

УДК 338.656.025

Д.З.Шматко, О.В.Кочнева

КОМПЛЕКСНЕ РІШЕННЯ ЗАДАЧІ ВИБОРУ РУХОМОГО СКЛАДУ ТА УПРАВЛІННЯ ЗАПАСАМИ

Залежності собівартості перевезень від вантажопід'ємності рухомого складу і розміру партій вантажів, що завозяться дозволяє уточнити й комплексно проаналізувати моделі управління запасами і вибору транспортних засобів.

Собівартість перевезення вантажів залежить від умов її доставки. Розглянемо три випадки.

У випадку, коли розмір партії вантажу q перевищує вантажопід'ємність автомобілів ($q > q_a \cdot \gamma_{ст}$), що є в наявності, собівартість перевезень не залежить від розміру партії вантажу, тобто собівартість доставки 1 т вантажу при цьому варіанті є сталою

$$S_T^{(1)}(q) = a_1, \quad q > q_a \cdot \gamma_{ст}, \quad (1.1)$$

де $\gamma_{ст}$ – коефіцієнт статистичного використання вантажопід'ємності автомобіля.

Цей коефіцієнт дорівнює відношенню маси вантажу P_e , перевезеного за один рейс, до мінімальної вантажопід'ємності автомобіля g

$$\gamma_{ст} = \frac{P_e}{g}. \quad (1.2)$$

Якщо розмір партії вантажу, а відповідно і періодичності завезення узгоджується з вантажопід'ємністю автомобіля, що вибирається з деякого ряду ($q_p = q_a \cdot \gamma_{ст}$), собівартість доставки 1 т вантажу в залежності від вантажопід'ємності автомобіля можна визначити за формулою собівартості перевезень на маршрутах розвезення, яка приведена для випадку перевезень на маятникових маршрутах коли

$$\bar{l}_{(i-1)-i} = 0 \quad \text{і} \quad q_a \cdot \gamma_p = q_p, \quad (1.3)$$

де $\bar{l}_{(i-1)-i}$ – середня відстань пробігу автомобіля між суміжними пунктами завезення вантажу;

γ_p – коефіцієнт використання вантажопід'ємності.

Між зазначеними коефіцієнтами існує взаємозв’язок

$$\gamma_{cm} = \gamma_p (1 + k_c), \quad (1.4)$$

де k_c – коефіцієнт, що враховує обсяг супутнього збору.

У цьому випадку залежність собівартості доставки 1 т вантажу від розміру партії вантажу, що перевозиться подається функцією

$$S_T^{(2)}(q) = a_2 + \frac{b_2}{q} + c_2 q, \quad q = q_a \cdot \gamma_{cm}. \quad (1.5)$$

Собівартість доставки 1 т вантажу здійснюється на розвозочних маршрутах ($q = q_a \cdot \gamma_{cm}$) в залежності від середнього розміру партії вантажу, що розраховується за формулою

$$S_T^{(3)}(q) = a_3 + \frac{b_3}{q}, \quad q < q_a \cdot \gamma_{cm}. \quad (1.6)$$

Затрати на збереження продукції складаються: з затрат на власне збереження; втрат, що обумовлюються природним зменшенням; збитків внаслідок зниження споживацьких якостей продукції і втрат, пов’язаних із заморожуванням засобів вкладених в продукцію, що зберігається (запаси).

Затрати на 1 км пробігу, $C_{км}$, визначаються за наступними рівняннями

$$C_{км} = C_{зм} + \frac{C_{ност}}{V_T}; \quad (1.7)$$

$$C_{км} = a_{км} + b_{км} \cdot g_a \cdot \gamma_{cm}, \quad (1.8)$$

де $C_{зм}$ – зміни витрат на 1 км пробігу автомобіля, грн/км;

$C_{ност}$ – постійні втрати на 1 год роботи автомобіля, грн/год;

$$C_{ност} = a_{нос} + b_{нос} \cdot g_a \cdot \gamma_{cm}, \quad (1.9)$$

де V_T – технічна швидкість руху автомобіля, км/год.

У випадку, коли $q < q_a \cdot \gamma_p$ також додатково враховують зміну собівартості доставки в залежності від розміру партії вантажу, але для умов розвозочного маршруту.

Оскільки вибір вантажопід’ємності автомобіля для доставки вантажів на розвозочних маршрутах являє собою екстремальну задачу, а значення оптимальної вантажопід’ємності автомобіля залежить від середнього розміру партії вантажу, являє інтерес сумісний розв’язок задач вибору розміру партії вантажів і вантажопід’ємності автомобіля

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial S(q_p, q_a \gamma_p)}{\partial q_p} = 0 \\ \frac{\partial S(q_r, q_a \gamma_p)}{\partial (q_a \gamma_p)} = 0 \end{aligned} \right\} q_r = q. \quad (1.10)$$

Залежність загальних затрат, що приходяться на 1 т перевезеного вантажу, від середнього розміру партії q подається рівнянням

$$S(q) = a + \frac{b}{q} = cq. \quad (1.11)$$

Диференціюючи рівняння (1.10) залежності витрат на 1 т вантажу, що перевозиться, відповідно за $q_{p \text{ опт}}$ і $q_a \gamma_{p \text{ опт}}$, і прирівнюючи до нуля, приходимо до виразів

$$q_{p \text{ опт}} = (1 + k_T) \sqrt{\frac{\left[a_{в.з} (1 + k_c) + \frac{C_{км}}{\delta} \left(\bar{l}_{(i-1)-i} + \frac{l_H}{T_H} t_3 \right) + C_{noc} t_3 \right] r}{[0,5C_{зб} + C_{мар} k_T k_{нв} (1 + k_c)]}}, \quad (1.12)$$

$$q_a \gamma_{p \text{ опт}} = \sqrt{\frac{q_p (r \bar{l}_i - \bar{l}(i-1) - i) a_{км}}{b_{км} \bar{l}_{(i-1)-1} + \left(\frac{l_H}{T_H} b_{км} + \delta b_{noc} \right) [t_T (1 + k_c) q_p + t_3]}}. \quad (1.13)$$

Величини $C_{км}$ та C_{noc} в рівнянні (1.12) залежать від вантажепід'ємності автомобіля.

