порядковий номер.

Завдання моделювання розподілу пасажиропотоків можна сформулювати таким чином: одержати такі величини пасажиропотоків, що відповідали б існуючим при заданих параметрах функціонування маршрутної мережі міського пасажирського транспорту та визначених соціально-економічних умовах життя населення. Виходячи з цього, для вирішення завдання потрібно визначити значущі фактори та оцінити їх вплив на вибір пасажирями шляху пересування.

При виборі шляху пересування пасажир прагнуть до зменшення різного роду витрат, що пов'язані з пересуванням та його здійсненням у комфортних умовах.

Всю сукупність факторів, що впливають на вибір пасажиром шляху пересування, можна розбити на чотири групи:

- 1) фактори, що впливають на витрати часу пасажирів при пересуванні;
- 2) фактори, що впливають на зручність (комфортабельність) при пересуванні;
- 3) фактори, що характеризують грошові витрати пасажирів;
- 4) фактори, що характеризують соціально-економічні умови життя населення.

До першої групи віднесено всі фактори, що впливають на час здійснення переміщення за його складовими (відстань пішого підходу до зупиночного пункту, плановий інтервал руху, імовірність відмови пасажирів в посадці, швидкість сполучення та ін.).

Друга група включає фактори, що впливають на величину транспортної стомлюваності пасажирів та зниження їх доходу на виробництві внаслідок пересування. До них віднесено фактори першої групи, що визначають витрати часу на здійснення складових пересування (пішохідної складової пересування, очікування транспортного засобу та здійснення поїздки) та коефіцієнт використання пасажиромісткості транспортного засобу.

До грошових витрат пасажирів віднесено величину маршрутного тарифу. У випадку здійснення мережної поїздки грошові витрати визначаються як сума величини тарифу за маршрутами, що використовуються.

В якості характеристик соціально-економічних умов життя населення використовується середня заробітна плата пасажир. Залежно від її значення визначається вартість години вільного часу пасажир та зниження його доходу на виробництві внаслідок переміщення.

Фактори зазначених груп мають різну розмірність, що ускладнює їх співставлення. Внаслідок цього в якості інтегральної оцінки характеристик шляхів пересування запропоновано використовувати узагальнені витрати пасажир як суму наступних складових [5]:

$$C_{неpij}^k = t_{неpij}^k C_{ч} + C_{оij}^k + T_{ij}^k, \quad (1)$$

де  $t_{неpij}^k$  – загальні витрати часу на пересування між транспортними районами  $i$  та  $j$  по шляху пересування  $k$ , год;  $C_{ч}$  – вартість однієї години вільного часу пасажир, грн./год;  $C_{оij}^k$  – зниження доходу паса-

жира на виробництві внаслідок пересування по шляху  $k$  між транспортними районами  $i$  та  $j$ , грн.;  $T_{ij}^k$  – величина плати за проїзд у міському пасажирському транспорті по шляху пересування  $k$ , грн.

Зниження доходу пасажера на виробництві внаслідок пересування визначається за методикою, наведеною в [6].

В розгорнутому вигляді залежність (1) при здійсненні пасажиром маршрутної поїздки перетворюється в наступну:

$$C_{непiij}^k = \left[ \sum_{i,j} \frac{l_{неи i(j)}^k}{V_{неи}} + \frac{I_{мп}^z}{V_c^z} + \left( \frac{I_{пл}^z}{2} + \frac{\sigma_z^2}{2I_{пл}^z} + \frac{P_{отк}^z}{1 - P_{отк}^z} I_{пл}^z \right) \frac{1}{60} \right] C_q + \frac{D_{м}(-0,0709 + 0,545(\Pi^k - 3)^2)}{D_{рм}100} + T^z, \quad (2)$$

