

УДК 656.025.2

І.Є. Іванов

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ НА ПОКАЗНИКИ МАРШРУТНОЇ МЕРЕЖІ

В статті розглядається вплив зміни параметрів пасажирських транспортних систем на такі показники маршрутної мережі, як коефіцієнт пересадності та середня дальність маршрутної поїздки. Розроблено регресійні моделі сумісного впливу параметрів пасажирських транспортних систем на коефіцієнт пересадності та середню дальність маршрутної поїздки. Проведена статистична оцінка експериментальних даних та розрахованих за моделями свідчить про достатню адекватність отриманих математичних моделей.

Ключові слова: пасажирська транспортна система, коефіцієнт пересадності, середня дальність маршрутної поїздки, регресійна модель.

Постановка проблеми

Однією з основних систем забезпечення життєдіяльності міст є транспортна система. В свою чергу важливою складовою останньої є система міського пасажирського транспорту, яка забезпечує доставку людей до місць їх праці і задоволення культурно-побутових потреб.

Очевидно, що якість транспортної послуги залежить від її вартості і чим вона більша, тим і якість краща, тим зацікавленіше працюють транспортні підприємства і відповідно інфраструктура. В свою чергу, пасажирів зацікавлені в мінімальній сплаті за проїзд, що є абсолютно природнім. Таким чином, є наявна протилежність зацікавленостей перевізників і мешканців стосовно витрат на транспортний процес. Разом з цим, баланс інтересів досягається в будь-яких випадках і для його визначення значну роль грає маршрутна система міського пасажирського транспорту гармонійність параметрів, якої досягається ще на стадії її проектування. Тому, будь-які дослідження, направлені на досконалість маршрутної мережі є надзвичайно актуальними і в сучасній системі пізнання закономірностей розвитку і функціонування міських пасажирських транспортних систем може внести достойний вклад.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання розподілу транспортної роботи у міському пасажирському транспорті (МПТ) лежить в площині способу користування транспортними засобами та їх приналежності. Так за способом користування транспортними засобами МПТ розподіляється [1-3]:

1) громадський транспорт загального користування;

2) громадський транспорт індивідуального користування;

3) особистий транспорт індивідуального користування.

Враховуючи, що кожен спосіб користування МПТ загального користування поділяється на види транспорту, якими реалізуються переміщення, то загальна транспортна робота у місті визначається за залежністю:

$$W = \sum_{i=1}^n W_i, \quad (1)$$

де W_i – транспортна робота i -го виду транспорту, пас·км.;

В свою чергу існує загально відома залежність визначення транспортної роботи [4-5].

$$W = Q \cdot l_{\text{ср}}, \quad (2)$$

де Q – обсяг перевезень пасажирів, пас.;

$l_{\text{ср}}$ – середня відстань перевезення пасажирів, км.

Даний вид залежності застосовується для формування уявлення про витрати на перевезення. Для того, щоб визначити реальні значення транспортної роботи на маршрутах МПТ використовують наступну залежність [1, 3, 6-8]:

$$W = \sum_{j=1}^m Q_j \cdot l_j, \quad (3)$$

де Q_j – обсяг перевезень пасажирів на відстань l_j , пас.

На практиці відстанню l_j є довжина ділянки транспортної мережі, а обсягом перевезень Q_j є кількість пасажирів, що знаходяться в салоні ТЗ. Тоді транспортна робота є сумарним відображенням кількості перевезених пасажирів Q_j на j -ій ділянці транспортної мережі i -им видом транспорту:

$$W = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Q_j^i \cdot l_j, \quad (4)$$

де Q_j^i – обсяг перевезень пасажирів на j -ій ділянці транспортної мережі i -им видом транспорту, пас.

Але залежність (4) можливо використовувати при однаковій відстані перевезення пасажирів всіма видами МПТ, що можливо лише за умови єдиної транспортної мережі для всіх видів транспорту. Це є суттєвим недоліком, адже у кожного виду транспорту своя транспортна мережа, яка складається із сукупності з'єднаних між собою зупинних пунктів, що ускладнює визначення транспортної роботи.

Для усунення даного недоліку в роботі [9] було запропоновано для кожного виду транспорту МПТ визначати питому транспорту роботу за наступною залежністю:

$$W_i^{МПТ} = \frac{W_i}{L_i}, \quad (5)$$

де L_i – довжина транспортної мережі i -го виду транспорту, км.

Даний підхід дозволяє оцінити ефективність роботи кожного виду транспорту, як в період його функціонування, так і на перспективу.

Ключовим моментом у розподілі транспортної роботи є значення відстаней перевезення з відповідними обсягами, що підтверджується залежностями (1) - (4). Тому необхідно дослідити вплив параметрів пасажирських транспортних систем на коефіцієнт пересадності та середню дальність маршрутної поїздки.

