

Висновок. Якість моделі (1) залежить від її евристичної потужності, що забезпечується вибором і уведенням значимих регресорів в математичну модель, степенів регресійних рівнянь і оптимальним вибором оціночних критеріїв.

Література

Юл Дж. Э., Кендэл М. Дж., Теория статистики, пер. с англ., 14 изд., М., 1960 – 235с.;
Кендэл М. Дж., Стьюарт А. Статистические выводы и святы. Пер. с англ., М., 1973 – 195с.
STATISTICA. Электронный учебник STATSOFT. Copyright StatSoft, Inc., 1984-2003 – 86с.

УДК 656.519.87

ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ РОБОТИ МІСЬКИХ АВТОБУСІВ В МЕГАПОЛІСАХ ЗА РАХУНОК КОМБІНАЦІЇ РЕЖИМІВ РУХУ

Яцківський Л.Ю., кандидат технічних наук
Коп'як Н.В.
Білокобила Е.Е.

Постановка проблеми. В великих мегаполісах, до яких відноситься і місто Київ, існують практично всі види транспорту: метрополітен, трамвай, швидкісний трамвай, тролейбус, фунікулер, річковий трамвай та автомобільний транспорт. До цього виду транспорту відноситься таксі та автобуси. Основними перевагами цього виду транспорту є маневреність, на відміну від електротранспорту.

Постановка завдання. Враховуючи те, що пасажиропотоки розподіляються нерівномірно: по годинах доби, довжині маршруту, днях тижня, важливим є визначення режимів руху автобусів та їх комбінацій. Такий підхід дає змогу найкращим чином підтримувати використання пасажиромісткості автобусів, збільшувати швидкість доставки пасажирів до місця призначення і в цілому збільшувати продуктивність їх роботи. Це дає змогу меншою кількістю автобусів виконувати потрібну роботу, тобто задовольняти пасажиропотоки в просторі та часі.

Виклад основного матеріалу. Існують такі режими руху:

- Звичайний – це коли автобуси зупиняються на всіх зупинках.
- Експресний режим це коли автобус проходить всі проміжні зупинки без зупинок.
- Швидкісний режим – це коли автобус зупиняється лише на одній, або декількох проміжних зупинках.
- Скорочений режим – це коли автобус доходить до певної зупинки і повертається назад. Цей режим використовується лише паралельно з звичайним режимом.
- Комбіновані режими руху – це коли на маршруті автобуси рухаються в різних режимах. Певна частина в звичайному, певна в швидкісному і.т.п.

Відомо, що поєднання (комбінування режимів руху) збільшує продуктивність автобусів, та зменшує потрібну кількість, що зменшує не лише експлуатаційні, але і соціальні витрати (вплив на екологію).

Важливим в організації поєднання різних режимів руху є визначення їх необхідної кількості на маршруті та інтервалів руху.

Встановлено, що чим коротша відстань поїздки, тим менше пасажирів користується швидкісним автобусом, тому що ефект більшої швидкості гаситься витратами часу на очікування автобусів та пересадки. Для вирівнювання витрат часу на рух автобусів звичайного режиму руху; автобусами в швидкісному режимі необхідно, щоб різниця в додаткових витратах часу компенсувалась економією часу від збільшення швидкості руху визначену як за формулою (1).

$$t_{ш} - t_{зв} = \frac{60 \cdot l_{сеп.ш}}{v_{с.ш}} - \frac{60 \cdot l_{сеп}}{v_c} \quad (1)$$

де $t_{ш}$ - час на пересування при швидкісному русі автобусів, хв;
 $t_{зв}$ - час на пересування при звичайному русі автобусів, хв;

$V_{сш}, V_c$ - швидкість сполучення у швидкісному та загальному режимах руху, км/год;
 $l_{сер.ш}, l_{сер}$ - відповідно середні відстані поїздки при швидкісному та звичайному русі, км.

Необхідна кількість автобусів при швидкісному режимі руху паралельно із звичайним визначається за формулою (2)

$$A_{ш} = \frac{(Q_{max} + Q_{шв}) \cdot T_{об.ш} \cdot K_n}{q_n} \quad (2)$$

де $Q_{max}, Q_{шв}$ - пасажиропотоки максимальний та в швидкісному режимі руху, пас/год;
 $T_{об.ш}$ - час обороту в швидкісному режимі, хв;
 q_n - пасажиромісткість автобусів, пас;
 K_n - коефіцієнт внутріпшньогодинної нерівномірності пасажиропотоку.

Обмежуючим критерієм кількості автобусів для роботи в швидкісному режимі може бути інтервал руху на звичайному основному маршруті.

Інтервал руху для автобусів, які працюють в швидкісному режимі, визначається за формулою (3)

$$I_{ш} = I \cdot \frac{Q_{max} \cdot T_{об.з}}{Q_{шв} \cdot T_{об.ш}} \quad (3)$$

де I - інтервал руху в звичайному режимі, хв;
 $T_{об.з}$ - час обороту автобусів в звичайному режимі, хв.
 Час обороту автобусів в швидкісному режимі:

$$T_{об.ш} = t_{пер.з} + t_{н.н} + t_{н.к} + n \cdot t_{зуп} \quad (4)$$

де $t_{пер.з}$ - час на пересування в звичайному режимі хв;
 $t_{н.н}, t_{н.к}$ - відповідно витрати часу на початковій та кінцевій зупинках, хв.;
 n - кількість проміжних зупинок;
 $t_{зуп}$ - середні витрати часу на зупинках, хв.

