

ПОРІВНЯННЯ ЕКСТРОПОЛЯЦІЙНИХ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ МАТРИЦЬ КОРЕСПОНДЕНЦІЇ

¹Вінницький національний технічний університет

В статті розглядаються питання формування матриці кореспонденцій транспортних потоків міської пасажирської мережі екстраполяційними методами.

ВСТУП

Сьогодні стратегічне управління транспортним комплексом великих міст стає все більш складним завданням. Це викликано не тільки зростанням кількості транспорту, розвитком транспортної мережі і пов'язаною з нею інфраструктури, а й зрослим рівнем якості транспортного обслуговування населення. Через це розробка ефективної системи управління транспортним комплексом є пріоритетним завданням для багатьох міст. Її створення неможливе без математичної моделі транспортної системи.

Ключовою характеристикою моделі транспортної системи є матриця кореспонденції, яка відображає загальне число осіб, що перемістилися з однієї точки транспортної мережі в іншу за певний час. Відомими в літературі методами побудови таких матриць є гравітаційні і ентропійні методи [1, 2], які передбачають використання апріорної інформації про обсяги транспортного потоку на основі соціально-економічної статистики [3] і відрізняються від статистичних методів відновлення матриць [4, 5].

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Формування матриці кореспонденцій є центральним і найбільш складним завданням, з математичної точки зору, у всіх дослідженнях, пов'язаних з істотними структурними або параметричними змінами транспортних потоків міської мережі.

Екстраполяційні методи формування матриці кореспонденцій засновані на даних обстеження існуючого розподілу пасажиропотоків і транспорту між кореспондуючими районами, а прогнозні розрахунки матриці кореспонденцій здійснюються з використанням пропорційних коефіцієнтів росту. До екстраполяційних методів відносять такі методи: єдиного коефіцієнта зростання; середніх коефіцієнтів зростання; Детройтський; Фратара [6].

У методі єдиного коефіцієнта зростання в якості вихідної інформації використовуються фактичні величини кореспонденцій між транспортними районами міста і прогноз їх зростання. Коефіцієнт зростання K визначається як відношення загальних прогнозованих кореспонденцій P^* до загальних фактичних кореспонденціям P^0 [7]:

$$K = \frac{P^*}{P^0}, \quad (1)$$

де «*» – індекс прогнозованої величини; «0» – індекс фактичної величини.

Коефіцієнт зростання K може залежати від таких показників, як кількість населення P , величина доходу на душу населення I і рівень автомобілізації C

$$K = \frac{f(P_i^d, I_i^d, C_i^d)}{f(P_i^c, I_i^c, C_i^c)}, \quad (2)$$

Обсяг прогнозованих кореспонденцій P_{ij}^* визначається згідно [13], як добуток кількості фактичних кореспонденцій P_{ij}^0 і коефіцієнта зростання K , тобто

$$P_{ij}^* = KP_{ij}^0. \quad (3)$$

Але в зв'язку з тим, що цей метод не враховує динаміку розвитку співвідношень між окремими параметрами міста і відповідно є причиною грубих помилок, на практиці він використовується досить рідко, в основному – тільки лише для наближених оцінок можливих транспортних потоків в умовах проектування окремих елементів міста на найближчу перспективу.

Метод середнього арифметичного фактора росту, як і попередній, ґрунтується на матеріалах обстеження існуючих кореспонденцій між районами. Для розрахунків використовуються середні

коефіцієнти зростання для кожного з транспортних районів, які розраховуються на підставі фактичного та прогнозованого потоків для цих районів [10].

Середні коефіцієнти зростання для i -го і j -го транспортних районів розраховуються на підставі загальних фактичних P_i^0 і P_j^0 та загальних прогнозованих P_i^* і P_j^* кореспонденцій для i -го і j -го транспортних районів і обчислюються таким чином [13]:

$$K_i = \frac{P_i^*}{P_i^0}; K_j = \frac{P_j^*}{P_j^0}. \quad (4)$$

Обсяг прогнозованих кореспонденцій P_{ij}^1 визначається добутком кількості фактичних кореспонденцій P_{ij}^0 і середнього арифметичного між K_i і K_j , тобто

$$P_{ij}^1 = P_{ij}^0 \frac{K_i^0 + K_j^0}{2}, \quad (5)$$

де 1 – індекс прогнозованої розрахункової величини на першій ітерації.