Постановка завдання

Метою даної статті є визначення впливу зміни параметрів пасажирських транспортних систем на такі показники маршрутної мережі, як коефіцієнт пересадності та середня дальність маршрутної поїздки.

Для досягнення цієї мети були вирішені наступні завдання:

- визначення параметрів маршрутної мережі;
- моделювання змін показників маршрутної мережі залежно від параметрів пасажирських транспортних систем;
- розробка регресійних моделей сумісного впливу.

Виклад основного матеріалу

Враховуючи існуючі дослідження щодо впливу параметрів пасажирських транспортних систем на показники функціонування, було обрано межі їх (параметрів) варіювання (табл. 1).

Табл. 1. Межі варіювання параметрів пасажирських транспортних систем

Параметр	Межі варіювання		
	нижня	середнє	верхня
Показник ступеня функції тяжіння, μ	0,5	1	1,5
Обсяг відправлення, $\sum_{i=1}^n H_{Vi}$, тис. пас.	61	184	307
Коефіцієнт динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті, $\gamma_{сеп}^M$	0,2	0,6	1,0
Маршрутний коефіцієнт, k_m	1,95	2,35	2,55

В якості об'єкту дослідження було обрано топологічну схему транспортної мережі. В ході експериментальних досліджень було зібрано дані, що характеризують топологічну схему транспортної мережі та проведено моделювання за розробленим алгоритмом. Результати моделювання було зведено до результуючої таблиці (табл. 2).

Табл. 2. Результати моделювання роботи пасажирських транспортних систем

Номер досліду	Показник ступеня функції тяжіння	Коефіцієнт динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті	Маршрутний коефіцієнт	Обсяг перевезень, тис. пас.	Коефіцієнт пересадності	Середня дальність маршрутної поїздки, км	Транспортна робота, тис. пас. км
1	0,75	0,4	2,15	172,2	1,4	4,78	790,9
2	1	0,6	2,35	259,9	1,41	4,3	1039,3
3	1,25	0,8	2,45	339,1	1,38	3,79	1184,4
...
25	1,25	0,6	2,15	82,6	1,35	3,77	296,1
26	0,75	0,6	2,45	442,6	1,44	4,79	1977,4
...
52	1	0,6	2,55	259,8	1,41	4,3	1039,3

При визначенні коефіцієнту пересадності від розглянутих параметрів пасажирських транспортних систем, було виконано статистичну обробку даних за допомогою програми Statistica. Попередній аналіз дозволив встановити функціональну залежність виду:

$$k_{пер} = f(\mu, k_m). \quad (6)$$

Так лінійна модель має вигляд:

$$k_{пер} = 1,26 - 0,12 \cdot \mu + 0,109 \cdot k_m \quad (7)$$

Зі свого боку степенева модель має вигляд:

$$k_{пер} = 1,2 \cdot \mu^{-0,072} \cdot k_m^{0,172} \quad (8)$$

При визначенні середньої дальності маршрутної поїздки від розглянутих параметрів пасажирських транспортних систем, було виконано статистичну обробку даних за допомогою програми Statistica. Попередній аналіз дозволив встановити функціональну залежність виду:

$$I_{сер}^{марш} = f(\mu, k_m) \quad (9)$$

Так лінійна модель має вигляд:

$$I_{сер}^{марш} = 6 - 1,93 \cdot \mu + 0,097 \cdot k_m \quad (10)$$

Зі свого боку степенева модель має вигляд:

$$I_{сер}^{марш} = 4,17 \cdot \mu^{-0,4} \quad (11)$$

Статистичну оцінку експериментальних даних та розрахованих за моделями виконано за допомогою критерію Фішера, множинного коефіцієнта кореляції, стандартизованого відхилення та середньої помилки апроксимації. Результати оцінки наведені в табл. 3-4.

Табл. 3. Статистична оцінка математичних моделей коефіцієнта пересадності та середньої дальності маршрутної поїздки від розглянутих параметрів пасажирських транспортних систем

Назва статистичного показника	Значення показника для моделі			
	(7)	(8)	(10)	(11)
Критерій Фішера, F :				
– розрахунковий	139,61	55,66	4960,3	98,066
– табличний	4,38	4,38	4,38	4,38
Множинний коефіцієнт кореляції, R	0,968	0,924	0,999	0,955
Стандартизоване відхилення, A	0,01023	0,01121	0,2659	0,04342
Середня помилка апроксимації, ε , %	0,62	0,89	0,54	3,64

Табл. 4. Коефіцієнти значимості факторів математичних моделей коефіцієнта пересадності та середньої дальності маршрутної поїздки від розглянутих параметрів пасажирських транспортних систем

Фактор	Значення коефіцієнту для моделі			
	(7)	(8)	(10)	(11)
Показник ступеня функції тяжіння, μ	-0,90365	-0,85034	-0,99861	-0,94863
Маршрутний коефіцієнт, k_m	0,51741	0,53385	0,03078	0,06983

Таким чином для залежності (7) середня помилка апроксимації склала 0,62%, а для математичних моделей: (8) – 0,89%; (10) – 0,54%; (11) – 3,64%. Отримані значення свідчать про достатню адекватність отриманих математичних моделей.

