

МОДЕЛЮВАННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ІНТЕРВАЛУ РУХУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ НА МАРШРУТІ

О.О. Железняк, проф., доктор фіз.-мат. наук

Національний авіаційний університет

Л.М. Олещенко

Національний університет харчових технологій

Якість перевезення пасажирів краще задовольняється при зменшенні інтервалу руху транспортних засобів на маршруті. Відносно інтервалу руху транспортного засобу інтереси перевізника і пасажирів – протилежні. Перевізник збільшує свій прибуток при зростанні інтервалу, а інтереси пасажирів повніше задовольняються при його зменшенні. При розв'язуванні оптимізаційної задачі відносно режимів руху транспортних засобів необхідно враховувати існування протиріччя між інтересами перевізника і пасажирів. Позначимо ε – індекс заповнення транспортного засобу (ТЗ), A_i – кількість пунктів відправлення ТЗ на даному маршруті за одиницю часу, τ_0 – тривалість руху ТЗ на маршруті, τ – шуканий оптимальний інтервал руху ТЗ між рейсами, n – кількість місць у ТЗ, S – собівартість перевезення 1 пасажирів на маршруті, H – вартість пасажиро-години. Сукупні затрати Z за 1 годину складаються з витрат перевізника $Z_{пер}$ і витрат пасажирів $Z_{пас}$.

Витрати перевізника $Z_{пер}$ розраховуються із собівартості, що припадає на перевезення 1 пасажирів:

$$Z_{пер} = A_i \cdot n \cdot S / \varepsilon, \quad (1)$$

де

$$\Phi \cdot \tau = \varepsilon \cdot A_i \cdot n, \quad \varepsilon = \frac{\Phi \cdot \tau}{A_i \cdot n}, \quad (2)$$

Φ – середній пасажиропотік за 1 годину на маршруті, $\varepsilon \leq 1$.

Витрати пасажирів $Z_{пас}$ визначаються часом поїздки обраним маршрутом τ_0 , часом очікування на транспортний засіб τ та вартістю пасажиро-години H , що характеризує фінансові втрати часу пасажирів як середньомісячної погодинної вартості оплати праці у даному регіоні:

$$Z_{пас} = H \cdot A_i \cdot n \cdot (\tau + \tau_0), \quad (3)$$

де $\phi = \frac{l}{v_0}$, l – довжина маршруту, v_0 – середня швидкість ТЗ.

Тоді сукупні затрати Z перевізника і пасажирів за 1 годину:

$$Z = Z_{пер} + Z_{пас} = A_i \cdot n \cdot S / \varepsilon + H \cdot A_i \cdot n \cdot (\tau + \tau_0), \quad (4)$$

Враховуючи співвідношення (2), отримаємо:

$$Z = \frac{A_i^2 \cdot n^2 \cdot S}{\Phi \cdot \tau} + \frac{H \cdot A_i \cdot n}{A_i \cdot n} \cdot \Phi \cdot \tau \cdot \tau_0 + \frac{H \cdot A_i \cdot n}{A_i \cdot n} \cdot \Phi \cdot \tau^2 = \frac{A_i^2 \cdot n^2 \cdot S}{\Phi \cdot \tau} + H \cdot \Phi \cdot \tau \cdot \tau_0 + H \cdot \Phi \cdot \tau^2 \quad (5)$$

Для знаходження оптимального інтервалу руху транспортних засобів на маршруті τ дослідимо функцію (5) на екстремум відносно τ , для цього знайдемо похідну $\frac{dZ}{d\tau}$, прирівняємо її до нуля:

$$\frac{dZ}{d\tau} = -\frac{A_i^2 \cdot n^2 \cdot S}{\Phi \cdot \tau^2} + H \cdot \Phi \cdot \tau_0 + 2H \cdot \Phi \cdot \tau = 0, \quad (6)$$

Поділивши (6) на $2H \cdot \Phi$ і помноживши на τ^2 , отримаємо::

$$\tau^3 + \frac{\tau_0}{2} \cdot \tau^2 - \frac{A_i^2 \cdot n^2 \cdot S}{2 \cdot H \cdot \Phi^2} = 0, \quad (7)$$

або:

$$\tau^3 + \frac{\tau_0}{2} \cdot \tau^2 - \beta = 0, \quad (8)$$

звідки

$$\tau = \frac{k}{6} + \frac{\tau_0^2}{6 \cdot k} - \frac{\tau_0}{6}, \quad (9)$$

$$\text{де } k = \left[108\beta - \tau_0^3 + 6\sqrt{324\beta^2 - 6\beta \cdot \tau_0^3} \right]^{\frac{1}{3}}.$$

Використовуючи розв'язок (9), знайдемо оптимальні значення інтервалів руху транспортних засобів на маршрутах «Чернігів-Київ» [1], «Чернігів-Ріпки», «Чернігів-Городня», «Чернігів-Щорс» та «Чернігів-Мена», при яких ще не порушуються економічні інтереси перевізників і пасажирів:

Розрахунок оптимального інтервалу руху на маршруті з урахуванням економічних інтересів перевізника і пасажирів

Маршрут	Φ_c , пас/год.	S_{Inac} , грн.	τ_0 , год.	A_i	H , грн.	n	τ , хв.
«Чернігів-Київ»	235	28	1,56	7	8,59	20	27
«Чернігів-Ріпки»	59	8,4	0,47	3	6,96	21	48
«Чернігів-Городня»	60	11,6	0,65	3	6,81	24	58
«Чернігів-Щорс»	33	15	0,83	3	7,52	22	87
«Чернігів-Мена»	44	14	0,78	2	6,85	18	46

Модель (9) дозволяє отримувати оптимальні значення інтервалу руху транспортних засобів при середньому значенні пасажиропотоку Φ_c на маршруті.

Література:

1. Железняк О.О., Олещенко Л.М. Визначення собівартості пасажирсько-транспортного процесу // Актуальні проблеми економіки. – 2012. – №11 (137). – С.218-226.