

УДК 004.832:65.012.123

МОДЕЛЬ ВИБОРУ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА МАРШРУТІВ ДОСТАВКИ ТОВАРУ ВІД ДИСТРИБ'ЮТОРА ДО ОПТОВО-РОЗДРІБНИХ МАГАЗИНІВ

Л.І. Нефьодов

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедрою*

Контактний тел.: (057) 716-59-39

Д.О. Маркозов

Кандидат технічних наук, асистент*

Контактний тел.: (057) 738-77-92

Т.В. Плугіна

Кандидат технічних наук, доцент*

Контактний тел.: (057) 738-77-92

О.С. Кононіхін

Асистент*

Контактний тел.: (057) 738-77-92

*Кафедра автоматизації і комп'ютерно-інтегрованих

технологій

Харківський національний автомобільно-дорожній

університет

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

У статті розроблено математичну модель вибору транспортних засобів та маршрутів доставки товару від дистриб'ютора до оптово-роздрібних магазинів. Показано, що дана модель дозволяє вибрати економічно вигідні для торговельної організації транспортні засоби з урахуванням загальних витрат на доставку товарів. Доведено, що застосування даної математичної моделі створює умови для прийняття ефективного управлінського рішення

Ключові слова: математична модель, невизначеність, багатокритеріальна оцінка, багатомономенклатурні товари, запаси, управлінське рішення

В статті розроблена математическая модель выбора транспортных средств и маршрутов доставки товара от дистрибьютора до оптово-розничных магазинов. Показано, что данная модель позволяет выбрать экономически выгодные для торговой организации транспортные средства с учетом общих затрат на доставку товаров. Доказано, что применение данной математической модели создает условия для принятия эффективного управленческого решения

Ключевые слова: математическая модель, неопределенность, многокритериальная оценка, многомономенклатурные товары, запасы, управленческое решение

1. Вступ

Для будь якого дистриб'ютора важливим елементом його ефективної роботи є мінімізація загальних витрат на доставку товарів до оптово-роздрібних магазинів (ОРМ).

Однак велика кількість критеріїв, обмежень і недостатня повнота інформації призводять до того, що існуючі математичні моделі вибору транспортних засобів та маршрутів доставки товару від дистриб'ютора до ОРМ не дозволяють оперативно та з необхідною точністю приймати ефективні управлінські рішення.

У зв'язку із цим, актуальною є задача вибору таких транспортних засобів (ТЗ) та маршрутів доставки товарів, які мінімізують загальні витрати, а отже – підвищать прибуток підприємства. Вирішити дану задачу можна через розробку та впровадження в роботу торговельної організації комплексної та адекватної сучасним вимогам математичної моделі вибору транспортних засобів та маршрутів доставки товару від дистриб'ютора до оптово-роздрібних магазинів.

2. Аналіз публікацій

Зважаючи на важливість проблеми управління запасами для будь-якого торговельного або промислового підприємства, аналізу різних аспектів даної задачі присвячені праці багатьох учених [1-7].

Разом із тим, аналіз наукових публікацій свідчить, що існуючі у науковій літературі математичні моделі обґрунтування вибору ТЗ та маршрутів доставки товару далекі від вичерпних рішень. У зв'язку із чим, дослідження різних аспектів процесу управління багатомономенклатурним запасом (УБЗ) в умовах ринкових відносин, яким притаманні ризик та невизначеність, є актуальними як з теоретичної, так і з практичної точки зору.

3. Мета і постановка задачі

Метою даного дослідження є зменшення загальних витрат торговельної організації (дистриб'ютора) за рахунок розробки та впровадження комплексної математичної моделі вибору ТЗ та маршрутів доставки

товару від дистриб'ютора до ОРМ. Результатом застосування даної математичної моделі буде визначення оптимальних варіантів доставки необхідних обсягів товарів економічно вигідними маршрутами та ТЗ, що дозволить мінімізувати витрати, а отже підвищить прибуток підприємства.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі: проаналізувати сутність проблеми управління товарними потоками; розглянути існуючі моделі вибору ТЗ та маршрутів доставки товару; розробити комплексну математичну модель вибору ТЗ та маршрутів доставки товару від дистриб'ютора до ОРМ.

