

МОДЕЛЬ ОПТИМІЗАЦІЇ РУХУ МІСЬКОГО ТРАНСПОРТУ ЗАГАЛЬНОГО КОРИСТУВАННЯ

УДК 656.02

СЛАВИЧ В'ячеслав Петрович

к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій Херсонського національного технічного університету.

Наукові інтереси: моделювання транспортних процесів і систем.

e-mail: vslavich@yandex.ua

ВСТУП

З метою забезпечення задач розвитку і функціонування міського пасажирського транспорту та ринку транспортних послуг потрібно, щоб діяльність автотранспортних підприємств постійно підлягала регулюванню, контролю та оптимізації. Основні напрямки регулювання повинні базуватися на економічних механізмах і контролі забезпечення вимог до безпеки та якості транспортних послуг.

Міський транспорт загального користування представляє найбільш масовий вид пасажирського автомобільного транспорту, який відіграє ключову роль у соціально-економічному розвитку міста та перетворився на один з основних та найбільш поширених видів пасажирського транспорту країни.

Основним в організації міських пасажирських перевезень є забезпечення високого рівня якості обслуговування пасажирів, що в свою чергу залежить від вдосконалення маршрутної мережі.

Регулюванню в свою чергу підлягають такі основні напрямки:

- задоволення потреб населення в перевезеннях по кожному маршруту;
- використання місткості автобусів за встановленими нормами;
- мінімальні витрати часу пасажирів на прямування до кінцевого маршруту руху (зупинки);

- регулювання руху автобусів на протязі всього маршруту руху;
 - створення необхідних зручностей в дорозі дотримання;
 - дотримання режиму і умов праці водіїв, кондукторів згідно Закону України «Про працю»;
 - ефективне використання автобусів.
- Таким чином, задачі розробки та впровадження нових моделей оптимізації руху громадського транспорту є актуальними.

Одним з шляхів реалізації поліпшення пасажирських перевезень та економічної вигоди для автотранспортного підприємства є розробка та впровадження моделі такого руху міських автобусів, при якому би мінімізувався їх час перебування в системі світлофорного регулювання (перехрестя, перехід, тощо), оскільки завдяки цьому буде досягаться рівномірний рух громадського транспорту, а отже й мінімізація витрат часу на проїзд та максимальний рівень безпеки пасажирів. Причому, такий режим руху можливий буде можливий не за рахунок зміни роботи сигналів світлофорів, а завдяки корегуванню часу знаходження автобусів на зупинці.

Крім того, саме при очікуванні в світлофорній системі транспортні засоби простоюють, вхолосту витрачаючи паливе і забруднюючи повітря відпрацьованими газами, працюючи в режимі „старт-стоп”, що несе згубний вплив на навколишнє середовище. Тому створення умов для рівномірного руху сприяє підвищенню екологічного стану міста.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

В даній роботі запропоновано побудову моделі оптимізації руху міського транспорту загального користування шляхом корегування часу перебування його на зупинках з метою створення рівномірного руху, при якому міський автобус буде проїжджати усі світлофорні регулювання, що зустрічаються на його маршруті, на дозволений сигнал світлофорної сигналізації.

Результатом побудови даної моделі є отримання списку фактичного часу перебувань автобусів на кожній зупинці свого маршруту.

РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАДАЧІ

Розглянемо деякого умовного перевізника, що має в своєму розпорядженні парк з N міських автобусів, які початково зосереджені на базі.

Оскільки дана модель є загальною, то для її побудови необхідно припустити декілька спрощень. По-перше, будемо припускати, що на маршруті між будь-якими двома автобусними зупинками буде розташований тільки один світлофор. Випадки, коли на шляху буде розміщено два та більше світлофорів, можна за допомогою додаткових перетворень буде звести до даного. По-друге, вважаємо, що міський автобус рухається з постійною середньотехнічною швидкістю, яку позначимо через V. По-третє, вважаємо, що світлофори починають працювати одночасно (тобто виходять з „чергового режиму“) в деякий один і той самий початковий відлік часу, який позначимо через t_0 , і в цей же час перший автобус прибуває до першої зупинки свого маршруту. Випадок, коли ці часи не співпадають, шляхом введення додаткових величин та відповідним зсувом у розрахунках, також можна звести до даного.