Згідно проведених досліджень по місту Києву $t_{зуп} = 10$ сек.

Виходячи з цього можна визначити швидкість сполучення автобусів у швидкісному режимі.

Як видно з формули (1) на витрати часу в швидкісному сполученні, а також в звичайному режимі, найбільше впливає кількість зупинок, яка в свою чергу залежить від відстані між зупинками. Дослідження показали, що введення скорочених маршрутів значно підвищує швидкість пересування пасажирів, це дає можливість при одній і тій же кількості автобусів зменшити інтервал руху. При організації скорочених маршрутів основна проблема полягає в пошуку конкретного місця кінця цього маршруту для розвертання автобусів в зворотному напрямку. Інтервал руху автобусів на основному маршруті, після введення скорочених рейсів, може бути встановлений за формулою (5).

$$I_o = I \frac{P}{P'} \quad (5)$$

де I - інтервал руху до введення скороченого маршруту, хв.;
 P, P' - число наданих пасажиромісць на основному маршруті і після введення скороченого рейсу.

Інтервал руху автобусів на скороченому маршруті можна визначити за формулою:

$$I^n = I \frac{P}{P + \Delta P} \quad (6)$$

де ΔP - ступінь покриття дефіциту запропонованих пасажиромісць.
Потрібна кількість одиниць автобусів для основного маршруту складає:

$$A_o = \frac{T_{об.о}}{I^o} \quad (7)$$

де $I^o, T_{об.о}$ — відповідно інтервал руху та час оборту автобусів на скороченому маршруті,
хв.
Для скороченого:

$$A_{ск} = \frac{T_{об.с}}{I^n} \quad (8)$$

де $I^n, T_{об.с}$ — відповідно інтервал руху та час оборту автобусів на скороченому маршруті,
хв.

При цьому слід враховувати вираз (9).

$$T_{об.с} = \frac{2 \cdot l_{ск} \cdot 60}{V_{с.ск}} + t_{n.ск}, \text{ год.} \quad (9)$$

де $2 \cdot l_{ск}$ — довжина скороченого маршруту, км;
 $V_{с.ск}$ — швидкість сполучення на скороченому маршруті, км/год.

Швидкість на скороченому маршруті повинна бути адекватною швидкості сполучення для основного маршруту:

$$V_{с.ск} = V_{с.о}, \quad V_{с.ск} = \frac{2 \cdot l_{ск} \cdot 60}{T_{об.с}}, \text{ км/год.} \quad (10)$$

Отже і на скороченому маршруті, аналогічно основному, на швидкість руху автобусів найбільший вплив мають як час обороту, так і кількість зупинок та відстані між ними. При скороченій і звичайній формах руху швидкість пересування пасажирів залежить від загальної відстані поїздки, інтервалу руху, швидкості сполучення, пасажиропотоку.

Для підвищення швидкості V_c необхідно збільшувати відстані між зупинками, а це приводить до небажаного збільшення часу руху на відстані до зупинки, яку пасажир долає пішки.

Згідно моделей пішохідного руху витрати часу на подолання зони пішохідної доступності до зупинки автобуса оцінюється за виразом:

$$t_n = \frac{K_{nm}}{V_n} \cdot \left(\frac{1}{\delta} + \frac{l_n}{4} \right), \text{ год.} \quad (11)$$

де $K_{nm} = 1,2$ — коефіцієнт непрямої підходу (відношення фактичної відстані пересування пішохода до віртуальної найкоротшої відстані до зупинки по «повітряній лінії»);

δ — щільність маршрутної автобусної мережі;

$V_n = 4 \text{ км/год.}$ — середня швидкість руху пішохода, км/год.

При оптимізації розміщення зупинок приймають до уваги відому залежність між швидкістю сполучення автобусів та довжиною перегонів:

$$V_c = \bar{a} \cdot \bar{l}_n^n \quad (12)$$

Орієнтовано середні витрати часу пасажирів на очікування поїздки ($t_{оч}$) приймають рівним половині інтервалу руху автобусів.

Вищевикладеними положеннями обґрунтовано вираз для обчислення витрат часу пасажирів, де враховані складові частини від підходу (відходу) до зупинки, очікування автобусу та поїздки в ньому, а саме:

$$T_{пер} = \frac{2l}{V_n} + \frac{I}{2} + \frac{l_{in}}{V_c}, \text{ год.} \quad (13)$$

де $2l$ — відстані підходу (туди – назад) до зупинки, км;

V_n — швидкість руху пішохода, км/год.;

I — інтервал руху, год.;

V_c — швидкість сполучення автобуса, км/год.;

l_{in} — міжзупинкова відстань на маршруті, км.

Згідно з виразом, при наперед визначених оптимальних відстанях між зупинками та середніх значеннях параметрів V_n і V_c найбільш суттєво та безпосередньо впливатиме на витрати часу пасажирів інтервал руху автобусів. В зв'язку з цим, для організації автобусних перевезень суттєву роль відіграє обґрунтований вибір кількості автобусів на маршруті, так як від нього залежить інтервал руху.

Література:

Организация перевозок пассажиров автомобильным транспортом / С.Л. Голованенко, И.Г. Крамаренко, В.В. Перфильев, В.Г. Сословский; Под общ. Ред. С.Л. Голованенко. – К.: Техника, 1981. С. – 103-117.

Пасажирські автомобільні перевезення / Босняк М.Г. – К.: Видавничий Дім «Слово», 2009. С. – 130-161.