Вираз (1.9) визначає оптимальну вантажепід'ємність автомобіля на розвозочних маршрутах.

Найбільш просто ця система (1.12 – 1.13) розв'язується ітераційним методом.

Задаючи повну вантажепід'ємність автомобіля за формулою (1.12) знаходять відповідний їй оптимальний розмір середньої партії вантажу, а потім за формулою (1.13) – відповідну оптимальну вантажепід'ємність. Обчислення повторюють до тих пір, поки два послідовних розрахунки не приводять до вибору однієї і тієї вантажопід'ємності: ця вантажопід'ємність і відповідний їй середній розмір партії вантажу є оптимальними.

При доставці вантажів в оборотній тарі (контейнерах) окрім зазначеного, враховуються також витрати, пов'язані зі зняттям тари з обороту.

Вартість збереження запасу x протягом одиниці часу:

$$S_{зб}(x) = x \cdot C_{зб} + C_{тар} \cdot q_T \cdot k_{н.в}, \quad (1.14)$$

де $C_{зб}$, $C_{тар}$ – затрати на збереження 1 т продукції і тари в одиницю часу;

q_T – маса тари в одній партії заводу, т;

$k_{н.в} = t_{в.м}/t_q$ – коефіцієнт, що враховує періодичність вивезення тари;

$t_{в.м}$, t_g – інтервали часу відповідно між черговими вивезеннями тари й черговими доставками продукції.

Оскільки

$$q = q_T + q_n = \left(1 + \frac{1}{k_T}\right) \cdot q_T, \quad (1.15)$$

де q_n – маса продукції в одній партії завезення, т;

$k_T = \frac{q_T}{q_n}$ – коефіцієнт тари, то

$$S_{зб}(x) = x \cdot C_{зб} + \frac{C_{тар} \cdot k_{н.в} \cdot k_T}{1 + k_T} \cdot q. \quad (1.16)$$

Найпростішою моделлю управління запасами є модель, в якій затрати на виконання замовлення не залежать від розміру партії вантажу.

Але більш поширеним випадком є випадок, коли вартість виконання замовлення партії вантажу розміром q :

$$S_{зам}(q) = a_{в...з} + b_{в...з} \cdot q, \quad (1.17)$$

де $a_{в...з}$ та $b_{в...з}$ – сталі величини.

Використовуючи отримані залежності, модель затрат можна подати таким чином: вартість організації замовлення партії вантажу

$$S_{зам}(q) = \begin{cases} a_{в.з} + b_{в.з} \cdot q, & q > 0; \\ 0, & q = 0. \end{cases} \quad (1.18)$$

Отже, вартість доставки 1 т вантажу при його завезенні споживачу визначається виразом

$$S_m(q) = \begin{cases} a_1, & q > q_a \gamma_{cm}; \\ a_2 + \frac{b_2}{q} + c_2 q, & q = q_a \gamma_{cm}; \\ a_3 + \frac{b_3}{q}, & q < q_a \gamma_{cm}. \end{cases} \quad (1.19)$$

а вартість збереження запасу X протягом одиниці часу

$$S_{зб}(x) = \begin{cases} C_{зб}x + pq, & x \geq 0; \\ pq, & x < 0. \end{cases} \quad (1.20)$$

Розглянемо найпростішу модель управління запасами однорідної продукції при відомому постійному попиті з інтенсивністю r . Невідомою величиною у цьому випадку є розмір поставки q пов'язаний з розміром партії продукції, що завозиться

$$q_n = q(1 + kr). \quad (1.21)$$

При детермінованих попиті і поставці не виникає необхідність у страхуванні запасу – замовлення повторюється після зменшення запасу.

Поточне значення запасу в момент часу t характеризує функція

$$x(t) = q_n - rt. \quad (1.22)$$

З умови $x(t_\partial) = 0$ визначають інтервал доставки

$$t_\partial = \frac{q_n}{r}. \quad (1.23)$$

Для кожного інтервалу доставки динамічну задачу розв'язують незалежно, тобто, розглядають послідовність незалежних статичних задач (моделей).

В першій моделі мають значення тільки затрати виконання замовлення і вартість збереження. Часті замовлення дрібними партіями збільшують затрати організації замовлення, а рідкі, що здійснюються великими партіями – затрати збереження.

Висновок. Виходячи з конкретних умов, можна встановити взаємозв'язок між відстанню перевезення вантажу, розміром його денного споживання, вартістю вантажу та оптимальною вантажопід'ємністю рухомого складу, при якій сумарні затрати, що складаються з затрат на перевезення вантажу, вартості матеріальних засобів в обігу та капіталовкладень в рухомий склад й складське господарство, досягають мінімуму.

ЛІТЕРАТУРА

1. Грузовые автомобильные перевозки /Воркут А.И. – 2е изд., перераб. и доп. – К.: Вища школа, 1986. – 447 с.
2. Говорущенко Н.Л. Основы теории эксплуатации автомобилей. – К.: Вища школа, 1971. 231 с.
3. Русев Г.В. Организация автомобильных перевозок. – К.: Вища школа, 1971. – 256 с.

Получено 24.11.2006 г.