

2. Яловий Г. К., Пашин В. П., Сичов В. С. Економіка та організація виробництва [Текст] : навч. видання. – К.: Політехніка, 2004. – 80 с. – 500 пр. – ISBN 966-533-139-1.
3. Иси́кава К. Японские методы управления качеством [Текст] // К. Иси́кава. – М.: Экономика, 1998. – 348 с. – 2000 экз. – ISBN 5–0946-0761-4 (в пер.).
4. Гесць В. М. Інноваційні перспективи України [Текст] : [наукове видання] / В. М. Гесць, В. П. Семиноженко. – Харків: Константа, 2006. – С. 109. – 1500 пр. – ISBN 966-342-085-5.
5. Облов А. С., Беззуб'як М. Й., Гальке́рина Л. П. Фінансові інструменти забезпечення міжнародної конкурентоспроможності в інституціональній моделі [Текст] : моногр. / за ред. В. Є. Новицького. – К.: Арістей, 2006. – 220 с. – 300 пр. – ISBN 966-381-003-3.

УДК 658

І. А. Сененко

Полтавський університет споживчої кооперації України

МЕТОДИКА ОПТИМІЗАЦІЇ МАРШРУТУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТОВАРІВ: ЦИКЛІЧНИЙ МЕТОД

Розглянуто нову методику розрахунку задачі комівояжера. Вона ґрунтується на способі формування опорного маршруту перебазування без трансформування матриці відстаней. Запропонована методика дає змогу більш оптимально організувати рух товарів і послуг від виробника до споживача. Розроблений підхід допомагає менеджеру не тільки підвищити ефективність процесу, але й зробити його циклічним. Під час здійснення оптимізації маршруту розвезення, підприємство має змогу вести ефективну конкурентну боротьбу за споживача.

Ключові слова: оптимізація, маршрут, перебазування, цикл.

Вступ. Для вирішення питання маршрутизації розвезення товарів, сировини, матеріалів за окремими їх замовниками донедавна використовуються різноманітні методи математичного моделювання. Питанню про знаходження оптимального маршруту (завдання комівояжера) у своїх дослідженнях приділяли увагу такі вітчизняні та зарубіжні науковці, як Н. І. Машина, Г. П. Фомін, Г. Вагнер, Ч. Карр, Ч. Хоув, Р. Б. Чейз, Ф. Р. Джейкобз, Н. Дж. Аквилано, Е. В. Шишкін, А. Г. Чхартішвілі, В. В. Федосєєв, Н. Д. Еріашвелі [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10]. Формалізація функції маршрутизації науковцями здійснюється різними методами і моделями, зокрема – Беллемора, Немхаузена, Хелдома і Карна, метод гілок і меж, методом послідовного поліпшення розв'язання та інші. Усі ці методи мають недоліки, які об'єднано у дві групи:

- методи, що завжди приводять до знаходження оптимального розв'язання, але є трудомісткими;
- методи, що не завжди приводять до знаходження оптимального розв'язання, але вимагають для здійснення прийнятної кількості операцій.

Сучасні ринкові умови господарювання підприємств вимагають від менеджерів постійного зменшення часу на прийняття управлінських рішень, швидкої оптимізації всіх процесів діяльності.

Мінімізація транспортних витрат зменшує додану вартість – торгово надбавку і, як наслідок, зменшує ціну товару, що є конкурентопривабливим для споживача. Актуальною проблемою залишається пошук методу оптимізації маршруту перевезення товару, який при використанні на практиці менеджерами підвищив оперативність у прийнятті управлінських рішень.

Постановка завдання. Метою та завданням цієї роботи є розробка нового метода розв'язання задачі комівояжера, який би скоротив трудомісткість розрахунків та забезпечив знаходження оптимального розв'язання при прийнятті менеджером операційних рішень щодо перевезення товарів, сировини і матеріалів у магазини, на склад і т. д.

Методологія. Для вирішення поставленої мети автором пропонується інший метод пошуку оптимального маршруту перебазування, який ґрунтується на формуванні наближеного до нього варіанта (опорного маршруту) та наступний його перевірка на оптимальність шляхом спроб покращення. Щоб скоротити трудомісткість розрахунків автором використано:

- 1) спосіб приведення матриці відстаней між пунктами відправлення і пунктами призначення до канонічної форми;
- 2) спосіб формування опорного маршруту перебазування без трансформування приведеної матриці відстаней;
- 3) спосіб приведення опорного маршруту до оптимального.

