

УДК 656.072

П.В. ЛУБ'ЯНИЙ, І.А. СЕЛІВЕРСТОВ, Р.В. КАЛІМБЕТ
Херсонський національний технічний університет

ОРГАНІЗАЦІЯ УПРАВЛІННЯ РОБОТОЮ МАРШРУТНОЇ СИСТЕМИ МІСТА НА ОСНОВІ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРІВ

У роботі аналізується сучасний стан організації управління роботою систем міського пасажирського транспорту з метою розробки заходів щодо підвищення рівня управління на основі можливостей нового методу оцінки якості обслуговування пасажирів. Найбільш проблемним питанням є точне моделювання поведінки пасажирів у транспортній системі. Хоча гіпотеза про ймовірнісний характер вибору пасажиром маршруту є загальноприйнятною, більшість існуючих методів зводиться до використання нормованої моделі, в якій ймовірність вибору пасажиром шляху пересування прямо пропорційна його привабливості та обернено пропорційна загальній привабливості всього набору альтернативних шляхів для пересування. Проте нормалізована модель не пояснює причин випадкового характеру процедури вибору маршруту і не відповідає на питання про кількість реальних альтернатив при реалізації потреби пасажирів в поїздках. Використання "моделі поведінкового попиту" можна вважати найбільш точним для подолання проблем калібрувальної моделі, але слід зазначити, що цей підхід запозичений з мікроекономіки товару і не цілком відповідає поведінці пасажирів в системі міського пасажирського транспорту. Крім того, використання якісних, а не кількісних показників частоти використання конкурентних маршрутів значно зменшує можливості та точність моделей.

Ключові слова: пасажир. транспорт, шлях проходження, транспортна мережа, маршрутна мережа, маршрут.

П.В. ЛУБ'ЯНИЙ, И.А. СЕЛИВЕРСТОВ, Р.В. КАЛИМБЕТ
Херсонский национальный технический университет

ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ РАБОТОЙ МАРШРУТНОЙ СИСТЕМЫ ГОРОДА НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПЕРЕВОЗОК ПАССАЖИРОВ

В работе анализируется современное состояние организации управления работой систем городского пассажирского транспорта с целью разработки мероприятий по повышению уровня управления на основе возможностей нового метода оценки качества обслуживания пассажиров. Наиболее проблемным вопросом является точное моделирование поведения пассажиров в транспортной системе. Хотя гипотеза о вероятностном характере выбора пассажира маршрута является общепринятой, большинство существующих методов сводится к использованию нормированной модели, в которой вероятность выбора пассажиром пути следования прямо пропорциональна привлекательности этого пути и обратно пропорциональна общей привлекательности всего набора альтернативных путей для передвижения. Однако нормализованная модель не объясняет причин случайного характера процедуры выбора маршрута и не отвечает на вопрос о количестве реальных альтернатив при реализации потребности пассажира в поездках. Использование "модели поведенческого спроса" можно считать наиболее точным для преодоления проблем калибровочной модели, но следует отметить, что этот подход заимствован из микроэкономики товара и не вполне соответствует поведению пассажира в системе городского пассажирского транспорта. Кроме того, использование качественных, а не количественных показателей частоты использования конкурентных маршрутов значительно уменьшает возможности и точность моделей.

Ключевые слова: пассажир. транспорт, путь следования, транспортная сеть, маршрутная сеть, маршрут.

P.V. LUBIANY, I.A. SELIVERSTOV, R.V. KALIMBET
Kherson National Technical University

ORGANIZATION OF MANAGEMENT OF THE WORK OF THE ROUTE SYSTEM OF THE CITY ON THE BASIS OF ASSESSMENT OF QUALITY OF TRANSPORT OF PASSENGERS

