

Розглядається питання визначення оптимальних параметрів системи доставки партійних вантажів з урахуванням топології району перевезень. Як цільова функція використовується собівартість доставки однієї тонни вантажів

Ключові слова: собівартість доставки, обсяг вивозу

Рассматривается вопрос определения оптимальных параметров системы доставки партийных грузов с учетом топологии района перевозок. Как целевая функция используется себестоимость доставки одной тонны грузов

Ключевые слова: себестоимость доставки, объем вывоза

Article is devoted to determination of optimal parameters of system of lot cargoes delivery with the use of district transportation topology. The paper argues that the prime cost of one ton of lot cargo is an optimum criterion

Key words: prime cost, volume of delivery

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ДОСТАВКИ ВАНТАЖІВ ВРАХОВУЮЧИ ТОПОЛОГІЮ РАЙОНУ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

В.М. Нефьодов

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (057) 707-37-20

E-mail: ds@khadi.kharkov.ua

Ж.В. Ліштван*

*Кафедра транспортних технологій

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

вул. Петровського, 25, м. Харків, Україна, 61002

1. Вступ

Для підвищення ефективності доставки вантажів потрібна об'єктивна інформація про фактори, які впливають на вибір вантажовласників при виборі АТП. Удосконалення організації вантажоперевезень має велике народно-господарче значення.

Важливим є виявлення факторів, що є головними для вантажовласників, і з урахуванням таких факторів можна розробляти саму модель вибору маршруту вантажоперевезень.

Зменшення собівартості вантажоперевезень, що сприятиме ефективності доставки вантажів, є актуальною науковою задачею важливого практичного значення.

В процесі її вирішення мають бути ширше використані заходи та методики вдосконалення організації вантажоперевезень.

2. Визначення оптимальних параметрів системи доставки партійних вантажів з урахуванням топології району перевезень

У дослідженні як критерій оптимальності для можливості співвідношення ефективності виробництва з обсягом виробництва обрана собівартість доставки однієї тонни партійних вантажів.

Метою дослідження є підвищення ефективності доставки вантажів шляхом зниження собівартості доставки однієї тонни вантажів.

У загальному вигляді оптимізаційна задача (модель) містить, як правило, дві складові – цільову функцію та обмеження.

Цільова функція формалізує критерії оптимальності, за якими серед можливих варіантів визначається найкращий, а обмеження щодо змінних визначають множину можливих варіантів.

Цільова функція передбачає знаходження точки (точок) мінімуму, або декількох мінімумів заданої функції.

В якості параметрів системи доставки обрано: середньобовий об'єм вивезення вантажів з одного пункту заїзду (\bar{g}); коефіцієнт статичного використання вантажності автомобіля ($\gamma_{ст}$); технічна швидкість автомобіля (V_T); вантажність автомобіля, що використовується для вивезення вантажів з пунктів заїзду (q_n); щільність дислокації пунктів заїзду на території регіону обслуговування (λ); загальна площа регіону обслуговування ($F_{зар}$).

Цільова функція процесу доставки вантажів має вигляд:

$$S_{1T} = f(\bar{g}, q_n, \gamma_{ст}, \lambda, V_T, F_{зар}) \rightarrow \min \quad (1)$$

Запропонована цільова функція буде мати наступні обмеження:

$$\left\{ \begin{array}{l} 1,2 \geq \bar{g} \geq 0,2; \\ 14 \geq q_n \geq 1,2; \\ 1 \geq \gamma_{ct} \geq 0,6; \\ 40 \geq V_t \geq 15; \\ 0,05 \geq \lambda \geq 0,01; \\ 2500 \geq F_{zag} \geq 80. \end{array} \right. \quad (2)$$

Зменшення величини собівартості можна досягти шляхом збільшення вантажності автомобіля при можливості збільшення партії відправок, шляхом підвищення коефіцієнту використання вантажності автомобіля в результаті проведення маршрутизації, тобто при розробці раціональних кільцевих і розвізних маршрутів, за рахунок підвищення технічної швидкості і зменшення довжини вантажної їздки шляхом проведення маршрутизації.

