УДК 656.025.2 DOI: https://doi.org/10.18664/1994-7852.162.2016.78270

ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ПАСАЖИРСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ НА ЗАГАЛЬНУ КІЛЬКІСТЬ ПАСАЖИРОМІСЦЬ У МІСТІ

Канд. техн. наук І.Є. Іванов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ НА ОБЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ПАССАЖИРОМЕСТ В ГОРОДЕ

Канд. техн. наук И.Е. Иванов

DETERMINING PARAMETERS INFLUENCE ON PASSENGER TRANSPORT SYSTEMS TOTAL NUMBER OF PASSENGERS PLACES IN THE CITY

Ph. I. Ivanov

У статті розглядається сумісний вплив зміни таких параметрів, як показник ступеня функції тяжіння, обсяг відправлення, коефіцієнт динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті та маршрутний коефіцієнт на загальну кількість пасажиромісць у місті. Розроблено регресійні моделі сумісного впливу параметрів пасажирських транспортних систем на загальну кількість пасажиромісць у місті. Проведена статистична оцінка експериментальних даних та розрахованих за моделями свідчить про достатню адекватність отриманих математичних моделей.

***Ключові слова**: пасажирська транспортна система, номінальна місткість, регресійна модель.*

В статье рассматривается совместное влияние изменения таких параметров, как показатель степени функции тяжести, объем отправления, коэффициент динамического заполнения салонов транспортных средств в городе и маршрутный коэффициент на общее количество пассажиромест в городе. Разработаны регрессионные модели совместного влияния параметров пассажирских транспортных систем на общее количество пассажиромест в городе. Проведенная статистическая оценка экспериментальных данных и рассчитанных по моделям свидетельствует о достаточной адекватности полученных математических моделей.

***Ключевые слова**: пассажирская транспортная система, номинальная вместимость, регрессионная модель.*

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. In the article the joint effects of changing parameters such as gravity exponent function, volume administration, the coefficient of dynamic filling interior of vehicles in the city and trip rate on total of passenger seats in town. Developed regression models compatible parameters influence passenger transportation systems of passenger seats the total number in the city. Conducted statistical evaluation of experimental data and calculated by model indicates the fair received adequate mathematical models.

***Keywords**: passenger transport system, rated capacity, regression model.*

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

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 можуть зробити достойний внесок.

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 реалізовуються переміщення, загальна транспортна робота у місті визначається за залежністю

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

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

У свою чергу існує загально відома залежність визначення транспортної роботи [4-5]:

$$W = Q \cdot l_{\text{сер}}, \qquad (2)$$

де Q – обсяг перевезень пасажирів, пас.;

$l_{\text{сер}}$ – 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 таку залежність [1, 3, 6-8]:

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

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-й ділянці транспортної мережі i-м видом транспорту

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

де Q_j^i – обсяг перевезень пасажирів на j-й ділянці транспортної мережі i-м 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 такою залежністю:

$$W_i^{\text{пит}} = \frac{W_i}{L_i}, \qquad (5)$$

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 обсягів перевезень, що підтверджується залежностями (1) - (4), які у свою чергу залежать від кількості пасажиромісць на маршрутах. Тому необхідно дослідити вплив параметрів пасажирських транспортних систем на загальну кількість пасажиромісць у місті.

Визначення мети та задачі дослідження. Метою даної статті є визначення закономірностей зміни загальної кількості пасажиромісць залежно від параметрів пасажирських транспортних систем.

Для досягнення цієї мети були вирішені такі завдання:

– моделювання змін загальної кількості пасажиромісць залежно від параметрів пасажирських транспортних систем;

– розробка регресійних моделей сумісного впливу.

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

Таблиця 1

Межі варіювання параметрів пасажирських транспортних систем

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

Як об’єкт 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).