Результати досліджень. У загальному вигляді задача комівояжера записується так:

Мінімізувати

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}, \text{ де } c_{ij} = \infty, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

у разі обмеження

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (\text{від'їзд}), \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (\text{приїзд}), \quad (3)$$

де x_{ij} – невід'ємні цілі за всіх i та j , рішення є цикл [4, с. 73].

Вираз $x_{ij} = 1$ означає, що переїзд здійснюється із пункту i безпосередньо до пункту j , де $C_{ij} \geq 0$ – відповідна відстань між цими пунктами. Тобто приведена математична модель задачі передбачає знайти найкоротший маршрут переїзду з базового пункту через усі інші $(n - 1)$ пункти за умови, що відвідання кожного з них відбудеться лише один раз (пошук гамільтонового контуру). Загальна ж кількість можливих маршрутів дорівнює $(n - 1)!$ [2, с. 278].

На основі існуючої математичної моделі розглянемо на прикладі особливості нового методу розв'язання задачі комівояжера.

Нехай необхідно визначити оптимальний маршрут розвезення молокопродуктів з молокозаводу у відповідні магазини з поверненням транспортного засобу на базу з наступною матрицею відстаней між пунктами відправлення і призначення (табл. 1).

Таблиця 1. Вихідна матриця

$i \backslash j$	0	1	2	3	4	5	A_i
0	∞	4	10	13	4	8	4
1	2	∞	9	7	6	7	2
2	8	5	∞	5	5	9	5
3	5	8	5	∞	7	10	5
4	6	4	4	9	∞	4	4
5	5	1	4	8	3	∞	1
B_j	0	0	0	0	0	0	

1. Визначаються найменші значення для кожного рядка (A_i) і найменші значення для кожного стовпця (B_j) за формулами: $A_i = \min c_{ij}$;

$$B_j = \min (c_{ij} - A_i).$$

2. Визначається нижня межа транспортних затрат:

$$HM = \sum A_i + \sum B_j = 21 + 0 = 21 \text{ од. затрат.}$$

3. Формується опорна матриця відстаней шляхом віднімання з кожного її значення найменших значень відповідних рядка і стовпця $c_{ij}^* = c_{ij} - A_i - B_j$ (табл. 2).

Таблиця 2. Опорна матриця

$i \backslash j$	0	1	2	3	4	5	α_i
0	∞	0	6	9	<u>0</u>	4	0
1	<u>0</u>	∞	7	5	4	5	4
2	3	0	∞	<u>0</u>	0	4	0
3	0	3	0	∞	2	<u>5</u>	0
4	2	0	<u>0</u>	5	∞	0	0
5	4	<u>0</u>	3	7	2	∞	2
β_j	0	0	0	5	0	4	

4. Визначаються найменші, після першого нуля, значення для кожного рядка і кожного стовпця (α_i, β_j) і записуються справа і внизу опорної матриці.

5. За формулою $\theta_{ij} = \min \{\alpha_i + \beta_j\}$ визначаються (для клітинок з нульовим значенням c_{ij}) найбільш перспективні перебазування для включення їх в оптимальний маршрут. У нашому випадку це перебазування 2-3 і 1-0. Особливо доцільно це робити коли нульові значення мають підцикли 1-0-1; 2-1-2; 3-2-3 і т.д.

6. Формується опорний маршрут розвезення молока у магазини. Для цього, орієнтуючись на перспективні і нульові перебазування, починаючи з безкінечності 0-0, рухаються по рядку $i = 0$ до $c_{0j} = 0$, після чого опускаються по стовпчику j , до ∞ ij , у рядку якої знаходять наступну клітинку із $c_{ij} = 0$, по якій піднімаються чи опускаються до наступної ∞ і так поки цикл не замкнеться на базовому пункті 0-0 або не утворить неповний підцикл. Якщо при цьому утворюється підцикл, то необхідно через клітинки з $c_{ij} = 0$ побудувати ще один чи більше підциклів з розрахунком, щоб у них попали нульові значення з кожного рядка і стовпця. У нашому випадку утворилось два підцикли: 0-4-2-3-0 і 0-4-5-1-0, з яких формується повний цикл. Для формування повного циклу необхідно розірвати один із підциклів у рядочку де є декілька нульових чи невеликих значень c_{ij} , і в місце розриву вставити інший підцикл з таким розрахунком, щоб у створений цикл увійшли усі об'єкти перебазування разом з базовим. У нашому випадку зручно зробити розрив першого підциклу на 3-му рядку (0-4-2-3)

