

УДК 330.4.338.47:656

Ю. І. Кушнерук, О. М. Сумець, В. П. Василенко

ОПЕРАЦІЙНА МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РОЗПОДІЛУ АВТОТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ЗА ОБРАНИМИ МАРШРУТАМИ

Розглянуто математичну модель оптимального розподілу різнотипних автотранспортних засобів за визначеними маршрутами з використанням критерію мінімуму загальної собівартості перевезень. Особливістю моделі є урахування в ній сукупності чинників, пов'язаних з організацією процесу перевезень.

Постановка проблеми. Сучасне розуміння процесу транспортування вантажів суттєво змінилося з розвитком ринкових відносин. Транспортний сервіс перетворився на ключовий складник логістичного менеджменту. У такому аспекті транспорт забезпечує доставку вантажів зазначених обсягів і обумовленого рівня якості до вказаного місця у призначений час та з мінімальними витратами.

Транспортування є комплексною логістичною активністю [1], тому оптимальне управління транспортними засобами у процесі фізичного руху товарів на шляху від виробника до споживачів є складною проблемою і вимагає вирішення сукупності взаємопов'язаних задач багатокритеріального вибору: способу транспортування, виду транспорту, типу транспортних засобів та інших задач оптимізації параметрів транспортного процесу [2, 3]. Кожен із видів транспорту має свої особливості, переваги і недоліки, що обумовлює специфіку оптимізаційних задач управління тими чи іншими транспортними засобами.

Особлива роль у діяльності суб'єктів господарювання належить автомобільному транспорту, який є найбільш гнучким і мобільним складником транспортного комплексу будь-якої країни [4]. Без автомобільного транспорту практично неможлива реалізація сучасних логістичних технологій в системах постачання і збуту, а в системах тилового забезпечення військових формувань він є єдиним і незамінним видом транспорту, що забезпечує безперервність перевезень у будь-яких умовах їх діяльності, а отже, є ключовим фактором підтримання високої боєздатності військ [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Управління перевезеннями неможливе без якісного планування, яке повинно бути спрямоване на ефективне використання автомобільного транспорту. Однією з ключових задач управління перевезеннями автомобільним транспортом є розподіл транспортних засобів за маршрутами за умови виконання плану перевезень за обраним критерієм оптимізації. Розв'язання даної задачі вимагає урахування достатньо великої кількості техніко-експлуатаційних параметрів: швидкості, вантажопідйомності, місткості, надійності, коефіцієнта статичного використання вантажопідйомності, кількості рейсів та ін. Основним критерієм оптимізації в умовах ринкових відносин стають витрати на транспортування, які відображають економічний ефект від управління перевезеннями [6].

Багатофакторність впливу на процес автотранспортних перевезень обумовила різноманітність підходів до розв'язання поставленої задачі. Більшість підходів пропонують математичний апарат, який дозволяє розрахувати певні показники роботи автомобільного транспорту для конкретних умов перевезення без пошуку оптимальних рішень [5, 7, 8]. У роботах [9, 10] розглянуто математичні методи планування вантажних перевезень автомобільним транспортом. У публікації [11] запропоновано математичні моделі і схеми методів оптимізації транспортних систем. Конкретним методам розв'язання транспортних задач з використанням логістичного підходу приділено увагу у роботі [12]. У [13] розглянуто чинники впливу на транспортні тарифи і визначені принципи їх побудови з позицій логістики. Математичну модель та алгоритм спільного планування виробничого, транспортного і складського процесів наведено у роботі [14].

Однак у зазначених роботах відсутнє комплексне розв'язання задачі оптимального розподілу неоднорідних транспортних засобів за маршрутами з урахуванням вимоги виконання плану перевезень та основних техніко-експлуатаційних параметрів цих засобів.

Метою статті є розроблення математичної моделі визначення плану розподілу автотранспортних засобів за маршрутами розвезення вантажів клієнтам.

Виклад основного матеріалу. Із пунктів постачань відправляється вантаж до пунктів споживання за заданими маршрутами. Різні типи автотранспортних засобів відрізняються між собою вантажопідйомністю, транспортними витратами та техніко-економічними параметрами.