На рис. 1 наведено умовну схему автобусного маршруту, що складається з n зупинок та розташованими між ними світлофорами, де стрілкою показаний напрям руху.

Введемо наступні позначення:

$A_i, i = \overline{1, n}$ – зупинки,

$S_i, i = \overline{1, n-1}$ – світлофори.

Слід зазначити, що в даному випадку кількість світлофорів на одиницю менше за кількість зупинок.

Введемо вхідні змінні.

1) Відстані від зупинок до наступного світлофору:

$$L_{A_i-S_j}, i = \overline{1, n-1}, j = \overline{1, n-1}.$$

2) Відстані від світлофорів до наступної зупинки:

$$L_{S_j-A_i}, i = \overline{1, n-1}, j = \overline{2, n}.$$

3) Час тривалості циклів кожного з світлофорів:

$$T_{c_1}, T_{c_2}, \dots, T_{c_{n-1}}.$$

4) Час горіння дозволених сигналів світлофорів:

$$T_{d_1}, T_{d_2}, \dots, T_{d_{n-1}}.$$

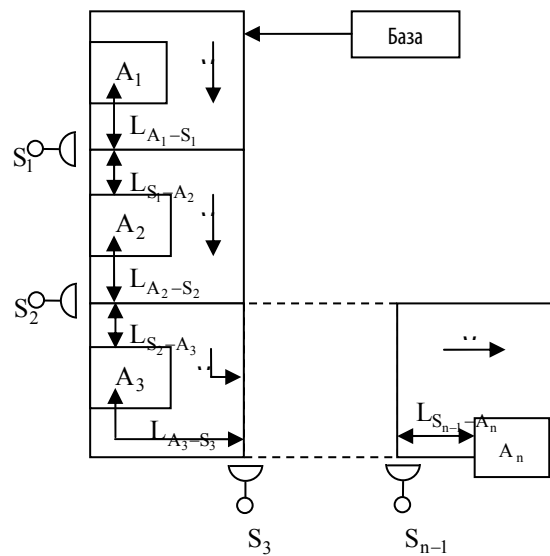


Рисунок 1 – Схема транспортної мережі

Введемо регламентований час перебування на зупинці, який і буде в подальшому коригуватись для кожної зупинки окремо – T_p (на практиці, як правило, він складає близько 2 хв.).

Тепер введемо вихідні параметри – фактичний час перебування автобусу на кожній з зупинок:

$$T_{z_1}, T_{z_2}, \dots, T_{z_{n-1}},$$

де 1, 2, ..., n-1 – відповідно номери зупинок.

Основна ідея полягає в тому, що спочатку визначаються умови – на який сигнал світлофора при заданому інтервалі перебування на поточній зупинці T_p прибуває автобус, і якщо це дозволений сигнал, то час простою не змінюється і становить регламентований, тобто:

$$T_{z_i} = T_p,$$

якщо ж припадає на заборонений, то відбувається корегування величини T_p для поточної зупинки шля-

хом її зменшення або збільшення – в залежності від того, дозволений сигнал якого циклу буде найближчий – попереднього чи наступного. В свою чергу для чого обчислюється додатковий параметр.

Після корегування і отримання нового значення для поточної зупинки перераховується час прибуття автобусу до наступної зупинки і далі розрахунок відбувається за аналогічними принципами.

Введемо допоміжні величини:

$$T_{z_i} = \begin{cases} T_p, \text{ якщо } \left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) \leq T_{d_i} \\ T_p - \left(\left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) - T_{d_i} \right), \text{ якщо } T_{d_i} < \left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) \leq \frac{T_{c_i} + T_{d_i}}{2} \\ T_p + \left(T_{c_i} - \left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) \right), \text{ якщо } \left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) > \frac{T_{c_i} + T_{d_i}}{2} \end{cases}$$