4. Модель вибору транспортних засобів та маршрутів доставки товару

Розглянемо постановку задачі вибору транспортних засобів та маршрутів доставки товару від дистриб'ютора до оптово-роздрібних магазинів.

Відомо:

- номера ОРМ $p, s = \overline{1, s'}$, $s = 0$ – дистриб'ютор;
- підмножина пунктів доставки (магазинів) на η -му маршруті ($\eta = \overline{1, \eta'}$), включаючи дистриб'ютора I_η ;
- відстань від p -го пункту до s -го пункту на η -му маршруті R_{ps}^η в кілометрах;
- вартість одиниці об'єму палива c_r^p та об'єм палива V_r^p , що споживає ТЗ r -го типу на один кілометр пробігу;
- множина типів ТЗ $r = \overline{1, r'}$, які відрізняються об'ємними, ваговими і вартісними показниками;
- розмір попиту S_{ivs} на товар i -го типу v -го виду кожного s -го ОРМ у заданий період часу;
- об'ємні показники одиниці товару i -го типу v -го виду V_{iv} ;
- вагові показники одиниці товару i -го типу v -го виду Q_{iv} ;
- загальна кількість наявних ТЗ r -го типу L_r для перевезення усього товару;
- вантажопідйомність одного ТЗ r -го типу G_r ;
- об'єм вантажного відсіку одного ТЗ r -го типу V_r .

Постає завдання вибрати необхідну кількість ТЗ в залежності від їх технічних характеристик, а також, на основі багатокритеріального підходу, розробити ефективні маршрути доставки товару від дистриб'ютора до ОРМ з урахуванням заданих критеріїв та обмежень:

- мінімальні загальні витрати на доставку товарів від дистриб'ютора до ОРМ:

$$\min \sum_{r=1}^{r'} \sum_{\eta=1}^{\eta'} \sum_{p \in I_\eta} \sum_{s \in I_\eta} c_{ps}^m X_{ps}^m Z_{ps}^m; \quad (1)$$

$$c_{ps}^m = Z_{вод}^r + Z_{експ}^r + (c_r^p \cdot V_r^p \cdot R_{ps}^\eta), \quad (2)$$

де c_{ps}^m – витрати на доставку товарів ТЗ r -го типу від p -го пункту (дистриб'ютора, ОРМ) до s -го оптово-роздрібного магазину на η -му маршруті;

$Z_{вод}^r$ – заробітна плата водія ТЗ r -го типу;

$Z_{експ}^r$ – заробітна плата експедитора ТЗ r -го типу;

– мінімальний загальний час на доставку товарів від дистриб'ютора до ОРМ:

$$\min \sum_{r=1}^{r'} \sum_{\eta=1}^{\eta'} \sum_{p \in I_\eta} \sum_{s \in I_\eta} t_{ps}^m X_{ps}^m Z_{ps}^m; \quad (3)$$

$$t_{ps}^m = t_{ps}^{m_{пyx}} + t_{ps}^{m_{позв.}}, \quad (4)$$

де $t_{ps}^{m_{пyx}}$ – час руху ТЗ від p -го пункту до s -го пункту на η -му маршруті;

$t_{ps}^{m_{позв.}}$ – час розвантаження ТЗ в s -му пункті на η -му маршруті;

– мінімальна загальна довжина маршрутів доставки товарів від дистриб'ютора до ОРМ:

$$\min \sum_{r=1}^{r'} \sum_{\eta=1}^{\eta'} \sum_{p \in I_\eta} \sum_{s \in I_\eta} R_{ps}^\eta X_{ps}^m Z_{ps}^m, \quad (5)$$

де Z_{ps}^m, X_{ps}^m – булеві змінні, що приймають значення:

$$Z_{ps}^m = \begin{cases} 1 & \text{– якщо для } \eta\text{-го маршруту вибрано } r\text{-й тип ТЗ;} \\ 0 & \text{– у протилежному випадку.} \end{cases}$$

$$X_{ps}^m = \begin{cases} 1 & \text{– якщо } r\text{-й транспортний засіб рухається} \\ & \text{із } p\text{-го пункту в } s\text{-й на } \eta\text{-му маршруті, } p, s \in I_\eta; \\ 0 & \text{– у протилежному випадку.} \end{cases}$$