Необхідно визначити оптимальний план розподілу різнотипних автотранспортних засобів за даними маршрутами за критерієм загальних транспортних витрат.

Собівартість перевезень залежить від багатьох чинників, пов'язаних з організацією процесу перевезень. Важливу роль у зниженні транспортних витрат відіграють ефективне планування перевезень та ефективна експлуатація транспортних засобів, основою яких є ідея оптимізації процесу перевезень. Як правило,

оптимізацію цього процесу розпочинають з розв'язання задачі маршрутизації, яка є необхідною умовою для вирішення багатьох задач транспортної логістики, у тому числі, задачі оптимального розподілу транспортних засобів за визначеними маршрутами. Достатньою умовою розв'язання поставленої задачі оптимального розподілу є урахування чинників, що впливають на організацію процесу перевезень.

Розглянемо чинники, що є вихідними даними для розв'язання задачі:

m – кількість типів автотранспортних засобів;

n – число визначених маршрутів;

$Q_j (j = \overline{1, n})$ – обсяг перевезень вантажу на j -му маршруті за період часу, що розглядається;

$N_i (i = \overline{1, m})$ – кількість автомобілів i -го типу;

$\kappa_i (j = \overline{1, n})$ – коефіцієнт готовності автомобілів i -го типу;

$M_{ij} (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n})$ – максимальне число рейсів, яке може здійснити автомобіль i -го типу за j -тим маршрутом за період часу, що розглядається;

$d_j (j = \overline{1, n})$ – мінімальна кількість рейсів за j -тим маршрутом за період часу, що розглядається;

$C_{ij} (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n})$ – собівартість одного рейсу, здійсненого автомобілем i -го типу за j -тим маршрутом;

$q_i (i = \overline{1, m})$ – вантажопідйомність одного автомобіля i -го типу;

$\gamma_{ij} (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n})$ – статичний коефіцієнт використання вантажопідйомності автомобіля i -го типу на j -му маршруті;

$x_{ij} (i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n})$ – кількість автомобілів i -го типу, що повинні бути призначені на j -й маршрут.

Зауваження. 1. Номер маршруту однозначно визначає тип вантажу. 2. Якщо i -й тип автомобіля не може бути призначений для перевезень вантажу на j -му маршруті, то $M_{ij} = 0$; $C_{ij} = 0$; $\gamma_{ij} = 0$.

Критерій мінімуму загальної собівартості перевезень полягає у визначенні такої кількості автомобілів $x_{ij} \geq 0$, за якої досягається мінімум цільової функції:

$$L(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_{ij} \cdot M_{ij} \cdot x_{ij} \rightarrow \min, \quad (1)$$

де максимальна кількість рейсів, яку може здійснити автомобіль i -го типу за j -м маршрутом за період часу, що розглядається. Її розраховують за формулою:

$$M_{ij} = \frac{\alpha \cdot T_{ij}}{t_{ij} + t_{ij}^{np}}, \quad (2)$$

де α – кількість діб у періоді часу, що розглядається; T_{ij} – частка доби, протягом якої автомобіль i -го типу може здійснювати перевезення за j -м маршрутом; t_{ij} – час руху автомобіля i -го типу за j -м маршрутом (у прямому і зворотному напрямках); t_{ij}^{np} – сумарний час простою автомобіля i -го типу під час руху за j -м маршрутом.

Необхідність урахування особливостей процесу перевезень і основних техніко-експлуатаційних параметрів транспортних засобів, які приймають у ньому участь, вимагає виконання певних умов, що відображаються у таких обмеженнях щодо:

– обсягу перевезеного вантажу

$$\sum_{i=1}^m q_i \cdot \gamma_{ij} \cdot M_{ij} \cdot x_{ij} \geq Q_j, \quad j = \overline{1, n}; \quad (3)$$

– кількості готових до виконання рейсів автомобілів

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq k_i \cdot N_i, \quad i = \overline{1, m}; \quad (4)$$

– виконання мінімальної кількості рейсів

$$\sum_{i=1}^m M_{ij} \cdot x_{ij} \geq d_j, \quad j = \overline{1, n}. \quad (5)$$

Математична модель доповнюється обмеженнями на цілочисельність та невід'ємність перевезень:

$$x_{ij} = \left[x_{ij} \right] \geq 0, \quad i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n}. \quad (6)$$

Таким чином, запропонована математична модель є моделлю лінійного програмування і дозволяє вибрати оптимальний склад транспортних засобів для здійснення перевезень за кожним маршрутом з урахуванням ключових чинників, що відображають реальний транспортний процес, який забезпечить ефективне виконання плану перевезень за вибраним критерієм оптимізації.

