

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ІНТЕРВАЛУ РУХУ АВТОБУСІВ НА МАРШРУТІ

Є.І. Тхорук, канд. техн. наук, доц.,

І.С. Канарейкіна, студ.,

Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, Україна

У кожному великому місті існує розгалужена мережа маршрутів, за якими здійснює перевезення міський пасажирський транспорт. Тому виникає необхідність в оптимізації інтервалів руху маршрутних транспортних засобів на кожному маршруті. Для транспорту це максимізація доходів від перевезення пасажирів за вирахуванням витрат на експлуатацію транспорту.

При вирішенні даної задачі необхідно враховувати, що велика кількість пасажирів може бути перевезена за допомогою транспортних засобів конкуруючих маршрутів. Тому при збільшенні інтервалу руху транспортних засобів по даному маршруту знижується загальний потік пасажирів, що перевозяться на маршруті, але при цьому скорочуються витрати на транспорт. І навпаки, при зменшенні інтервалу руху збільшується загальний потік пасажирів, що перевозяться на даному маршруті, але збільшуються і витрати на експлуатацію транспорту.

Рішенням задачі буде компроміс доходів і витрат, що забезпечує максимальний прибуток маршруту.

Основна інформація, необхідна для складання моделі - пасажиропотоки. Тобто інтенсивність надходження пасажирів, яких здатний перевезти даний маршрут, а також сумарна інтенсивність руху транспортних засобів інших маршрутів, що конкурують за ці пасажиропотоки.

Необхідно також мати інформацію про вартість проїзду в транспортних засобах даного маршруту і собівартість одного рейсу. Виходячи з даної інформації, ставиться завдання знайти оптимальний інтервал руху транспортних засобів даного маршруту, що забезпечує максимальну прибутковість маршруту в одиницю часу.

Для зручності розрахунків перегрупуємо пасажиропотоки по конкуруючим маршрутами, тобто визначимо сумарні пасажиропотоки, що перевозяться транспортними засобами конкуруючих маршрутів.

Виходячи з того, що потоки транспортних засобів і пасажирів є пуассонівськими [2], не залежать один від одного, то частка пасажиропотоку, що перевозиться кожним маршрутом, пропорційна його інтенсивності руху.

Частка i -го потоку пасажирів, що перевозиться транспортними засобами даного маршруту:

$$\frac{\mu}{\mu + \mu_i} \quad (1)$$

де μ –інтенсивність пуассонівського потоку руху транспортних засобів по даному маршруту;
 μ_i – сумарна інтенсивність пуассонівських потоків, конкуруючих транспортних засобів за i -й потік пасажирів.

Середня кількість пасажирів, перевезених за одиницю часу транспортними засобами даного маршруту:

$$\lambda_0 + \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i \mu}{\mu + \mu_i} \quad (2)$$

де λ_0 – інтенсивність потоку пасажирів, що перевозяться транспортними засобами тільки даного маршруту;

N – кількість пасажирів, що перевозяться транспортними засобами даного маршруту, спільно з транспортом інших маршрутів;

λ_i – інтенсивність i -го потоку пасажирів, що перевозяться в тому числі і транспортними засобами даного маршруту $i = 1 \dots N$.

Доходи від перевезення пасажирів на даному маршруті за одиницю часу складуть:

$$c \cdot \left(\lambda_0 + \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i \mu}{\mu + \mu_i} \right) \quad (3)$$

де c – вартість проїзду в транспортних засобах даного маршруту.

Витрати на експлуатацію транспорту будуть рівні:

$$s \cdot \mu \quad (4)$$

де s – собівартість одного рейсу на даному маршруті.

Потрібно знайти оптимальний інтервал руху транспортних засобів по даному маршруту, що забезпечить максимальний прибуток:

$$f(\mu) = c \cdot \left(\lambda_0 + \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i \mu}{\mu + \mu_i} \right) - \alpha \mu \rightarrow \max \quad (5)$$

Відзначимо, що при відсутності руху по маршруту доходи дорівнюватимуть нулю.

Оскільки функція нелінійна, пошук рішення здійснюємо чисельно.

Для вирішення завдань одновимірної оптимізації можна використовувати велику кількість алгоритмів і їх комбінації, а також скористатися існуючими програмними засобами – (наприклад, Math-CAD, Excel).

Запишемо ітераційний алгоритм методу Ньютона для вирішення даної задачі [1]:

$$\mu^{k+1} = \mu^k + \frac{\left(c \cdot \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i \mu_i}{(\mu^k + \mu_i)^2} - s \right)}{2c \cdot \sum_{i=1}^N \frac{\lambda_i \mu_i}{(\mu^k + \mu_i)^3}} \quad (6)$$

Відзначимо, що дана задача дозволяє скласти оптимальний графік руху міського пасажирського транспорту на одному маршруті за допомогою простих розрахунків. Однак зміна інтервалу руху транспортних засобів на одному маршруті може вплинути на оптимізацію інтервалів руху транспорту на інших маршрутах. Тому при вирішенні задачі оптимізації необхідно враховувати графіки руху пасажирського транспорту на інших маршрутах, що дозволить зробити роботу міського пасажирського транспорту міста більш стійкою.

Список літератури

1. Численные методы / Н. С. Бахвалов, Н. П. Жидков, Г. М. Кобельков. — 6-е изд. — М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2008. — 636 с.: ил.
2. Корягин, М. Е. Интервал движения по маршруту, минимизирующий суммарные затраты транспорта и пассажиров / М. Е. Корягин // Вестник Куз-ГТУ. - 2005. № 1. - С. 92-93.
3. Лигум, Ю. С. Автоматизированные системы управления технологическими процессами пассажирского автомобильного транспорта / Ю. С. Лигум. К.: Техника, 1989. - 239 с.
4. Аптошвили, М. Е. Организация городских автобусных перевозок с применением математических методов и ЭВМ / М. Е. Антошвили, Г. А. Варелопуло, М. В. Хрушев. М. : Транспорт, 1974. - 103 с.