

УДК 656.05.02

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ КОРИСТУВАННЯ ТРАНСПОРТОМ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЛІНІЙНИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ**ESTIMATION OF THE TRANSPORT UTILIZATION FACTORS USING NONLINEAR MATHEMATICAL MODELS****Ігор Іванов***Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова
61002, м. Харків, вул. Революції 12*

The main factors which influent on the motorized mobility were grouped based on data of the foreign and domestic researches and also on the data which were obtained during questionnaire survey of the city residents. It was carried out the factor analysis using the pair correlation, which allowed creating mathematical models of the transport utilization factors.

За останні роки відбувається перерозподіл жителів між сільською місцевістю та містом, внаслідок чого збільшується кількість міських жителів, що в свою чергу призводить на перенасичення міських транспортних мереж великих та значних міст.

Окрім того збільшуються вимоги до умов пересування, як на індивідуальному, так і на міському пасажирському транспорті. Тому, актуальною проблемою організації роботи міських пасажирських систем є знаходження балансу між розподілом переміщень на індивідуальному та міському пасажирському транспорті

При проведенні аналізу зарубіжної літератури [1-2] виявлено, що в країнах з високим рівнем автомобілізації відбувається сповільнення розвитку суспільного транспорту. Аналізуючи ж роботи вітчизняних науковців [3-4] можна стверджувати про наявність зворотної статистики щодо використання масового пасажирського транспорту. Це пояснюється, насамперед, невисоким рівнем заможності населення та намаганням економити на транспортних переміщеннях, навіть за наявності власного транспорту.

В якості основних факторів, що впливають на рухливість населення було запропоновано розглянути кількість мешканців та рівень автомобілізації [4]. При проведенні досліджень було визначено, що такі показники, як вік та стать мешканців міста, мета поїздки, кількість поїздок за добу, рівень доходів населення, частина міста або передмістя, час поїздки та багато інших мають суттєвий вплив не лише на транспортну рухливість, а зокрема на розподіл поїздок між індивідуальним і суспільним транспортом [3, 6]. Але в цих дослідженнях не було визначено транспортну рухливість, як функцію від перелічених факторів.

В свою чергу, при синтезі моделей залежностей рухливості на всьому транспорті P_{TP} та окремо на міському пасажирському транспорті $P_{МПТ}$ від сукупності змінних, постає проблема зі збором статистичних даних, оскільки вони потребують проведення дорого вартісних та багато чисельних спостережень. Тому є актуальними, будь-які дослідження, які направлені на вивчення закономірностей розподілу потоків пасажирів між суспільними та індивідуальними видами транспорту в містах.

Були проведені дослідження, які ставили за мету розробити багатфакторні нелінійні математичні моделі коефіцієнтів користування транспортом та міським пасажирським транспортом зокрема. Було сформовано сукупність факторів, що може впливати на розподіл транспортної рухливості населення великих та значних міст між індивідуальним та

суспільними видами транспорту. Для отримання достовірної інформації всю сукупність факторів було розділено на дві групи. До першої групи ввійшли фактори, які можна отримати лише безпосередньо опитавши мешканців міст. А до другої групи ввійшли фактори, які можна отримати зі статистичних та довідкових збірників або відповідних структурних підрозділів місцевих органів влади.

В результаті проведеної статистичної обробки експериментальних даних була розробка математичного вигляду залежностей коефіцієнтів користування транспортом та міським пасажирським транспортом залежно отриманих змінних. Для цього були складені таблиці співвідношень функцій відгуку та змінних, матриці співвідношення експериментальних даних змінних та функцій відгуку, та матрицю коефіцієнтів парної кореляції.

Попередній аналіз $k_{TP} = f(X_i)$ [7] дозволив встановити цю залежність в нелінійній інтерпретації з урахуванням парних кореляцій, як функцію виду

$$k_{TP} = H_{Ж}^{k_1} \cdot \epsilon_M^{k_2}. \quad (1)$$

В інтервалах варіювання i -тих змінних $k_{TP} = f(H_{Ж}; \epsilon_M)$ набуває виду

$$k_{TP} = a_{TP} \cdot H_{Ж}^{k_{TP1}} \cdot \epsilon_M^{k_{TP2}}, \quad (2)$$

де a_{TP} – вільний член; $k_{TP1}; k_{TP2}$ – відповідно показники ступеня при змінних $H_{Ж}; \epsilon_M$.

Провівши статистичну обробку експериментальних даних було отримано чисельні значення коефіцієнтів моделі (2), а саме:

$$k_{TP} = 0,24 \cdot H_{Ж}^{0,1} \cdot \epsilon_M^{0,08}. \quad (3)$$

В свою чергу для середніх значень динамічного коефіцієнту заповнення салонів X_7 та відношення середнього часу поїздки в МПТ до середнього часу поїздки в таксі X_8 коефіцієнт користування пасажирським транспортом загального користування приймає вигляд

$$k_{МПТ} = \frac{6,7 \cdot H_{Ж}^{0,08} \cdot P_M^{0,87} \cdot F_{y\phi}^{0,92}}{(0,1 \cdot Y_a)^{0,25} \cdot Y_{такс}^{0,045}}. \quad (4)$$

Для оцінки адекватності отриманих моделей використовуємо показник середньої помилки апроксимації [6]:

$$\epsilon = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \left| \frac{y_i^M - y_i^\phi}{y_i^\phi} \right| \cdot 100\%, \quad (5)$$

де N – кількість спостережень, од.; y_i^M, y_i^ϕ – відповідно розраховане за моделлю та фактичне значення залежної змінної.

Так для залежності (3) середня помилка апроксимації склала 3,89%, а для математичної моделі (4) – 5%. Отримані значення свідчать про достатню достовірність отриманих математичних моделей.

Таким чином, в результаті експериментальних досліджень було отримано масив даних значень коефіцієнтів користування транспортом та коефіцієнтів користування міським пасажирським транспортом для міст різних категорій, в яких проводилося дослідження при різних співвідношеннях запропонованих факторів.

Використовуючи пакет статистичного аналізу було побудовано багатфакторні нелінійні математичні моделі визначення коефіцієнтів користування транспортом та коефіцієнтів користування міським пасажирським транспортом.

Література:

1. *Banister, D. Transport Planning [Text] / D. Banister. – Spon Press, 2002. – 317 p.*
2. *Pes, R. Public Transport in Developing Countries [Text] / R. Pes. – Elsevier, 2005. – 478 p.*
3. *Спирин, И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками [Текст] / Спирин И. В. – М. : Академия, 2003. – 400 с.*
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 / О. С. Ігнатенко, В. С. Маруни. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.*
6. *Aftabuzzaman, M. Achieving sustainable urban transport mobility in post peak oil era [Text] / M. Aftabuzzaman, E. Mazloumi // Transport Policy, 2011. – Vol. 18, Iss. 5. – P. 695–702.*
7. *Іванов, І.С. Визначення коефіцієнту користування транспортом при міських переміщеннях [Текст] / І. С. Іванов // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту, 2014. – Вип. 148, Ч. 1. – С. 187-191.*