При визначенні загальної кількості пасажиромісць від розглянутих параметрів пасажирських транспортних систем було виконано статистичну обробку даних за допомогою програми Statistica. Попередній аналіз дозволив встановити функціональну залежність вигляду

$$\omega = f\,(\mu,\ \sum_{i=1}^{n} H_{Bi},\ \gamma_{сер}^{M},\ k_м). \qquad (6)$$

Таблиця 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	Транспортна робота, тис. пас.·км	Загальна кількість пасажиромісць, од.
1	0,75	0,4	2,15	172,2	1,4	790,9	103590
2	1	0,6	2,35	259,9	1,41	1039,3	94185
3	1,25	0,8	2,45	339,1	1,38	1184,4	82339
...	...	...	...	...	...	...	...
25	1,25	0,6	2,15	82,6	1,35	296,1	26573
26	0,75	0,6	2,45	442,6	1,44	1977,4	187324
...	...	...	...	...	...	...	...
52	1	0,6	2,55	259,8	1,41	1039,3	94716

Так, лінійна модель має вигляд

$$\omega = 147823 + \sum_{i=1}^{n} H_{Bi} - 298398 \cdot \gamma_{сер}^{M}. \quad (7)$$

Зі свого боку, степенева модель має вигляд

$$\omega = 0{,}42 \cdot \mu^{-0{,}475} \cdot \left(\sum_{i=1}^{n} H_{Bi} \right)^{0{,}939} \cdot \gamma_{сер}^{M\ -0{,}985} \cdot k_{м}^{0{,}438}. \quad (8)$$

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.

Таблиця 3

Статистична оцінка математичних моделей загальної кількості пасажиромісць від розглянутих параметрів пасажирських транспортних систем

Назва статистичного показника	Значення показника для моделі	
	(7)	(8)
Критерій Фішера, F: – розрахунковий – табличний	 23,763 4,38	 373,23 4,38
Множинний коефіцієнт кореляції, R	0,845	0,988
Стандартизоване відхилення, A	44961	0,09535
Середня помилка апроксимації, ε, %	33,4	6,07

Таблиця 4

Коефіцієнти значимості факторів математичних моделей загальної кількості пасажиромісць від розглянутих параметрів пасажирських транспортних систем

Фактор	Значення коефіцієнта для моделі	
	(7)	(8)
Показник ступеня функції тяжіння , μ	-0,071499	-0,271667
Обсяг відправлення, $\sum_{i=1}^{n} H_{Bi}$, тис. пас.	0,654863	0,744481
Коефіцієнт динамічного заповнення салонів транспортних засобів у місті, $\gamma_{сер}^{M}$	-0,816831	-0,809632
Маршрутний коефіцієнт, $k_{м}$	-0,014100	0,062177

Таким чином, для залежності (7) середня помилка апроксимації склала 33,4 %, а для математичних моделей: (8) – 6,07 %. Отримані значення свідчать про достатню адекватність степеневої математичної моделі й дозволяють використовувати її на практиці.

Висновки з дослідження і перспективи, подальший розвиток у даному напрямку. Наведені в роботі дослідження впливу параметрів пасажирських транспортних систем на розподіл транспортної роботи при зміні загальної кількості пасажиромісць у місті дозволяють 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.

В подальшому необхідно визначити сумісний вплив параметрів пасажирських транспортних систем на показники кількості пасажиромісць (залежно від обраної місткості).

Список використаних джерел

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. – Харків: Вид-во „Форт”, 2011. – 507 с.

5. Ігнатенко, О.С. Організація автобусних перевезень у містах [Текст] / О. С. Ігнатенко, В. С. Марунич. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.

6. Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / И. В. Спирин. – М.: Академия, 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, И. С. Теория городских пассажирских перевозок [Текст] / И. С. Ефремов, В. М. Кобозев, В. А. Юдин. – М.: Высшая школа, 1980. – 535 с.

Рецензент д-р техн. наук, професор В.К. Доля

Іванов Ігор Євгенійович, канд. техн. наук, докторант кафедри транспортних систем і логістики Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова. Тел.: (057) 707-32-61.
E-mail: kafedra_tsl@ukr.net.

Ivanov Igor Yevgeniiovich Ph. D., doctoral student department of transport systems and logistics O. M. Beketov National University of Urban Economy. Tel.: (057) 707-32-61. E- mail: kafedra_tsl@ukr.net.

Стаття прийнята 26.05.2016 р.