де  $V_{неи}$  – середня швидкість пішохода, км/ГОД;  $l_{неи i(j)}^k$  – відстань пішого руху відповідно в транспортному районі  $i$  відправлення та  $j$  прибуття при здійсненні пересування по шляху  $k$ , км;  $I_{мп}^z$  – відстань маршрутної поїздки на  $z$ -му маршруті, км; – швидкість сполучення на  $z$ -му маршруті, км/ГОД;  $V_c^z$  – плановий інтервал руху на маршруті  $z$ , хв.;  $\sigma_z$  – середнє квадратичне відхилення від планового інтервалу руху, хв.;  $P_{отк}^z$  – імовірність відмови пасажера в посадці на зупиночному пункті маршруту  $z$ ;  $D_{м}$  – дохід середньостатистичного пасажера за місяць, грн.;  $T^z$  – величина тарифу на маршруті  $z$ , грн.;  $D_{рм}$  – середня кількість робочих днів у місяці, дн.;  $\Pi^k$  – показник, що характеризує функціональний стан організму пасажера наприкінці здійснення пересування по шляху  $k$ , бали.

В разі здійснення мережної поїздки узагальнені витрати пасажирів визначаються за формулою

$$C_{непiij}^k = \left[ \sum_{i,j} \frac{l_{неи i(j)}^k}{V_{неи}} + \sum_{z=1}^n \left( \frac{I_{мп}^z}{V_c^z} + \left( \frac{I_{пл}^z}{2} + \frac{\sigma_z^2}{2I_{пл}^z} + \frac{P_{отк}^z}{1 - P_{отк}^z} I_{пл}^z \right) \frac{1}{60} \right) + \sum_{z=1}^{n-1} t_n^z \right] C_q + \frac{D_{м}(-0,0709 + 0,545(\Pi^k - 3)^2)}{D_{рм}100} + \sum_{z=1}^n T^z, \quad (3)$$

де  $n$  – кількість маршрутних поїздок у мережній;  $t_n^z$  – час на пішохідний рух між зупиночними пунктами при здійсненні пересадки, год.

При співставленні різних варіантів шляху пересування виникає необхідність у використанні відносного показника, в якості якого прийнято відхилення величини узагальнених витрат на пересування для  $k$ -го шляху від мінімального (критичного):

$$\Delta C_{nepij}^k = \frac{C_{nepij}^k}{C_{nepij}^{\min}}, \quad (4)$$

де  $C_{nepij}^{\min}$  – мінімальне значення узагальнених витрат на пересування між транспортними районами  $i$  та  $j$ , грн.

Для обмеження кількості варіантів шляху пересування, виходячи з умови доцільності їх використання пасажирами, розгляду підлягають лише ті, що входять до області згладжування. Виходячи з цього розглядаються всі варіанти шляху пересування, відхилення яких від критичного не перевищує задану константу  $A$

$$\Delta C_{nepij}^k \leq A. \quad (5)$$

Шляхи пересування, для яких виконується умова (5), утворюють множину альтернативних, за якими розподіляються кореспонденції між кожною парою транспортних районів  $i$  та  $j$ .

Використання запропонованого підходу до визначення шляхів пересування пасажирів дозволить врахувати поведінкові аспекти процесу, що розглядаються, сприятиме одержанню адекватних результатів моделювання пасажиропотоків.

1.Вдовиченко В.О. Эффективность функционирования мѣської пассажирской транспортной системы: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.01 / Национальный транспортный университет. – К., 2004. – 20 с.

2.Брайловский Н.О., Грановский Б.И. Моделирование транспортных систем. – М.: Транспорт, 1978. – 125 с.

3.Макаров И.П., Ямпольский В.З. Автоматизация управления городским транспортом. – М.: Транспорт, 1981. – 152 с.

4.Фалецкая Г.И. Затраты времени пассажиров на пешеходную составляющую транспортного передвижения // Проблемы транспорта: Зб. наук. пр. Вип.6. – К.: НТУ, 2009. – С.197-201.

5. Фалецкая Г.И. Вероятность выбора пассажирами пути следования при городских пассажирских перевозках // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.81. – К.: Техніка, 2008. – С.316-321.

6.Гюлев Н.У. Выбор рационального количества автобусов на маршрутах города с учетом влияния человеческого фактора: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.21.01. – Харьков: ХАДИ, 1993. – 174 с.

*Отримано 22.04.2010*