Після визначення величини T_{z_i} необхідно розрахувати значення параметру t_{prb_2} , тобто часу прибуття на наступну другу зупинку:

$$t_{prb_2} = t_{prb_1} + T_{z_i} + \frac{L_{A_1-S_1} + L_{S_1-A_2}}{V}.$$

$$T_{z_i} = \begin{cases} T_p, \text{ якщо } \left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) \leq T_{d_i} \\ T_p - \left(\left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) - T_{d_i} \right), \text{ якщо } T_{d_i} < \left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) \leq \frac{T_{c_i} + T_{d_i}}{2} \\ T_p + \left(T_{c_i} - \left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) \right), \text{ якщо } \left(t_{ps_i} - T_{c_i} \cdot \left[\frac{t_{ps_i}}{T_{c_i}} \right] \right) > \frac{T_{c_i} + T_{d_i}}{2} \end{cases}$$

де $i = \overline{1, n-1}$ – номер зупинки.

При цьому час простою на останній зупинці дорівнює регламентованому, тобто:

$$T_{z_n} = T_p.$$

1) t_{prb_i} – час прибуття автобусу до i -ої зупинки, $i = \overline{1, n-1}$ (як було зазначено вище $t_{prb_1} = 0$);

2) t_{ps_i} – час прибуття автобусу до i -го світлофору, $i = \overline{1, n-1}$.

Тоді фактичний час перебування на першій зупинці знаходиться з наступних виразів:

$$t_{ps_i} = t_{prb_1} + \frac{L_{A_1-S_1}}{V};$$

Тоді можна розрахувати фактичний час перебування на другій зупинці.

Отже, остаточні вирази для знаходження фактичного часу перебування на будь-якій поточній зупинці визначаються за наступними виразами:

$$t_{ps_i} = t_{prb_i} + \frac{L_{A_i-S_i}}{V};$$

Остаточно отримаємо результуючу таблицю значень величин перебування першого автобусу на кожній з зупинок.

Зупинка	A_1	A_2	...	A_i	...	A_n
Час перебування	T_{z_1}	T_{z_2}	...	T_{z_i}	...	T_{z_n}

Для другого та подальших автобусів знаходження зазначених величин відбувається за аналогічними розрахунками, змінюється лише значення величини прибуття до першої зупинки $t_{прб1}$ згідно до розкладу руху автобусів перевізного підприємства.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ

Таким чином, в даній роботі запропоновано модель оптимізації руху міського транспорту загального користування за рахунок корегування його часу пере-

бування на зупинках. Побудовано модель рівномірного руху міських автобусів, при якому вони проїжджають усі світлофорні регулювання, що зустрічаються на маршруті, на дозволений сигнал. Отримано список фактичного часу перебувань автобусів на кожній зупинці свого маршруту.

Дані викладення рекомендовано до використання при плануванні міських пасажирських транспортних перевезень.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Blatnov M.D. Passazhirskie avtomobil'nye перевозки. – М.: Transport, 1991. – 222 s.
2. Brajlovskij N.O. Modelirovanie transportnyh sistem. – М.: Transport, 1978. – 125 s.
3. Volodin E.P., Gromov N.N. Optimizacija i planirovanie перевозок passazhirov avtomobil'nym transportom. – М.: Transport, 1992. – 222 s.
4. Dolja V.K. Organizacija pasazhirs'kih perevezen' u mistah. – Н.: Nove slovo, 2002. – 140 s.
5. Drju D. Teorija transportnyh potokov i upravlenie imi. – М.: Transport, 1972. – 423 s.
6. Klinkovshtejn G.I. Organizacija dorozhnogo dvizhenija. Uchebnik dlja avtomobil'no-dorozhnyh vuzov i fakul'tetov. – М.: Transport, 2001. – 192 s.
7. Lopatin A.P. Modelirovanie perevoznogo processa na gorodskom passazhirskom transporte. – М.: Transport, 1995. – 144 s.
8. Spravochnik po organizacii i planirovaniju avtomobil'nyh перевозок /Pod red. I.G. Kramarenko – К.: Tehnika, 1991. – 208 s.

Рецензент: *д.т.н., проф. Ходаков В.Є., Херсонський національний технічний університет, Херсон.*