Efficient and reliable urban passenger transport is a major factor in socio-political and economic stability. The paper analyzes the current state of the organization of the management of the work of city passenger route systems in order to develop measures to improve the level of management based on the possibilities of a new method of assessing the quality of passenger service. The most problematic issue here is the precise modeling of passenger behavior in the transport system. Although the hypothesis about the probabilistic nature of the passenger's choice of the passageway is generally accepted, most of the existing techniques are reduced to the use of a normalized model in which the probability of a passenger's choice of path is directly proportional to his attractiveness and inversely proportional to the overall attractiveness of the entire set of alternative paths for correspondence. However, the normalized model does not explain the reasons for the random nature of the procedure for choosing a route and does not answer the question about the number of real alternatives when realizing the passenger's need for travel. The positioning of the problem in the «modelling behavioural demand» can be considered the most accurate to overcome the problems of the calibration model, but it should be noted that the approach is borrowed from the commodity microeconomics and does not entirely correspond to the behaviour of the passenger in the system of urban passenger transport. In addition, the use of qualitative, rather than quantitative meters of the frequency of the use of competitive paths significantly reduces the possibilities and accuracy of models. The article justified the amount and method of obtaining the basic characteristics of the local routing system that should form the basis of the routing database system. The essence of this method is to record the actual options for the passage of a passenger from home to work for a sufficiently long period of time. This allows you to determine the statistical probabilities of selecting a passenger of a route. These probabilities are unmatched and objective, as they represent the actual processes occurring in the transport system, and characterize the respondent's relation to the parameters of the transport process.

Keywords: passenger: transport, route of transit, transport network, route networks, route.

Постановка проблеми

Ефективна і надійна робота міського пасажирського транспорту (МПТ) є найважливішим фактором соціально-політичної та економічної стабільності. МПТ забезпечує основну частину трудових поїздок населення, безпосередньо впливаючи на ефективність функціонування системи міського господарства, підприємств, організацій, установ. Маршрутний пасажирський транспорт – один із важливих чинників забезпечення життєдіяльності, на його частку припадає понад 85-90% всіх поїздок в містах. Сформована система організації перевезень, заснована на підвищенні щільності маршрутної мережі і забезпеченні регулярності руху транспорту, не завжди задовольняє попит на транспортні послуги, особливо в "час-пік". Це зумовлює необхідність застосування нових управлінських рішень щодо організації роботи систем міських пасажирських перевезень. Разом з цим з'явилася потреба в створенні якісно нових систем,

здатних гнучко реагувати на постійно мінливі умови функціонування і вимоги споживачів. Незважаючи на зусилля органів місцевого самоврядування та транспортних підприємств по адаптації до ринкових перетворень, в останні роки в зазначеній сфері мають місце такі проблеми:

- відсутність загальноприйнятої методики оцінки результатів роботи міського маршрутного транспорту;
- відсутність об'єктивної інформації про потреби населення в пересуваннях;
- велике розмаїття можливих варіантів розвитку системи;
- велика кількість суб'єктів, що діють в конкретній економічній сфері;
- висока соціальна значимість об'єкта, яка обумовлює наявність серйозних вимог до якості управлінських рішень;
- слабкий розвиток системи моніторингу роботи транспорту і відсутність відповідної бази даних.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Пошуку дієвих методів планування роботи систем масового пасажирського транспорту в містах присвячено значну кількість робіт, детальний аналіз яких можна знайти в роботі [1].

Найбільш проблематичним питанням тут є точне моделювання поведінки пасажирів в транспортній системі. Хоча гіпотеза про ймовірнісний характер вибору пасажиром шляху проходження і є загальноприйнятою, більшість з існуючих методик зводяться до використання нормованої моделі, в якій ймовірність вибору пасажиром шляху проходження прямо пропорційна привабливості цього шляху і обернено пропорційна сумарній привабливості всього набору альтернативних варіантів шляху для кореспонденції. Однак нормована модель не пояснює причин випадкового характеру процедури вибору шляху і не дає відповіді на питання про кількість реальних альтернатив при реалізації потреби пасажирів в пересуванні.