Висновки

Наведені в роботі дослідження впливу параметрів пасажирських транспортних систем на розподіл транспортної роботи при зміні коефіцієнта пересадності та середньої дальності маршрутної поїздки дозволяє зробити висновок про її вагомий вплив на функціонування системи МПТ в цілому. Тобто, таке розселення мешканців, де місце проживання більш тяжіє до місця – мети поїздки, забезпечуючи більш сприятливі умови для функціонування системи в цілому.

Література

1. Логистика: Общественный пассажирский транспорт [Текст] / [под ред. Л. Б. Миротина]. – М.: Экзамен, 2003. – 224 с.
2. Hutchinson B. G. Principles of urban transport systems planning [Text] / B. G. Hutchinson. – N.Y.: McGraw-Hill, 1974. – 444 p.
3. Banister D. Transport and Urban Development [Text] / D. Banister. – L.: Taylor&Francis, 1995. – 294 p.
4. Доля В. К. Пасажирські перевезення [Текст] / В. К. Доля. – Х.: Вид-во „Форт”, 2011. – 507 с.
5. Ігнатенко О. С. Організація автобусних перевезень у містах [Текст] / О. С. Ігнатенко, В. С. Маруніч. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.
6. Спирин І. В. Організація і управління пасажирськими автомобільними перевозками [Текст] / І. В. Спирин. – М.: Академія, 2003. – 400 с.
7. Levinson H. Analyzing transit travel time performance [Text] / Levinson H. // Transportation research record. – 1983. – № 915. – P. 1-6.
8. Strathman J. Evaluation of transit operations: data applications of TriMet's automated bus dispatching system [Text] / [J. Strathman, T. Kimpel, K. Dueker and oth.] // Transportation. – 2002. – № 29. – P. 321-345.
9. Ефремов І. С. Теорія городських пасажирських перевозок [Текст] / Ефремов І. С., Кобозев В. М., Юдин В. А. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.

References

1. (ed.) Mirotin L. (2003). Logistics: public passenger transport. Moscow: Jekzamen, 224.
2. Hutchinson B.G. (1974). Principles of urban transport systems planning. McGraw-Hill, 444.
3. Banister D. (1995). Transport and Urban Development. Taylor&Francis, 194.
4. Dolya V. (2011). Passenger traffic. Kharkiv: Publisher "Fort", 507.
5. Ignatenko A., Marunich V. (1998). Organization of bus transportation in cities. Kyiv: UTU, 400.
6. Spirin I. (2003). Organization and management of passenger road transport. Moscow: Academy, 400.
7. Levinson H. (1983). Analyzing transit travel time performance. Transportation research record, 915, 1-6.

8. Strathman J., Kimpel T., Dueker K. (2002). Evaluation of transit operations: data applications of TriMet's automated bus dispatching system. *Transportation*, 29, 321-345.

9. Efremov I., Kobozev V., Judin V. (1980). *The theory of urban passenger transport*. Moscow: Vysshaja shkola, 535.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.К. Доля, Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків.

Автор: ІВАНОВ Ігор Євгенійович

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, кандидат технічних наук.

E-mail – kafedra_tsl@ukr.net

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ПОКАЗАТЕЛИ МАРШРУТНОЙ СЕТИ

И.Е. Иванов

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. О.М. Бекетова, Харьков

В статье рассматривается влияние изменения параметров пассажирских транспортных систем на такие показатели маршрутной сети, как коэффициент пересадочности и средняя дальность маршрутной поездки. Разработаны регрессионные модели совместного влияния параметров пассажирских транспортных систем на коэффициент пересадочности и среднюю дальность маршрутной поездки. Проведена статистическая оценка экспериментальных данных и рассчитанных по моделям свидетельствует о достаточной адекватности полученных математических моделей.

Ключевые слова: пассажирская транспортная система, коэффициент пересадочности, средняя дальность маршрутной поездки, регрессионная модель.

EFFECT PARAMETERS FOR PASSENGER TRANSPORT SYSTEMS INDICATORS ROUTE NETWORK

I. Ivanov

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

The distribution of transport in urban passenger transport lies in the way the use of motor vehicles and their accessories. Established presented dependence relating to urban passenger public transport and cannot be applied to other forms of use of vehicles, including personal transport. The article examines the influence of parameters of passenger transport systems such figures route network as interchange rate and the average distance travel route. Developed regression models compatible parameters influence passenger transport systems by a factor interchange and average route distance travel. Conducted statistical evaluation of experimental data and calculated by model indicates the fair received adequate mathematical models.

Keywords: passenger transport system, interchange rate, the average distance route trip, regression model.