Оскільки величини кореспонденцій, визначаються зі співвідношення (5) і, як правило, не задовольняють таку рівність:

$$P_{ij}^0 = \frac{K_i^0 + K_j^0}{2} \sum_{i=1}^n P_{ij}^1, \quad (6)$$

то для її виконання необхідно використовувати наближені методи розв'язання.

Ітераційна форма співвідношення (6) набуде вигляду

$$P_{ij(i)}^k = P_{ij(i)}^{k-1} \frac{K_i^{k-1} + K_j^{k-1}}{2}, \quad (7)$$

де $k-1, k$ – кроки ітерацій.

Метод середніх коефіцієнтів зростання враховує різні темпи розвитку тих чи інших районів міста, проте, згідно з [11, 12] при значному зростанні рухливості населення, появи нових житлових масивів або великих промислових зон цей метод дає великі похибки, тому в проектній практиці майже не застосовується.

Детройтський метод, вперше застосований при проектуванні системи магістралей Детройта в 1953 р, на відміну від попередньої моделі, крім коефіцієнтів росту окремих районів враховує також і коефіцієнт зростання для всього міста [7].

Величина прогнозних кореспонденцій визначається як [8]

$$P_{ij}^1 = P_{ij}^0 \frac{K_i^0 K_j^0}{K^0}; K^0 = \frac{P^*}{P^0}. \quad (8)$$

Для дотримання відповідності між прогнозованими і розрахунковими кореспонденціями вдаються до наближених методів розв'язання, тоді співвідношення (8) набуде вигляду:

$$P_{ij}^k = P_{ij}^{k-1} \frac{K_i^{k-1} K_j^{k-1}}{K^0}. \quad (9)$$

Детройтський метод не складний для розрахунків і дозволяє отримати більш високу точність прогнозу, ніж попередній, однак, такий прогноз може значно відрізнятись від остаточних кореспонденцій, і, як зазначається в [8], ця відмінність буде тим більшою, чим більше відрізняються темпи зростання окремого району від міста в цілому.

Метод Фратара був розроблений на початку 50-х років минулого століття в США професором Томасом Дж. Фратаром. У ньому використовується ітераційний процес наближення до остаточного розв'язку [9, 10].

Цей метод полягає в тому, що обсяг кореспонденцій з i -ї зони в j -у для деякого майбутнього моменту часу пропорційний фактичному обсягу кореспонденцій з i -ї зони, помноженому на коефіцієнт розвитку j -ї зони [10]:

$$P_{ij(i)}^1 = P_{ij}^0 K_i^0 K_j^0 \frac{L_i^0 + L_j^0}{2}, \quad (10)$$

де L_i^0, L_j^0 – коефіцієнти зростання кореспонденцій в зоні m , обумовлених розвитком i -ї і j -ї зон відповідно,

$$L_i^0 = \frac{\sum_{i=1}^m P_i}{\sum_{i=1}^m P_i K_m}; L_j^0 = \frac{\sum_{j=1}^m P_j}{\sum_{j=1}^m P_j K_m}, \quad (11)$$

де K_m – коефіцієнт розвитку для зони з номером m , при цьому m набуває безліч значень, які відповідають усім зонам, що розглядаються.

Ітераційний процес для наближення до остаточного розв'язку має такий вигляд:

$$P_{ij}^k = P_{ij}^{k-1} K_i^{k-1} K_j^{k-1} \frac{L_i^{k-1} + L_j^{k-1}}{K^0}. \quad (12)$$

Результати розрахунку кожного проміжного кроку є вихідними даними для наступного, цей процес ведеться до тих пір, поки не буде досягнута рівність між заздалегідь визначеною величиною транспортного обороту району і сумою кореспонденцій, отримана в результаті розрахунку для цього району, тоді

$$P_i^* = K_i \sum_{i=1}^n P_i^1, \quad (13)$$

Метод Фратара набув найбільшого поширення серед всіх екстраполяційних методів формування матриці кореспонденцій. У практиці транспортного моделювання екстраполяційні методи широкого поширення не отримали з таких причин: для проведення розрахунків екстраполяційних методів необхідно мати інформацію про фактичні кореспонденції між транспортними районами міста; динаміка розвитку структури міста враховується не адекватно.