Для кожного ОРМ повинні виконуватися наступні обмеження:

– у кожний магазин s потрібно доставити необхідну кількість N_{ivs} заданого товару i -го типу v -го виду:

$$\sum_{r=1}^{r'} S_{ivsr} = N_{ivs}; \quad i = \overline{1, i'}; \quad v = \overline{1, v'}; \quad s = \overline{1, s'}; \quad (6)$$

– вартість товару для кожного магазину не повинна бути більше заданої величини $C_{задан.}^s$:

$$\sum_{i=1}^{i'} \sum_{v=1}^{v'} C_{ivs} S_{ivs} \leq C_{задан.}^s; \quad s = \overline{1, s'}. \quad (7)$$

Для кожного маршруту доставки товарів повинні виконуватися наступні обмеження:

– час доставки товару ТЗ в останній пункт на η -му маршруті не повинен перевищувати допустимого часу $t_{доп}^\eta$:

$$\sum_{r=1}^{r'} \sum_{\eta=1}^{\eta'} \sum_{p \in I_\eta} \sum_{s \in I_\eta} t_{ps}^m X_{ps}^m Z_{ps}^m \leq t_{доп}^\eta; \quad (8)$$

– вага Q^η вантажу, що перевозиться по η -му маршруту, не повинна перевищувати вантажопідйомності G_r вибраного ТЗ r -го типу:

$$\sum_{p \in I_\eta} \sum_{s \in I_\eta} Q_{iv}^\eta X_{ps}^m \leq G_r Z_{ps}^m; \quad \eta = \overline{1, \eta'}; \quad r = \overline{1, r'}; \quad (9)$$

– об'єм V^η вантажу, що перевозиться по η -му маршруту, не повинен перевищувати N -ї частини об'єму вантажного відсіку V_r вибраного ТЗ r -го типу:

$$\sum_{p \in I_\eta} \sum_{s \in I_\eta} V_{iv}^\eta X_{ps}^m \leq N V_r Z_{ps}^m; \quad \eta = \overline{1, \eta'}; \quad r = \overline{1, r'}; \quad (10)$$

– ТЗ повинен на кожному маршруті виїжджати від дистриб'ютора, заїжджати хоча б один раз у кожний пункт доставки (ОРМ) і повертатися до дистриб'ютора:

$$\sum_{p \in I_\eta} \sum_{s \in I_\eta} X_{ps}^m \geq |I_\eta|; \eta = \overline{1, \eta'}; \quad (11)$$

де $|I_\eta|$ – кількість елементів підмножини I_η ;
 – для кожного маршруту доставки вибирається тільки один тип ТЗ:

$$\sum_{r=1}^r z_{ps}^m = 1; \eta = \overline{1, \eta'}; p, s \in I_\eta; \quad (12)$$

– позитивність та дискретність змінних:

$$X_{ps}^m \geq 0; z_{ps}^m \geq 0; X_{ps}^m, z_{ps}^m \in \{0; 1\}; p, s \in I_\eta; \eta = \overline{1, \eta'}; r = \overline{1, r'}. \quad (13)$$

Наведена модель (1) – (13) відноситься до багато-критеріальних, багатоекстремальних задач дискретно нелінійного програмування з булевими змінними.

Для перевірки розробленої моделі вибору ТЗ та маршрутів доставки товару від дистриб'ютора до ОРМ проведені розрахунки. З урахуванням відстаней між ОРМ та дистриб'ютором, представлених у табл. 1, методом направленої перебору були отримані оптимальні маршрути доставки товарів, зображені на рис. 1.