Собівартість транспортування однієї тонни вантажу визначається наступним чином

$$S_{tr} = \frac{L \cdot C_{zm} + t_{ob} \cdot C_{post}}{g \cdot F_{zag} \cdot \lambda}, \quad (3)$$

де L – добовий пробіг автомобілів, км;

C_{zm} – змінна складова собівартості перевезень автомобіля, грн/км;

t_{ob} – час обертв автомобіля, год;

C_{post} – постійна складова собівартості перевезення автомобіля, грн/год;

g – середньодобовий обсяг вивозу вантажів з одного пункту;

F_{zag} – загальна площа регіону обслуговування, км²;

λ – щільність дислокації пунктів заїзду на території району обслуговування, км².

Пробіг автомобілів, що використовується для вивозу вантажів визначається наступним чином

$$L = [2 \cdot l_i + (n_3 - 1) \cdot l_{(i-1)-i}] \cdot n_m, \quad (4)$$

де l_i – пробіг автомобіля від пункту перевантаження до початкового (кінцевого) пункту, км;

n_3 – кількість пунктів вивезення на збірному маршруті, од;

$l_{(i-1)-i}$ – пробіг автомобіля між суміжними пунктами, км;

n_m – кількість маршрутів, необхідних для збору усього вантажу, од.

У загальному випадку, з урахуванням можливості доставки вантажу кінцевим споживачам як на маятникових, так і на розвізних, збірних маршрутах, відстань доставки при доставці вантажу кінцевому споживачу складає

$$l_i = \frac{2}{3} \cdot r, \quad (5)$$

де r – радіус району обслуговування, км.

Радіус району обслуговування розраховується за формулою

$$r = \sqrt{\frac{F_{zag}}{\pi}} \quad (6)$$

Кількість пунктів вивезення на збірному маршруті визначається за наступною залежністю

$$n_3 = \frac{q_n \cdot \gamma_{ct}}{g}, \quad (7)$$

де q_n – вантажопідйомність автомобіля, т;

γ_{ct} – коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності автомобіля.

Пробіг автомобіля між суміжними пунктами на маршруті знаходиться за формулою

$$l_{(i-1)-i} = \frac{4}{5} \cdot \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \quad (8)$$

Кількість маршрутів у районі обслуговування складає

$$n_m = \frac{g \cdot F_{zag} \cdot \lambda}{q_n \cdot \gamma_{ct}} \quad (9)$$

Підставивши вирази (2.5, 2.7, 2.8, 2.9) у вираз (2.4), отримаємо

$$L = \left(\frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{F_{zag}}{\pi}} + \frac{4}{5} \cdot \left(\frac{q_n \cdot \gamma_{ct}}{g} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right) \cdot \frac{g \cdot F_{zag} \cdot \lambda}{q_n \cdot \gamma_{ct}} \quad (10)$$

Змінна складова собівартості перевезення виглядає наступним чином

$$C_{zm} = a_{zm} + b_{zm} \cdot q_n, \quad (11)$$

де a_{zm} , b_{zm} – коефіцієнти регресійної моделі залежності змінної складової собівартості перевезення від вантажності автомобіля.

Час обертв автомобіля у загальному вигляді має вид

$$t_{ob} = t_{pyx} + t_{np}, \quad (12)$$

де t_{pyx} – час руху автомобіля, год.;

t_{np} – час простою під навантаженням та розвантаженням, год.

$$t_{pyx} = \frac{L}{V_t}, \quad (13)$$

де L – добовий пробіг автомобілів, км;

V_t – технічна швидкість автомобіля, км/год.

$$t_{np} = 2 \cdot \tau \cdot q_n \cdot \gamma_{ct} + t_{дон} \cdot \left(\frac{q_n \cdot \gamma_{ct}}{g} \right), \quad (14)$$

де τ – витрати часу на навантаження або розвантаження однієї тонни вантажів, $\tau = 3$ хв.;

$t_{дон}$ – час на додаткові операції, $t_{дон} = 9$ хв.