Постановку задачі в підході "моделювання поведінкового попиту" [2] можна вважати найбільш точною для подолання проблем калібрувальної моделі, але слід зазначити, що підхід [2] запозичений з товарної мікроекономіки і не зовсім відповідає поведінці пасажирів в системі міського пасажирського транспорту. Крім того, використання якісних, а не кількісних вимірників частоти використання конкурентних варіантів шляху істотно знижує можливості і точність моделей.

Для підвищення точності моделювання в роботі [3] постулати з роботи [2] доповнені допущенням про незначну частку помилкових рішень, прийнятих пасажиром при виборі шляху проходження і обмеженнями на розгляд тільки трудових пересувань. Це дало можливість формалізувати процедуру вибору пасажиром шляху проходження і визначити ймовірність вибору шляху як ймовірність того, що параметри цього шляху опиняться для пасажирів більш привабливими (ефективними), ніж параметри інших варіантів шляху.

З іншого боку, за допомогою методу обстеження переваг пасажирів – методу безпосередньої фіксації вибору, який описаний в роботі [4], існує можливість отримувати фактичні значення ймовірності вибору кожного варіанту шляху проходження, які використовує пасажир.

Мета дослідження

Метою роботи є розробка основних заходів, необхідних для організації управління роботою міської пасажирської маршрутної системи на новому рівні, з урахуванням можливостей описаного в [3], нового методу оцінки якості перевезень пасажирів у містах.

Викладення основного матеріалу дослідження

Суть вказаного методу полягає у фіксуванні фактичних варіантів шляху проходження пасажиром з дому на роботу протягом досить тривалого періоду часу, наприклад, робочого тижня. Це дозволяє визначити статистичні ймовірності вибору пасажиром того чи іншого маршруту P_i :

$$P_i = \frac{n_i}{N_d}, \tag{1}$$

де n_i – частота вибору i -ого маршруту, од.; N_d – кількість днів обстеження, од.

Ці оцінки ймовірності є незміщеними і об’єктивними, оскільки являють собою відображення фактичних процесів, що відбуваються в транспортній системі, і характеризують відношення респондента до параметрів транспортного процесу.

У цьому випадку на основі розв’язання системи рівнянь з’являється можливість розрахунку фактичної привабливості варіанта шляху проходження:

$$\left\{ \begin{array}{l} P_1 = \int \prod_{l=2}^z P[t_l - Y_l \geq t_1 - Y_1] \cdot f(t_1 - Y_1) dt_1 \\ \dots \\ P_z = \int \prod_{l=1}^{z-1} P[t_l - Y_l \geq t_z - Y_z] \cdot f(t_z - Y_z) dt_z \end{array} \right. , \tag{2}$$

де P_k – ймовірність вибору пасажиром k -ого варіанту шляху з z альтернатив, яка відома з результатів обстеження; t_k – час очікування маршрутного транспорту при виборі k -ого варіанту шляху проходження (випадкова величина, з законом розподілу $f(t_k)$); a_k , b_k – відповідно нижня і верхня межі розподілу; Y_k – привабливість k -ого варіанту шляху проходження (шукана величина).

Розглянутий підхід дає можливість отримання об’єктивної оцінки якості перевезень пасажирів, що обумовлено їх активною роллю в маршрутній системі і високою частотою використання транспорту, так як для більшості міських жителів найчастіша покупка – це поїздка в транспорті. Кожний раз, здійснюючи пересування, пасажир "голосує" за якість транспортного обслуговування своїм вибором.

З іншого боку, об’єктивні параметри кожного з конкурентних варіантів шляху проходження відносно легко визначаються з характеристик діючого варіанту маршрутної мережі і обстежень фактичних техніко-економічних показників роботи маршрутів:

$$Y_l = a_o + \sum_i^n a_i \cdot g_{il} , \tag{3}$$

де n – кількість вимірних параметрів шляху проходження, a_i – коефіцієнти регресії, g_{ij} – значення i -ого фактора для l -ого варіанту шляху.

Наявність двосторонньої об’єктивної інформації дозволяє за допомогою спеціального інструментарію визначити ставлення пасажирів до параметрів шляху

проходження і, тим самим, отримати об'єктивну оцінку їх роботи.