Екстраполяційні методи переважно використовуються при низьких темпах зростання міст і невеликих термінах прогнозу – не більше 5–7 років.

ВИСНОВКИ

Розв'язання багатьох транспортних задач залежить від ефективності побудови маршрутної системи міста, маючи на увазі, що це пов'язана територіально і в часі визначена сукупність маршрутів пасажирських перевезень на транспортній мережі. Створення маршрутної системи або удосконалення діючої є однією з важливих задач в організації пасажирських перевезень, тому що від рівня її формування в значній мірі залежить ефективність використання рухомого складу і якість транспортного обслуговування населення.

У статті розглянуто методи формування матриць кореспонденцій пасажирських переміщень, визначено їх переваги та недоліки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Введение в математическое моделирование транспортных потоков : учеб. пособие / А. В. Гасников, С. Л. Кленов, Е. А. Нурминский и др. ; [под ред. А. В. Гасникова]. – М. : МФТИ, 2010. – 360 с.
2. Вильсон А. Дж. Энтропийные методы моделирования сложных систем / А. Дж. Вильсон. – М. : Наука, 1978. – 248 с
3. Ortuzar J. D. Modeling Transport / J. D. Ortuzar, L. G. Willumsen. – Hoboken, NJ : John Wiley & Sons Ltd, 2001. – 594 p.
4. Хабаров В. И. Марковская модель транспортных корреспонденций / В. И. Хабаров, Д. О. Молодцов, С. В. Хомяков // Доклады ТУСУР. – 2012. – № 1, ч. 1. – С. 113–117.
5. Хабаров В. И. Планирование экспериментов для оценки матрицы транспортных корреспонденций / В. И. Хабаров, А. А. Теселкин, К. П. Косолапов // Докл. АН ВШ РФ. – 2015. – № 3 (28). – С. 109–116.
6. Васильева Е. М. Нелинейные транспортные задачи на сетях / Е. М. Васильева, Б. Ю. Левит, В. Н. Лившиц. – М. : Финансы и статистика, 1981. – 104 с.
7. Белый О. В. Фундаментальные проблемы развития транспортного комплекса / О. В. Белый. // Экономика качества. – 2013. – № 3. – С. 23–28.
8. Введение в математическое моделирование транспортных потоков / [под ред. А. В. Гасникова]. – М. : Изд-во МФТИ, 2010. 360 с.
9. Горбачев П. Ф. Моделирование спроса на перевозку пассажиров в пригородном сообщении / П. Ф. Горбачев, В. И. Крикун // ВежПТ. – 2013. – № 3(62). – С. 12–15.

10. Горбачев П.Ф. Методика расчета емкостей транспортных районов с учетом динамических процессов в транспортной системе / П. Ф. Горбачев, А. С. Колий // Автомобильный транспорт. – 2012. – № 30. – С. 139–143.
11. Селиверстов Я. А. Моделирование процессов распределения и развития транспортных потоков в мегаполисах / Я. А. Селиверстов // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2013. – № 1. – С. 43–49.
12. Швецов В. И. Алгоритмы распределения транспортных потоков / В. И. Швецов // Автоматика и телемеханика. – 2009. – № 10. – С. 148–157
13. Селиверстов Я. А. Построение моделей управления городскими транспортными потоками в условиях неопределенности внешней информационной среды / Я. А. Селиверстов, А. Л. Стариченков // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. – 2014. – № 6(210). – С. 81–94.