Розв'язати задачу (1)...(6) можливо, наприклад, із застосуванням процедури "Пошук рішення" в середовищі MS Excel.

Висновки

Розроблена математична модель оптимізації розподілу транспортних засобів за маршрутами перевезень базується на використанні критерію мінімуму загальної собівартості перевезень, враховує ключові умови здійснення транспортного процесу і основні техніко-експлуатаційні параметри транспортних засобів.

У подальшому математичну модель можливо узагальнювати, залежно від ступеня деталізації урахування специфіки роботи різних видів (типів) транспорту, а також розширювати у випадку дослідження взаємодії різних функціональних областей логістики: виробництва, транспортування і складування.

Список використаних джерел

1. Смиринський В. В. Логістичний менеджмент державних закупівель. Торетично-правовий та методологічний аспект: моногр. / В. В. Смиринський. – Т. : Карт-бланш, 2004. – 304 с.
2. Миротин Л. Логистические системы и технологии перевозочного процесса, основанные на логистике / Л. Миротин, Б. Ташбаев // Транспорт: наука, техника, управление: сб. обзорной информ. – 1993. – № 2. – С. 23.
3. Смехов А. А. Основы транспортной логистики / А. А. Смехов. – М. : Транспорт, 1995. – 197 с.
4. Логистика автомобильного транспорта: учеб. пособие / В. С. Лукинський и др. – М. : Финансы и статистика, 2004. – 368 с.
5. Южаков В. М. Пути повышения эффективности использования автомобильного транспорта / В. М. Южаков // Военно-экономический вестник. – М. : Воениздат. – 2004. – № 9. – С. 85 – 96.
6. Сумец А. М. Критерии предварительной оценки эффективности функционирования автотранспортной подсистемы / А. М. Сумец // Логистика: проблемы и решения. – 2009. – № 1. – С. 60 – 62.
7. Неруш Ю. М. Логистика : учеб. для вузов. / Ю. М. Неруш. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 389 с.
8. Бенсон Д. Транспорт и доставка грузов / Д. Бенсон, Дж. Уайтхед. – М. : Транспорт, 1990. – 279 с.
9. Кожин А. П. Математические методы в планировании и управлении грузовыми автомобильными перевозками / А. П. Кожин, В. Н. Меденцев. – М. : Транспорт, 1994. – 304 с.
10. Сумец А. М. Логистика на автомобильном транспорте: решение частной задачи перевозки крупногабаритных грузов / А. М. Сумец // Логистика: проблемы и решения. – 2009. – № 1. – С. 18 – 22.
11. Модели и методы теории логистики / под. ред. В. С. Лукинського. – С. Пб. : Питер, 2003. – 176 с.
12. Беленький А. С. Исследование операций в транспортных системах: идеи и схемы методов оптимизации планирования / А. С. Беленький. – М. : Мир, 1992. – 582 с.
13. Крикавський Є. В. Транспортні витрати в структурі логістичних витрат / Є. В. Крикавський, Р. Патора, О. П. Дашківська // Коммунальное хозяйство городов. Сер. Экономические науки. – К. : Техника. – 2004. – Вып. 56. – С. 293 – 299.
14. Сисоев В. В. Визначення оптимальної кількості і місцезнаходження складів логістичної мережі регіону / В. В. Сисоев, Ю. І. Кушнерук // Коммунальное хозяйство городов. Сер. Экономические науки. – К. : Техника. – 2004. – Вып. 56. – С. 318 – 323.

Стаття надійшла до редакції 06.10.2010 р.