62. МОДЕЛІ ОПТИМАЛЬНОГО ВИКОРИСТАННЯ РУХОМОГО СКЛАДУ АВТОТРАНСПОРТНОГО ПІДПРИЄМСТВА НА МІЖМІСЬКОМУ МАРШРУТІ

Любов Олещенко
Національний університет харчових технологій

Вступ. У зв'язку із зростанням цін на паливно-мастильні матеріали виникає потреба у знаходженні оптимальної структури та швидкості руху транспортних засобів на міжміському маршруті.

Методи. Знаючи середній пасажиропотік за одиницю часу, можна перевірити ефективність одночасного використання ТЗ різної місткості, розв'язуючи задачу оптимізації на максимум прибутку (мінімізацію витрат) автотранспортного підприємства (АТП) при обмеженій кількості ТЗ на маршруті.

Результати. Розглянемо задачу раціонального вибору рухомого складу чотирьох типів за 1 годину роботи для АТП. Мінімізацію витрат V_1 на обслуговування рухомого складу можна представити у вигляді:

$$V_1 = \sum_{j=1}^{4} \left(\left(\frac{s_0}{\tau_0} \right) \cdot \gamma_j + z \right) \cdot K_{1j} \to \min, \tag{1}$$

де V_1 – витрати на обслуговування ТЗ (включаючи зарплату водіям), залежні від вибору структури рухомого складу, при обмеженнях на кількість F_1 пасажирів, що перевозяться за одну годину, і загальною кількістю місць в автобусах $F_1 \le \sum_{j=1}^{4} \left(K_{1j} \cdot N_j \right)$, а також середнім інтервалом часу $\overline{\tau_1}$ відправлення ТЗ, яке повинне бути не більше заданого τ_1^+, γ_j – прямі матеріальні витрати (грн/км.),

z – зарплата водіям (грн/год), і N_j $(j = 1,2,3,4)$ – відповідно, кількість ТЗ і місць в них за 1 годину, $K_1 = \sum_{j=1}^{4}(K_{1j})$ – загальна кількість ТЗ, τ_0, s_0 – відповідно, час руху ТЗ (год.) і довжина маршруту в кілометрах. Дану задачу можна сформулювати як задачу лінійного програмування з цільовою функцією:

$$V_1 = a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + a_4x_4 \to \min \qquad (2)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 \ge F_1, \\ x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \ge \dfrac{1}{\tau_1^+}, \\ 0 \le x_j \le \mu_j, j = 1,2,3,4. \end{cases} \qquad (3)$$

де μ_j – обмеження на наявність ТЗ відповідного типу.

Середній коефіцієнт заповнення ТЗ $\overline{\varepsilon_1}$ визначається співвідношеннями:

$$F_1 = \sum_{j=1}^{4}(\varepsilon_{1j} \cdot K_{1j} \cdot N_j), \ \overline{\varepsilon_1} = \frac{F_1}{\sum_{j=1}^{4}(K_{1j} \cdot N_j)}. \ (0 < \overline{\varepsilon_1} \le 1) \qquad (4)$$

де – коефіцієнт заповнення j-го ТЗ.

Залежність витрат палива від швидкості руху ТЗ можна апроксимувати лінійною залежністю.

Отримуємо системи рівнянь з двома невідомими для кожного типу автобуса

$$\begin{cases} \alpha_1 + \beta_1 \cdot 60 = 15, \\ \alpha_1 + \beta_1 \cdot 90 = 18,5, \end{cases} \Rightarrow \alpha_1 = 8, \beta_1 = 0,117, \begin{cases} \alpha_2 + \beta_2 \cdot 60 = 15, \\ \alpha_2 + \beta_2 \cdot 90 = 16,5, \end{cases} \Rightarrow \alpha_2 = 12, \ \beta_2 = 0,05$$

$$\begin{cases} \alpha_3 + \beta_3 \cdot 60 = 14, \\ \alpha_3 + \beta_3 \cdot 90 = 11,5, \end{cases} \Rightarrow \alpha_3 = 19, \ \beta_3 = -0,083, \begin{cases} \alpha_4 + \beta_4 \cdot 60 = 13, \\ \alpha_4 + \beta_4 \cdot 90 = 11, \end{cases} \Rightarrow \alpha_4 = 17, \ \beta_4 = -0,67.$$

Тоді витрати пального на 1 км. r залежно від швидкості руху для автобусів кожного з чотирьох типів – «Еталон», «Богдан», «Мерседес», «Volkswagen» складатимуть:

$$r_1 = 0,08 + 0,001 \cdot v_1, \ r_2 = 0,12 + 0,0005 \cdot v_2, \qquad (5)$$

$$r_3 = 0,19 - 0,001 \cdot v_3, \ r_4 = 0,17 - 0,001 \cdot v_4.$$

Враховуючи інші прямі матеріальні витати на обслуговування рухомого складу кожного з чотирьох типів автобусів на 1 км. (заміна масел, шин тощо), отримаємо залежності:

$$\gamma_1 = 1,3 + 0,0175 \cdot v_1, \ \gamma_2 = 1,9 + 0,0075 \cdot v_2, \qquad (6)$$

$$\gamma_3 = 2,95 - 0,0125 \cdot v_3, \ \gamma_4 = 2,65 - 0,01 \cdot v_4,$$

де γ - загальні витрати на обслуговування автобусів «Еталон», «Богдан», «Мерседес», «Volkswagen» для 1 км.

Позначимо шукані швидкості для чотирьох типів автобусів через x_5, x_7. Тоді модель мінімізації витрат на обслуговування рухомого складу можна представити як задачу нелінійного програмування у вигляді:

$$V_1 = s_0((1,3+0,0175\cdot x_5+\frac{z}{x_5})\cdot x_1+(1,9+0,0075\cdot x_6+\frac{z}{x_6})\cdot x_2+$$

$$+(2,95-0,0125\cdot x_7+\frac{z}{x_7})\cdot x_3+(2,65-0,01\cdot x_8+\frac{z}{x_8})\cdot x_4)\to \min \qquad (7)$$

при обмеженнях:

$$\begin{cases} c_1x_1+c_2x_2+c_3x_3+c_4x_4\ge F_1, \\ x_1+x_2+x_3+x_4\ge \dfrac{1}{\tau_1^+}, \\ 0\le x_j\le \mu_j,\ j=1,2,3,4, \\ 60\le x_j\le 90,\ j=5,6,7,8. \end{cases} \qquad (8)$$

Висновки. При використанні запропонованих моделей витрати АТП на обслуговування рухомого складу зменшуються в діапазоні 11,8 – 25,5 % , що дуже важливо в умовах постійного зростання цін на паливно-мастильні матеріали.

ЛІТЕРАТУРА

1. Medvedev, M. G. Information technology in the organization of long-distance bus passenger transportation / M. G. Medvedev, L. M. Oleschenko // Electronics and control systems. – 2013. – №4(38). – P. 94-97.

2. Medvedev, M. G. The optimal control models of interurban bus transport / M. G. Medvedev, L. M. Oleschenko // Electronics and control systems. – 2014.– №1(39). – P. 85-90.