Таблиця 1

Фрагмент матриці відстаней між ОРМ та дистриб'ютором

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | ∞ | 1 | 5.7 | 3.1 | 2.3 | 3.8 | 2.1 | 5.4 | 7.3 | 3.7 |
| 2 | 1 | ∞ | 5.3 | 3.6 | 2.2 | 4.1 | 2.5 | 5.8 | 6.3 | 4.2 |
| 3 | 5.7 | 5.4 | ∞ | 7.4 | 7.8 | 6.2 | 6.4 | 9.7 | 3.5 | 8 |
| 4 | 3.2 | 3.8 | 7.5 | ∞ | 5.4 | 3.5 | 1.2 | 3.3 | 9.3 | 1.7 |
| 5 | 2.3 | 2.1 | 7.8 | 5.2 | ∞ | 5.9 | 4.2 | 7.5 | 8.4 | 5.9 |
| 6 | 3.8 | 4.1 | 6.2 | 3.5 | 5.9 | ∞ | 2.6 | 5.7 | 7.9 | 4.1 |
| 7 | 2.2 | 2.7 | 6.4 | 1.2 | 4.3 | 2.6 | ∞ | 3.4 | 8.3 | 1.8 |
| 8 | 5.5 | 6.1 | 9.7 | 3.3 | 7.6 | 5.7 | 3.4 | ∞ | 11.6 | 1.7 |
| 9 | 7.2 | 6.1 | 3.4 | 8.9 | 8.2 | 7.6 | 7.9 | 11.2 | ∞ | 9.5 |
| 10 | 3.8 | 4.4 | 8.1 | 1.7 | 6 | 4.1 | 1.8 | 1.6 | 9.9 | ∞ |

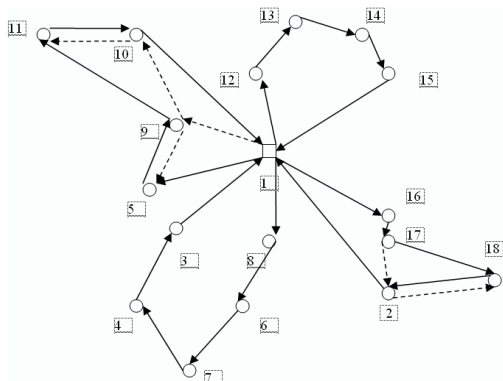


Рис. 1. Маршрути доставки товарів

З урахуванням технічних характеристик ТЗ та необхідного товару для магазинів у кожному районі, спочатку слід розрахувати необхідну кількість ТЗ кожного типу для його обслуговування. Результати розрахунків представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Необхідна кількість ТЗ для доставки товару у кожний район

| ТЗ | Район №1 (шт.) | Район №2 (шт.) | Район №3 (шт.) | Район №4 (шт.) |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| ЗАЗ Таврія Пикап 1.2 | 2 | 9 | 2 | 6 |
| ГАЗ 3302 Газель | 1 | 3 | 1 | 2 |
| ЗИЛ 5301 Бичок | 1 | 2 | 1 | 1 |
| TATA LPT 613 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Тепер розраховуємо загальну вартість доставки товару у кожний район усіма типами ТЗ з урахуванням їх необхідної кількості (табл. 3).

Таблиця 3

Вартість доставки товару у кожний район з урахуванням необхідної кількості ТЗ

| ТЗ | Район №1 (грн.) | Район №2 (грн.) | Район №3 (грн.) | Район №4 (грн.) |
|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ЗАЗ Таврія Пикап 1.2 | 272.27 | 1225.23 | 272.27 | 816.82 |
| ГАЗ 3302 Газель | 314.43 | 943.29 | 314.43 | 628.86 |
| ЗИЛ 5301 Бичок | 297.02 | 594.04 | 297.02 | 297.02 |
| TATA LPT 613 | 302.73 | 302.73 | 302.73 | 302.73 |

Для перевірки отриманих результатів проводиться їх порівняння з моделлю дистриб'ютора (табл. 4).

Таблиця 4

Порівняльний аналіз загальної довжини маршрутів та витрат на доставку товарів до ОРМ

| | Моделі дистриб'ютора | Розроблена модель | Δ, в абсолютних значеннях | Δ, % |
|---|----------------------|-------------------|---------------------------|------|
| Загальна довжина усіх маршрутів, км | 98 | 84 | 14 | 14,3 |
| Загальні витрати на доставку за усіма маршрутами з урахуванням оптимальних типів ТЗ, грн. | 2201.01 | 1144.29 | 1056.72 | 48 |

5. Висновки

На основі проведеного дослідження можна зробити висновок, що впровадження розробленої математичної моделі буде сприяти оптимізації вибору транспортних засобів та маршрутів доставки товару від дистриб'ютора до оптово-роздрібних магазинів, а отже підвищить економічну ефективність роботи торговельної організації.

