

УДК 338.24.01

## МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ТРАНСПОРТНІЙ ЛОГІСТИЦІ

Місюра Євгенія Юрійвна, к.т.н., доцент, ХНЕУ ім. Семе́на Кузне́ця, Харків, Україна

**Анотація** — Для планування, організації і реалізації найбільш раціональних схем поставок вантажів різного виду з відповідним корисним часом розглянуто математичне та комп'ютерне моделювання ситуативної економічної задачі, яка представляє транспортну задачу про розподіл транспортних засобів з фіксованими доплатами та розривною цільовою функцією.

**Ключові слова** — Транспортна задача, фіксовані доплати, розривна цільова функція, чисельне розв'язання.

Транспорт представляє собою ключову галузь економіки будь-якої країни, яка виступає в ролі ланки, що з'єднана з усіма іншими галузями. Для її стабільного функціонування товари повинні переміщатися до точки призначення в потрібному обсязі, з мінімальними витратами тимчасового і фінансового ресурсів. За організацію цих моментів відповідає транспортна логістика, яка відіграє значну роль в діяльності будь-якого підприємства та є необхідною ланкою системи, що відповідає за управління всіма потоками, а здійснення менеджменту фінансового потоку неможливо без організації його транспортування. Сьогодні логістичні компанії в Україні пропонують послуги доставки товарів, які пов'язані з перевезенням вантажів. Оптимізація такої системи є запорукою успішного розвитку організації і сприяє поступовому розширенню її клієнтської бази.

Саме "логістика дозволяє вирішити такі питання, як зменшення витрат на транспортування, вибір найкоротшого маршруту перевезень, скорочення витрат часу, спрощення складної схеми доставки

продукції, зменшення всякого роду витрат" [3].

Відомо, що великі підприємства мають цілі відділи, які займаються транспортною логістикою, дрібніші фірми та організації особисто приймають рішення про транспортування вантажу. Але, безперечно, обсяг і складність задач транспортної логістики вимагає професійного підходу до їхнього розв'язання, а саме: формалізацію проблем транспортної логістики в оптимізаційні задачі.

Одним з найважливіших таких прикладів є транспортна задача з фіктивними доплатами та розривною цільовою функцією, тому вона випадає з рамок задач лінійного програмування, що ускладнює її чисельний розв'язок з використанням засобів комп'ютерної математики. Але використання генетичних алгоритмів у сукупності з останніми, може дати в цьому напрямку розв'язання з меншими часовими та трудовитратами.

Аналізуючи останні роботи, що присвячені даній тематиці, виявлено абсолютне ігнорування засобів комп'ютерної математики для чисельного розв'язку реальних економічних задач. Так, у роботі [1] було проведено аналіз найбільш популярних систем комп'ютерної математики на предмет можливості розв'язання в їхніх рамках задач оптимізації різних класів та виявлено, що не розкрито можливості пакетів по відношенню до математичного моделювання задач про розподіл транспортних засобів з фіксованими доплатами.

Згідно з вивченою літературою пропонується розглянути основні аспекти транспортної задачі з фіктивними доплатами на підставі ситуативної економічної задачі, що представляє собою один з складних класів транспортних задач, як в

математичному сенсі, так і в її програмній реалізації.

Розглянемо приклад розв'язку ситуативної економічної задачі [2]. Деяке підприємство має три виробничі лінії: виробництво газованої води, виробництво соків та виробництво напоїв. На шляхах до цих виробництв необхідно виконати відповідно  $[11 \ 7 \ 9]$  рейсів, застосовуючи транспортні засоби трьох типів з відповідним корисним часом, що становить  $[100 \ 130 \ 250]$ . Часові та транспортні витрати на виконання транспортним засобом перевезень описуються даними матрицями:

$$T = \begin{pmatrix} 4 & 3 & 3 \\ 2 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 2 \end{pmatrix}, \quad C = \begin{pmatrix} 5 & 5 & 4 \\ 3 & 3 & 5 \\ 4 & 3 & 4 \end{pmatrix}.$$

Час  $t_{ij}^+$ , який витрачається на попередні транспортні роботи, та транспортні витрати  $c_{ij}^+$  на проведення цих робіт задаються наступними матрицями:

$$T^+ = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}, \quad C^+ = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 1 & 1 & 2 \\ 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}.$$

Необхідно оптимально розподілити наявні транспортні засоби  $a_i, i = \overline{1,3}$  по  $b_j, j = \overline{1,3}$  шляхах.

За цими даними побудована математична модель задачі, яка описана автором у роботі [2]. Проведено чисельний розв'язок даної транспортної задачі з використанням алгоритму колонії бджіл (різновид генетичного алгоритму). Формальне описання запропонованого алгоритму описано у роботі [4], згідно з якою запропоновано програмну реалізацію, що наведено автором у роботі [2].

Згідно виконаних числових розрахунків, отримано оптимальний розв'язок, при цьому витрати на маршрути складуть 96 ум. од. за умови розподілу транспортних коштів згідно матриці:

$$X = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 6 \\ 11 & 4 & 0 \\ 0 & 3 & 3 \end{pmatrix}.$$

Для перевірки одержаних результатів проведено розрахунки та порівняльний аналіз по кількості ітерацій наведеної програми та за допомогою засобів MATLAB та MS Excel. Виявлено, що найменша кількість ітерацій відповідає запропонованому алгоритму.

Таким чином, розглянуто математичне моделювання транспортної задачі з фіктивними доплатами та розривною цільовою функцією, а також програмну реалізацію за допомогою різновиду генетичного алгоритму для розв'язку ситуативної задачі такого роду з малою розмірністю з метою спростити виклад основного матеріалу та для більшої наочності. Даний алгоритм можливо використовувати для тестування та розв'язання задач великої розмірності.

### Список використаної літератури

1. Лысенко И.В. Анализ возможностей решения задач оптимизации средствами систем компьютерной математики / И.В. Лысенко, В.О. Бутенко / Системы обработки информации. – 2016. – № 5. – С. 133-136.
2. Місюра Є.Ю. Програмна реалізація задачі про розподіл транспортних засобів з фіксованими доплатами / Є.Ю. Місюра, К.О. Ковальова // Бізнес Інформ. – Харків : 2018. – № 5. – С. 167-175.
3. Нефьодов Л. Багатокритеріальна математична модель вибору постачальників товарів, об'ємів закупівлі та маршрутів доставки товару до дистриб'ютора / Л. Нефьодов, Д. Маркозов // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2012. – Т. 1, N 2(55). – С. 45-51.
4. Šimůnek J., van Genuchten M. T. Contaminant transport in the unsaturated zone: Theory and modeling // The Handbook of Groundwater Engineering, Third Edition. – CRC Press, 2016. – С. 221-254.

Автори

**Місюра Євгенія Юрївна**, доцент, ХНЕУ ім. Семена Кузнеця (misuraeu@gmail.com).

Тези доповіді надійшли 14 січня 2020 року.

Опубліковано в авторській редакції.