У розгорнутому вигляді час обертв автомобіля має вигляд

$$t_{ob} = \left(\frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{F_{zag}}{\pi}} + \frac{4}{5} \cdot \left(\frac{q_n \cdot \gamma_{ct}}{g} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right) \cdot \frac{g \cdot F_{zag} \cdot \lambda}{q_n \cdot \gamma_{ct} \cdot V_t} + 2 \cdot \tau \cdot q_n \cdot \gamma_{ct} + t_{дон} \cdot \left(\frac{q_n \cdot \gamma_{ct}}{g} \right). \quad (15)$$

Постійна складова собівартості перевезення

$$C_{\text{пост}} = a_{\text{пост}} + b_{\text{пост}} \cdot q_n, \quad (16)$$

де $a_{\text{пост}}$, $b_{\text{пост}}$ – коефіцієнти регресійної моделі залежності постійної складової собівартості перевезення від вантажності автомобіля.

Підставляючи вирази (10, 11, 15, 16) у вираз (3), отримуємо наступну залежність собівартості транспортування однієї тони вантажу

$$S_{\text{тр}} = \left[\left(\frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{зар}}}{\pi}} + \frac{4}{5} \cdot \left(\frac{q_n \cdot \gamma_{\text{ст}}}{g} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right) \cdot \frac{g \cdot F_{\text{зар}} \cdot \lambda}{q_n \cdot \gamma_{\text{ст}}} \cdot (a_{\text{зм}} + b_{\text{зм}} \cdot q_n) + \left[\left(\frac{4}{3} \cdot \sqrt{\frac{F_{\text{зар}}}{\pi}} + \frac{4}{5} \cdot \left(\frac{q_n \cdot \gamma_{\text{ст}}}{g} - 1 \right) \cdot \frac{1}{\sqrt{\lambda}} \right) \cdot \frac{g \cdot F_{\text{зар}} \cdot \lambda}{q_n \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot V_{\text{т}}} + 2 \cdot \tau \cdot q_n \cdot \gamma_{\text{ст}} + t_{\text{доп}} \cdot \left(\frac{q_n \cdot \gamma_{\text{ст}}}{g} \right) \right] \times (a_{\text{пост}} + b_{\text{пост}} \cdot q_n) \right] \cdot \frac{1}{g \cdot F_{\text{зар}} \cdot \lambda} \quad (17)$$

Результати дослідження були апробовані на ВАТ «Харківметробуд».

Через те що функція собівартості доставки однієї тонни партійних вантажів є нелінійною, а також через практичну неможливість отримання екстремальних значень функції було прийнято рішення про

використання чисельного методу на основі зібраних статистичних даних.

В якості чисельних методів можна обрати метод Ньютона.

За допомогою чисельного методу Ньютона були отримані оптимальні параметри системи доставки вантажів, за умови яких значення собівартості перевезення однієї тонни вантажів буде мінімальним. Отже, при площі обслуговування у 310 км² і щільності дислокації пунктів заїзду у 0,035 км⁻² (ці значення характеризують топологію району перевезень вантажів автомобілями ВАТ «Харківметробуд» по м. Харків) оптимальне значення вантажопідйомності автомобіля складе 6 т, а значення середньодобового обсягу вивезення вантажів з одного пункту заїзду – 1,2 т.

3. Висновки

Впровадження на практиці розробленої методики надасть можливість покращити техніко-експлуатаційні і техніко-економічні показники роботи ВАТ «Харківметробуд». Час оборту автомобілів, що використовуються для вивезення вантажів із пунктів заїзду по місту Харкову, скоротився на 1,35 годин, добові витрати зменшилися на 17,57 грн/т і в цілому собівартість доставки однієї тонни вантажів зменшилася на 8,94 грн. Отримано річний економічний ефект у розмірі 6413,56 гривень.

Література

1. Воркут А.И. Грузовые автомобильные перевозки. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. Головное изд-во, 1986. – 447 с.
2. Christofides N., Eilon S. Expected distances in distribution problems. – Operational Research Quarterly, 1969, v.20, №3, p.p. 437-443.
3. Нефедов В.Н. Повышение эффективности автомобильных перевозок партийных грузов с использованием распределительных центров: Автореф. ... канд. техн. наук: (05.22.01) / Харьковский нац. автомоб.-дор. ун-т – Х., 2007 – 20 с.