

УДК 629.113.004.67:38

СУХОНОС М.К., д.т.н., професор; ДОЛЯ О.Є., асистент
Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

ЩОДО ФОРМУВАННЯ СТРУКТУРИ ПРОЕКТІВ МІСЬКИХ ПАСАЖИРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Проведено аналіз причинно-наслідкових факторів формування структури проектів міських пасажирських перевезень. Результатом досліджень є запропонована система етапів проектів міських пасажирських перевезень із визначенням ефективності функціонування кожного маршруту.

Ключові слова: міські пасажирські перевезення, транспортна мережа, пасажирські маршрути, бізнес-план, показники ефективності.

Постановка проблеми

Найпоширенішими проектами міських пасажирських перевезень є проекти міських пасажирських маршрутів, головною метою яких є забезпечення необхідного рівня якості пасажирських перевезень у містах. Для реалізації цієї мети існує система організації та управління міськими перевезеннями, в задачі якої входить:

- побудова раціональної маршрутної транспортної мережі;
- визначення основних параметрів роботи пасажирських маршрутів;
- побудова графіків роботи транспортних засобів та водіїв на маршрутах;
- складання бізнес-планів міських пасажирських маршрутів.

Кожна задача виконується різними методами із використанням великої сукупності моделей, більшість з яких мають нелінійний вигляд, що ускладнює рішення цієї комплексної задачі. Саме від вибору та застосування тих чи інших методів та моделей залежить кінцевий результат.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Першочерговим завданням міських пасажирських перевезень є задоволення потреб мешканців міста у переміщеннях між місцями їх проживання та місцями праці, відпочинку тощо. При цьому слід забезпечувати мінімум відстані переміщення або витрат часу, коштів, стомлюваності [1-5].

На сьогодні структурна схема побудови маршрутних транспортних мереж складається з наступних основних етапів [5]:

1. Визначення основних пасажироутворюючих і пасажиропоглинаючих пунктів із наступною їхньою прив'язкою щодо вулично-дорожньої мережі;
2. Об'єднання всіх пунктів тяжіння пасажиропотоків у єдину транспортну мережу;
3. Визначення відстані (часу) переміщення між двома сусідніми пунктами;
4. Визначення обсягів відправлення та прибуття пасажирів у кожному з пунктів;
5. Розрахунок пасажиропотоків між пунктами тяжіння;
6. Маршрутизація транспортної мережі.

Складність побудови маршрутної транспортної мережі полягає в тому, що кожен з перелічених етапів може бути вирішений за допомогою багатьох методів, кожен із яких має свої переваги та недоліки. Тому саме від вибору методів рішення етапів маршрутизації транспортної мережі залежить кінцевий результат.

Тому в подальшому розглянемо більш детально кожний з етапів та методів, якими можливо його вирішити.

Мета статті

Метою проведення досліджень є визначення причинно-наслідкових факторів формування структури проектів міських пасажирських перевезень.

Основний розділ

Початковим етапом усіх транспортних задач є побудова транспортної мережі, використовуючи теорію графів [6-7].

Так, за вершини графа приймаються центри транспортних районів (пункти тяжіння пасажиропотоків), а дугами є ділянки вулично-дорожньої мережі [1, 5-7].

В даному випадку метою оптимізації є пошук найкоротших шляхів (часу) переміщення між усіма пунктами тяжіння пасажиропотоків. Для пошуку найкоротших шляхів використовуються ітераційні алгоритми поетапного нарощування й корекції дерева найкоротших шляхів [1].

До основних алгоритмів рішення задачі пошуку найкоротших шляхів на графі відносяться [8]:

- алгоритм Дейкстри;
- алгоритм Беллмана-Форда;
- алгоритм пошуку A^* ;
- алгоритм Флойда-Уоршелла;
- алгоритм Джонсона;
- алгоритм Лі тощо.

Знайдені таким чином найкоротші відстані між усіма вершинами транспортної мережі утворюють матрицю найкоротших відстаней.

Але це є проміжним етапом, бо всі транспортні задачі зводяться до наступної залежності:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m k_{ij} \cdot Q_{ij} \rightarrow \min \quad (1)$$

де k_{ij} – критерій оптимізації (відстань, час, витрати);

Q_{ij} – обсяги перевезень із i -го пункту в j -ий пункт.

Отже, при побудові транспортної мережі необхідно дотримуватися основних положень теорії графів та методів вирішення транспортних задач.

Головним напрямком визначення попиту на перевезення є отримана інформація від мешканців міста щодо мети поїздки, частоти поїздок, пункту призначення, умови пересування тощо [1, 4-5, 9-10].

Така інформація може бути отримана шляхом анкетного обстеження користувачів пасажирського транспорту. Але отримана таким чином інформація дозволяє сформувати уявлення щодо майбутніх кореспонденцій між пунктами відправлення й прибуття з незначною похибкою.