REFERENCES

1. Introduction to Modeling matematycheskoe transportnyh flows: Textbook. posobyе / A. V. Hasnykov, S. Maple, E. A. Nurmysnyy et al.; [Ed. A. Hasnykova]. – Moscow : MIPT, 2010. – 360 p.
2. A. J. Wilson. Entropy methods of modeling slozhnyh system / A. J. Wilson. – Moscow : Science, 1978. – 248 p.
3. Ortuzar J. D. Modeling Transport / J. D. Ortuzar, L. G. Willumsen. – Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Ltd, 2001. – 594 p.
4. Khabarov V. I. Markovskaya model transportnyh korrespondentsyy / V. I. Khabarov, D. A. Molodtsov, S. V. hamsters // Doklady Tukur. – 2012. – N 1, p. 1. – P. 113-117.
5. Khabarov V. I. Planning eksperymentov for otsenki matrytsy transportnyh korrespondentsyy / V. I. Khabarov, A. A. Teselkyn, K. P. Kosolapov // Dokl. AN HS Code. – 2015. – № 3 (28). – С. 109-116.
6. Vasilyeva E. M. Nonlinear transportnye problem in setyah / E. M. Vasilyeva, B. Yu. Levite, V. N. Livshits. – Moscow : Finance and Statistics, 1981. – 104 p.
7. White A. V. Fundamentalnye transport complex development problems / O. V. White // Economy quality. – 2013. – № 3. – P. 23-28.
8. Introduction to Modeling matematycheskoe transportnyh flows / [ed. A. Hasnykova]. – Moscow: Publishing House of MIPT, 2010. 360 p.
9. Gorbachev P. F. Modeling demand for the carriage of passengers in pryhorodnom Message Detail / P. F. Gorbachev, V. I. Crier // VezhPT. – 2013. – № 3 (62). – P. 12-15.
10. Gorbachev P. F. Method of calculation emkostey transportnyh rayonov with uchetom Dynamic processes in transportnoy system / P. F. Gorbachev, A. S. Krykun // Car Kit transport. – 2012. – № 30. – P. 139-143.
11. Selyverstov J. A. Modeling processes apportionment and Development transportnyh flows in mehapolysah / Y. A. Selyverstov // Proceedings SPbHETU "LETI". – 2013. – № 1. – P. 43-49.
12. Shvetsov V. I. apportionment algorithms transportnyh flows / V. I. Shvetsov // Automation and telemchanics. – 2009. – № 10. – P. 148-157
13. Y. A. Selyverstov building a model management horodskymy transportnymy flows in terms ynformatsyonnoy uncertainty External environment / Y. A, Selyverstov, A. L. Starychenkov // Scientific-technical SPbHPU Gazette. Informatics. Telecommunications. Management. – 2014. – № 6 (210). – P. 81-94.

В. В. Швець¹, В. А. Кашканов¹, В. В. Галіброда¹

ПОРІВНЯННЯ ЕКСТРОПОЛЯЦІЙНИХ МЕТОДІВ ФОРМУВАННЯ МАТРИЦЬ КОРЕСПОНДЕНЦІЇ

¹Вінницький національний технічний університет

Сьогодні стратегічне управління транспортним комплексом великих міст стає все більш складним завданням. Це викликано не тільки зростанням кількості транспорту, розвитком транспортної мережі і пов'язаної з нею інфраструктури, а й зростанням рівнем якості транспортного обслуговування населення. Через це розробка ефективної системи управління транспортним

комплексом є пріоритетним завданням для багатьох міст. Її створення неможливе без математичної моделі транспортної системи.

Ключовою характеристикою моделі транспортної системи є матриця кореспонденції, яка відображає загальне число осіб, що перемістилися з однієї точки транспортної мережі в іншу за певний час. Відомими в літературі методами побудови таких матриць є гравітаційні і ентропійні методи, які передбачають використання апріорної інформації про обсяги транспортного потоку на основі соціально-економічної статистики і відрізняються від статистичних методів відновлення матриць.

Розв'язання багатьох транспортних задач залежить від ефективності побудови маршрутної системи міста, маючи на увазі, що це пов'язана територіально і в часі визначена сукупність маршрутів пасажирських перевезень на транспортній мережі. Створення маршрутної системи або удосконалення діючої є однією з важливих задач в організації пасажирських перевезень, тому що від рівня її формування в значній мірі залежить ефективність використання рухомого складу і якість транспортного обслуговування населення.

У статті розглянуто методи формування матриць кореспонденцій пасажирських переміщень, визначено їх переваги та недоліки.

Ключові слова: матриця пасажиропотоків; маршрут; кореспонденція; пасажирські перевезення; транспортна мережа.