Для цього потрібно знайти відносне зміщення часу очікування транспортних засобів конкурентних варіантів шляху проходження, яке призводить до отримання статистичних ймовірностей і характеризує відносне зниження привабливості шляху проходження в порівнянні з кращим варіантом шляху.

Далі, за допомогою регресійного аналізу, отримані зміщення зіставляються з параметрами відповідних шляхів слідування, і формується модель, яка характеризує відношення пасажира до параметрів шляху.

Розробка інструменту для оцінки ефективності роботи маршрутного транспорту [3] дозволяє перейти до створення інструменту прийняття ефективних рішень в сфері маршрутних перевезень пасажирів – програми розрахунку параметрів МС і окремих маршрутів. Алгоритм розв'язання задачі включає в себе наступні етапи:

1. Формування масиву вихідних даних.
 - 1.1 Моделювання транспортної мережі міста.
 - 1.2 Моделювання діючої маршрутної мережі в рамках транспортної мережі міста.
 - 1.3 Формування потенційної структури рухомого складу за видами транспорту.
 - 1.4 Моделювання функцій привабливості шляхів слідування для однорідних груп пасажирів.
 - 1.5 Моделювання потреб населення в пересуваннях для ранкового періоду "пік".
2. Перевірка адекватності отриманої моделі на діючій маршрутній мережі.
 - 2.1 Розрахунок параметрів роботи маршрутів і мережі в цілому за допомогою програмного забезпечення.
 - 2.2 Порівняння розрахункових параметрів роботи маршрутів і фактичних даних.
 - 2.3 Уточнення моделей в рамках довірчих інтервалів.
3. Формування раціональної маршрутної мережі міста.
 - 3.1 Формування сукупності альтернативних маршрутів.
 - 3.2 Інтерактивний вибір оптимального варіанта.
 - 3.2.1 Модифікація чинного варіанту маршрутної мережі за рахунок сукупності альтернативних маршрутів.
 - 3.2.2 Визначення альтернативних виконавців для частини маршрутів з урахуванням фінансових можливостей міста і перевізників.
 - 3.2.3 Оцінка варіантів використання різного рухомого складу на частини маршрутів.
 - 3.2.4 Оцінка варіантів ціни за проїзд на соціально значущих маршрутах.
 - 3.3 Розробка варіантів роботи маршрутної мережі при закритті окремих ділянок транспортної мережі.

Крім інструменту вирішення управлінських завдань, для ефективного управління системою маршрутного пасажирського транспорту в містах потрібна наявність бази даних про потреби населення і параметри роботи маршрутів. Для створення такого комплексу є всі передумови з точки зору сучасного рівня знань про об'єкт – міська маршрутна система. Проблема полягає в часі і засобах, необхідних для вирішення цього завдання.

База даних про потреби населення і параметри роботи міських маршрутів є необхідною умовою прийняття обґрунтованих рішень в сфері маршрутного пасажирського транспорту.

Крім цього вона дає можливість оцінки рівня якості обслуговування пасажирів, надійності і ефективності роботи транспорту на маршрутах, прогнозування попиту на перевезення.

Створення такої бази має бути результатом вибіркового моніторингу різних

елементів транспортного процесу, який з одного боку надає інформацію для оперативного управління процесом перевезень з боку міської влади та виконання ними контрольних функцій, з іншого – поповнює базу даних, обробка та аналіз яких дозволять підняти на новий рівень управління на поточному та перспективному рівнях. У перспективі, для зберігання і обробки бази даних необхідна розробка спеціального програмного продукту, можливо на одній з наявних платформ (наприклад, 1С).

Інструментами моніторингу повинні бути:

- обстеження різних елементів транспортного процесу за допомогою професійно підготовлених обліковців, телеапаратури та засобів автоматизованого обліку, встановлених на маршрутних транспортних засобах;
- фіксування методом моментних спостережень стану маршрутних перевезень, комунікацій різних видів транспорту і транспортної мережі за допомогою пересувних лабораторій;
- дослідження поведінки пасажирів в транспортній системі за допомогою методу фіксації виявленого вибору і соціологічних опитувань;
- документовані звіти транспортних підприємств про виконану на маршрутах роботу.