Дуже важливим фактором пасажирських перевезень є зміна пасажирських потоків у просторі та часі. Отримати таку інформацію можливо шляхом моделювання. При цьому вихідною інформацією є наявні кореспонденції між усіма пунктами транспортної мережі [1, 5, 11-12].

Базовою моделлю розрахунку кореспонденцій є гравітаційна модель, яка має наступний вигляд [1, 13]:

$$H_{ij} = k \cdot HO_i \cdot HP_j \cdot d_{ij}, \quad (2)$$

де H_{ij} – потенційні кореспонденції між районами, що можуть бути отримані відповідно до повної аналогії гравітаційного закону;
 k – калібрувальний коефіцієнт;
 HO_i – обсяг відправлення пасажирів із району i за розрахунковий період;
 HP_j – обсяг прибуття пасажирів у район j за розрахунковий період;
 d_{ij} – функція тяжіння, яка відображає відстань або витрати часу та коштів на переміщення з району i у район j .

При цьому ключовим питанням є отримання адекватної щодо умов переміщення функції тяжіння. На сьогодні існують такі різновиди функції тяжіння [1-2, 5, 11-13]:

$$d_{ij} = \frac{a}{t_{ij}^n}, \quad (3)$$

$$d_{ij} = \frac{1}{t_{ij}^n}, \quad (4)$$

$$d_{ij} = a \cdot e^{-bt_{ij}}, \quad (5)$$

$$d_{ij} = a \cdot e^{-bt_{ij}^n}, \quad (6)$$

де a, b – емпіричні коефіцієнти;
 n – показник степені.

Шляхом підбору функцій тяжіння і подальшим моделюванням розподілу кореспонденцій по дугах транспортної мережі стає можливим побудова маршрутної мережі, на основі якої відбуваються розрахунки параметрів кожного із запропонованих маршрутів руху пасажирського транспорту.

Таким чином ми бачимо, що задача маршрутизації транспортної мережі є багатофакторною та багатокроковою. При цьому нелінійність функцій тяжіння накладає свої умови щодо формування комбінацій маршрутів.

Розглянуті вище етапи проектів міських пасажирських перевезень є технічними з точки зору їх впливу на процес введення маршруту в дію.

Згідно з діючим законодавством [14] усі міські пасажирські маршрути є власністю міста й передаються в експлуатацію суб'єктам господарювання на основі відкритих торгів. Для цього кожний учасник торгів, попередньо ознайомившись із лотами, повинен подати повну інформацію щодо змоги виконувати такі перевезення.

У світовій практиці такою інформацією є бізнес-план, що дає відповідь на питання, чи потрібно вкладати кошти в даний інвестиційний проект [15].

Існують уже розроблені міжнародні стандарти методики підготовки бізнес-планів, техніко-економічних обґрунтувань та інвестиційних меморандумів, а саме [16]:

- 1) метод UNIDO;
- 2) метод ЄБРР;
- 3) метод BFM Group;
- 4) метод KPMG.

У спрощеному та адаптованому до міських пасажирських перевезень вигляді структура бізнес-плану містить наступні розділи:

- 1) Коротка характеристика проекту (резюме).
- 2) Характеристика галузі.
- 3) Характеристика послуги.
- 4) Розміщення об'єкту.
- 5) Аналіз ринку.
- 6) Запланований обсяг послуг.
- 7) Забезпеченість послуг основними факторами виробництва.
- 8) Маркетинговий план.
- 9) Організаційний план та управління персоналом.
- 10) Оцінка ризиків.
- 11) Фінансовий план.
- 12) Додатки.

При чому, порівняння різних варіантів проекту та вибір найкращого з них можливо зробити за допомогою таких показників ефективності:

- 1) чиста приведена вартість;
- 2) індекс доходності (рентабельність);
- 3) внутрішня норма доходності;
- 4) період окупності.

Показник чистої приведеної вартості представляє собою різницю між усіма грошовими потоками та відтоками, що приведені до поточного моменту часу:

$$NPV = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t} = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}, \quad (7)$$

де NPV чиста приведена вартість;

CF_t – потік платежів за період часу t ;

IC – початкові інвестиції;

N – кількість років;

i – ставка дисконтування.

Показник індексу доходності (рентабельності) є відношенням суми дисконтованих грошових потоків щодо початкових інвестицій:

$$PI = \frac{1}{IC} \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+i)^t}, \quad (8)$$

де PI – індексу доходності (рентабельності).

Показник внутрішньої норми доходності представляє собою процентну ставку, при якій чиста приведена вартість дорівнює нулю:

$$NPV = -IC + \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0, \quad (9)$$

або

$$IC = \sum_{t=1}^N \frac{CF_t}{(1+IRR)^t}, \quad (10)$$

де IRR – внутрішня норма доходності.

Показник періоду окупності є мінімальним часовим інтервалом (від початку виконання проекту), за межами якого інтегральний ефект стає і в подальшому залишається невід’ємним:

$$PP = N \quad \text{при} \quad \sum_{t=1}^N CF_t > IC, \quad (11)$$

де PP – період окупності.