У нашому випадку, загальні витрати на доставку товарів від дистриб'ютора то до оптово-роздрібних магазинів в усі райони зменшилися на 48%.

Література

1. Голубчик, А.М. Транспортно-экспедиторский бизнес. Создание, становление, управление [Текст] / А.М. Голубчик. – М.: Транс-Лит, 2012. – 328с.

2. Миротин, Л.Б. Логистика, технология, проектирование складов, транспортных узлов и терминалов [Текст] / Л.Б. Миротин, А.В. Бульба, В.А. Демин. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 408 с.
3. Резго, Г.Я. Транспортное обеспечение коммерческой деятельности [Текст] / Г.Я. Резго. – М.: Финансы и статистика, 2005. – 128 с.
4. Харрингтон, Д. Оптимизация бизнес процессов [Текст] / Д. Харрингтон, К.С. Эсселинг, Х.В. Нимвеген. – СПб.: Азбука, 2002. – 328 с.
5. Троицкая, Н.А. Транспортно-технологические схемы перевозок отдельных видов грузов [Текст] / Н.А. Троицкая, М.В. Шилимов. – М.: КноРус, 2010. – 232 с.
6. Некрасов, А.Г. Управление цепями поставок в транспортном комплексе [Текст] / А.Г. Некрасов, Л.Б. Миротин, Е.В. Меланич, М.А. Некрасова. – М.: Горячая Линия – Телеком, 2012. – 262 с.
7. Доенин, В.В. Динамическая логистика транспортных процессов [Текст] / В.В. Доенин. – М.: Компания Спутник плюс, 2010. – 248 с.

Abstract

For any distributor an important element of effective work is the minimization of the total cost for the delivery of goods to wholesale and retail stores. However, a large number of criteria, restrictions and lack of information leads to the fact that the existing mathematical models of choice of vehicles and routes for the delivery of goods from the distributor to wholesale and retail stores do not permit to make effective management decisions quickly and with the required accuracy. In the article the mathematical model of choice of vehicles and routes for the delivery of goods from the distributor to wholesale and retail stores was developed. It was shown that this model has permitted to select economically profitable vehicles for commercial organization with the general costs for the delivery of goods. It was proved that the application of this mathematical model creates the conditions for taking the effective management decision that will help reduce the total costs of commercial organization. In our case, the total costs for the delivery of goods from the distributor to wholesale and retail stores to all regions decreased by 48%

Keywords: *mathematical model, uncertainty, multicriteria estimation multi-item goods, supplies, management decision*

У результаті аналізу була виявлена необхідність більш деталізованого календарного планування проектів створення виробів складної техніки. Був сформульований список задач, вирішення котрих необхідне для побудування деталізованого плану проекту. Був розроблений метод формування єдиного плану проекту з урахуванням змінної структури. Були запропоновані практичні аспекти використання даного метода при аналізі проектів

Ключові слова: проект, змінна структура, календарний план, складна техніка

В результате анализа выявлена необходимость более детального календарного планирования проектов создания изделий сложной техники. Сформулирован список задач, решение которых необходимо для построения детализованного плана проекта. Разработан метод формирования единого плана проекта с учетом изменяющейся структуры. Предложены практические аспекты использования данного метода при анализе проектов

Ключевые слова: проект, изменяющаяся структура, календарный план, сложная техника

УДК 62:658.5

МЕТОД ФОРМИРОВАНИЯ ПЛАН ПРОЕКТА С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СТРУКТУРОЙ ПРИ СОЗДАНИИ СЛОЖНОЙ ТЕХНИКИ

С. А. Коба

Аспирант

Кафедра информационных технологий
проектирования ЛАХарьковский национальный аэрокосмический
университет им. Н.Е. Жуковского

«Харьковский авиационный институт»

ул. Чкалова, 17, г. Харьков, Украина, 61070

Контактный тел.: 050-633-38-50

E-mail: desgnkiss@gmail.com

1. Введение

Задача прогнозирования будущих сроков и стоимости выпуска продукции стоит перед менеджерами

всех видов производства с незапамятных времен. Особо остро проблема анализа технико-экономических показателей проектов проявляется при выпуске изделий сложной наукоемкой техники (ИСНТ) (авиация,