Обсяг і спосіб отримання основних характеристик роботи міської маршрутної системи, які повинні складати основу бази даних про маршрутної системи:

1. Ємності зупиночних пунктів, інтенсивність підходу пасажирів і час очікування транспорту - виходять за допомогою спеціальних обстежень силами обліковців або за допомогою телеапаратури.
2. Техніко-експлуатаційні показники роботи маршрутів - обстеження проводяться табличним методом обліковцями або засобами автоматизованого обліку, за допомогою пересувної лабораторії.
3. Пасажиропотоки на ділянках маршрутної мережі і інтервали руху на маршрутах обстежується візуальним методом обліковцями або за допомогою телеапаратури.
4. Можливість вибору пасажирями шляхів слідування - методом фіксації фактичного вибору.

Висновки

За допомогою наведеної методики управління міським пасажирським транспортом можливе вирішення наступних завдань:

- розробка генеральних планів розвитку маршрутної системи до 10-ти і більше років вперед для формування політики капітальних вкладень управлінням транспорту і зв'язку органів місцевого самоврядування на основі переваг пасажирів, планів розвитку території міста та можливостей міського бюджету. Сюди включаються питання розвитку комунікацій та інфраструктури різних видів транспорту, визначення раціональних типів рухомого складу, рівня фінансування пріоритетних видів транспорту і т.д .;
- деталізація планів і розробка оптимального варіанта функціонування маршрутної системи в рамках постійних потреб населення в пересуваннях на період до 5-ти років;
- розрахунок і обґрунтування раціональної величини тарифів на перевезення пасажирів;
- розробка типових планів роботи маршрутів при виникненні позаштатних ситуацій;
- оцінка доцільності відкриття або зміни параметрів роботи маршрутів з ініціативи учасників процесу в рамках діючої маршрутної системи;

- інші завдання, що вимагають оцінки наслідків прийнятих рішень для пасажирів та інших учасників транспортного процесу.

Список використаної літератури

1. Доля В.К. Теоретические основы и методы организации маршрутных автобусных перевозок пассажиров в крупных городах: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.22.10 / В.К. Доля. – М., 1993. – 301 с.
2. Грановский Б.И. Моделирование пассажирских потоков в транспортных системах / Б.И. Грановский // Итоги науки и техники. Серия: Автомобильный и городской транспорт. – 1986. – Т. 11. – С. 67-107.
3. Горбачов П.Ф. Підхід до визначення ймовірності вибору пасажиром шляху пересування / П.Ф. Горбачов // Вісник ХНАДУ – Харків: Вид-во ХНАДУ, 2006. – Вип. 19. – С. 88-91.
4. Горбачёв П.Ф. Определение вероятности выбора пассажиром пути следования / П.Ф. Горбачёв, В.В. Дубровский // Информационно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2001. – № 2. – С. 7–9.

References

1. Dolya, V. K. Teoreticheskie osnovy i metodyi organizatsii marshrutnyih avtobusnyih perevozk passazhirov v krupnyih gorodah: diss. ... d-ra tehn. nauk: 05.22.10. Moscow. (1993)
2. Granovskiy, B. I. Modelirovanie passazhirskih potokov v transportnyih sistemah. Itogi nauki i tehniki. Seriya: Avtomobilnyiy i gorodskoy transport. **11**, 67-107. (1986)
3. Horbachov, P. F. Pidkhid do vyznachennia ymovirnosti vyboru pasazhyrom shliakhu peresuvannia. Visnyk KhNADU.**19**, 88-91. (2006)
4. Gorbachyov, P. F., Dubrovskiy, V. V. Opredelenie veroyatnosti vyibora passazhirom puti sledovaniya. Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti. **2**, 7–9. (2001)