Кожний із розглянутих показників у тій чи іншій мірі може дати відповідь на питання, який із варіантів вибору марки транспортних засобів кращий. Але головним параметром розглянутих моделей, що враховує майбутні ризики проекту, є ставка дисконтування. Причому, по суті це є норма прибутку, що закладається в проект.

Недоліком такого підходу є неврахування ймовірності результату події, що може відбутися. В такому випадку необхідно дослідити, які параметри мають властивості стохастичності, й для кожного з них визначити ймовірності початку події.

Висновки

У результаті проведених досліджень було встановлено, що задача маршрутизації транспортної мережі є багатofакторною та багатокроковою. При цьому нелінійність функцій тяжіння накладає свої умови щодо формування комбінацій маршрутів. Тому такі задачі можливо вирішувати лише методом динамічного програмування із використанням ймовірнісних моделей. У подальшому необхідно провести експериментальні дослідження щодо розподілу відхилень існуючих видів витрат щодо функціонування маршрутів від розрахункових значень.

Список літератури

1. Ефремов И.С. Теория городских пассажирских перевозок / Ефремов И.С., Кобозев В.М., Юдин В.А. – М. : Высшая школа, 1980. – 535 с.
2. Пассажирские автомобильные перевозки / [Афанасьев Л.Л., Воркут А.И., Дьяков А.Б. и др.]. – М. : Транспорт, 1986. – 220 с.
3. Гудков В.А. Технология, организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / В.А. Гудков, Л.Б. Миротин. – М. : Транспорт, 1997. – 254 с.
4. Спирин И. В. Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками / Спирин И.В. – М. : Академия, 2003. – 400 с.
5. Доля В.К. Пасажирські перевезення / В.К. Доля. – Х.: Вид-во „Форт”, 2011. – 507 с.
6. Системологія на транспорті. Дослідження операцій у транспортних системах [Гаврилов Е.В., Дмитриченко М.Ф., Доля В.К. та ін.] ; за ред. М.Ф. Дмитриченка – К. : Знання України, 2009. – 375 с. – (5 кн./ Гаврилов Е. В., Дмитриченко М. Ф., Доля В. К. та ін.; кн. 3).
7. Харари Ф. Теория графов /Пер. с англ. и предисл. В.П. Козырева; под ред. Г.П. Гаврилова. Изд. 2-е. М.: Едиториал УРСС, 2003. - 300 с.
8. https://ru.wikipedia.org/wiki/Задача_о_кратчайшем_пути
9. Володин Е.П. Организация и планирование перевозок автомобильным транспортом / Е.П. Володин, Н.И. Громов. – М. : Транспорт, 1982. – 224 с.
10. Ігнатенко О.С. Організація автобусних перевезень у містах / О.С. Ігнатенко, В.С. Маруніч. – К.: УТУ, 1998. – 196 с.
11. Антошвили М.Е. Оптимизация городских автобусных перевозок / Антошвили М.Е., Либерман С.Ю., Спирин И.В. – М. : Транспорт, 1985. – 102 с.

12. Торопов Б.І. Розвиток пасажирських комплексів на основі закономірностей формування пасажиропотоків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 „Транспортні системи” / Б.І. Торопов. – К., 2001. – 20 с.

13. Вдовиченко В.О. Ефективність функціонування міської пасажирської транспортної системи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.22.01 „Транспортні системи” / В.О. Вдовиченко. – К., 2004. – 24 с.

14. Про затвердження Порядку і умов організації перевезень пасажирів та багажу автомобільним транспортом: з0257-98 – Офіц. вид. – К. Офіційний вісник України: М-во транспорту України, 1998. – №17, 258 с. – (Нормативний документ Мінтрансу України. Інструкція).

15. Организация и управление инновационной деятельностью на транспорте / [А.Б. Ефимов, В.М. Самуйлов, Е.В. Кошкарров и др.]. – Екатеринбург : УрГУ, 2002. – 264 с.

16. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бизнес-планирование>

Сухонос М.К., Доля Е.Е. К формированию структуры проектов городских пассажирских перевозок

***Аннотация.** Проведен анализ причинно-следственных факторов формирования структуры проектов городских пассажирских перевозок. Результатом исследований является предложенная система этапов проектов городских пассажирских перевозок с определением эффективности функционирования каждого маршрута.*

***Ключевые слова:** городские пассажирские перевозки, транспортная сеть, пассажирские маршруты, бизнес-план, показатели эффективности.*

Sukhonos M.K. Dolya O.Ye. The structure of projects of urban passenger transport

***Abstract.** The analysis of the causal factors of the project structure urban passenger transport. The result is a proposed system research phase of the project of urban passenger transport to the definition of the efficiency of each route.*

***Keywords:** urban passenger transport, transportation network, passenger routes, business plan, performance indicators.*

Стаття надійшла до редакції 25.08.2014 р.