Швец Віталій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет, e-mail: vitalshv@yandex.ru

Кашканов Віталій Альбертович, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автомобілів та транспортного менеджменту, Вінницький національний технічний університет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Галіброда Вікторія Василівна, аспірант кафедри будівництва, міського господарства та архітектури, Вінницький національний технічний університет

V. Shvets¹, V. Kashkanov¹, V. Halibroda¹

COMPARISON EXTRAPOLATION METHOD OF FORMING MATRIXES CORRESPONDENCE

¹Vinnitsia National Technical University

Today the strategic management of complex transport of large cities is becoming more challenging. This is not only due to the increasing number of transport, development of transport networks and related infrastructure, and the increased level and quality of transport services. Because of this, the development of effective system of transport complex is a priority for many cities. Its impossible without creating a mathematical model of the transport system.

A key feature of the model transport system is a matrix of correspondence, which reflects the total number of people who moved from one point to another transport network for some time. Known in the literature methods for constructing such matrices are gravity and entropy methods that involve the use of prior information about the volume of traffic on the basis of socio-economic statistics and statistical methods differ from the recovery matrix.

Solving many transportation problems depends on the efficiency of constructing the routing system of the city, meaning that it is linked geographically and in time defined a set route passenger traffic on the transport network. Create routing system or improving the existing one of the important problems in the organization of passenger traffic, because of the level of formation depends largely on efficiency of rolling stock and quality of transport services.

In the article the methods of forming matrices correspondence passenger movements, identified their strengths and weaknesses.

Key words: matrix passenger; route; correspondence; passenger transportation; transport network.

Shvets Vitaliy, Ph.D., associate professor, assistant professor of construction management and urban architecture, Vinnitsia National Technical University, e-mail: vitalshv@yandex.ru

Kashkanov Vitaly, Ph.D., associate professor, assistant professor of cars and transport management, Vinnytsia National Technical University, e-mail: kash_2004@ukr.net

Halibroda Victoria, graduate student of construction, urban and architecture, Vinnytsia National Technical University

В. В. Швец¹, В. А. Кашканов¹, В. В. Галиброда¹

СОПОСТАВЛЕНИЕ ЭКСТРАПОЛЯЦИОННЫХ МЕТОДОВ ФОРМИРОВАНИЯ МАТРИЦ КОРРЕСПОНДЕНЦИЙ

¹Винницкий национальный технический университет

Сегодня стратегическое управление транспортным комплексом крупных городов становится все более сложной задачей. Это вызвано не только ростом количества транспорта, развитием транспортной сети и связанной с ней инфраструктуры, но и возросшим уровнем качества транспортного обслуживания населения. Поэтому разработка эффективной системы управления транспортным комплексом является приоритетной задачей для многих городов. Ее создание невозможно без математической модели транспортной системы.

Ключевой характеристикой модели транспортной системы является матрица корреспонденции, которая отражает общее число лиц, перемещенных из одной точки транспортной сети в другую за определенное время. Известными в литературе методами построения таких матриц есть гравитационные и энтропийные методы, которые предусматривают использование априорной информации об объемах транспортного потока на основе социально-экономической статистики и отличаются от статистических методов восстановления матриц.

Решение многих транспортных задач зависит от эффективности построения маршрутной системы города, имея в виду, что определенная совокупность маршрутов пассажирских перевозок на транспортной сети связана территориально и во времени. Создание маршрутной системы или усовершенствования действующей является одной из важных задач в организации пассажирских перевозок, так как от уровня ее формирования в значительной степени зависит эффективность использования подвижного состава и качество транспортного обслуживания населения.

В статье рассмотрены методы формирования матриц корреспонденций пассажирских перемещений, определены их преимущества и недостатки.

Ключевые слова: матрица пассажиропотоков; маршрут; корреспонденция; пассажирские перевозки; транспортная сеть.

Швец Виталий Викторович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, Винницкий национальный технический университет, e-mail: vitalshv@yandex.ru

Кашканов Виталий Альбертович, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры автомобилей и транспортного менеджмента, Винницкий национальный технический университет, e-mail: kash_2004@ukr.net

Галиброда Виктория Васильевна, аспирант кафедры строительства, городского хозяйства и архитектуры, Винницкий национальный технический университет