

УДК 656.073

Коваль М.І., к.т.н., професор Рейцен Є.О.,
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЇ РУХУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ МІЖ ЛОГІСТИЧНИМИ СКЛАДАМИ І ОБ'ЄКТАМИ ОБСЛУГОВУВАННЯ

Розглянуто задачу оптимізації організації руху вантажних автомобілів, визначено оптимальні маршрути для перевезення вантажів між логістичними складами та об'єктами обслуговування.

Ключові слова: логістичний склад, вантажний транспорт, вантажоперевезення, транспортна логістика, вантажообіг.

Останнім часом на підходах автодоріг до великих міст почали з'являтися логістичні склади, до яких вантажі доставляються великовантажними автомобілями. Потім вони розвозяться до різних торгових центрів, що знаходяться всередині міст, автомобілями середньої чи малої вантажопідйомності. Виникає задача, як правильно розмістити логістичні склади по відношенню до ВДМ міста, що мінімізувати при цьому пробіг чи час проїзду містом вантажних автомобілів, що розвозять вантажі на ланцюжку, наприклад, логістичний склад – ТРЦ.

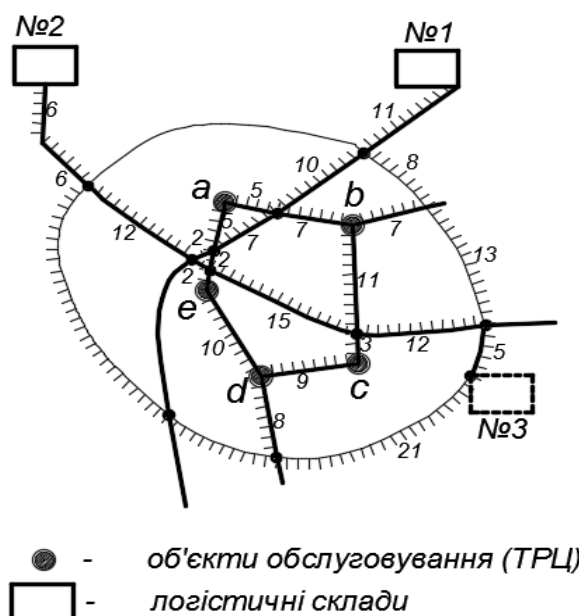


Рис. 1. Схема розміщення логістичних складів та об'єктів обслуговування (відстані показані в умовних одиницях – міліметрах)

Для вирішення такої задачі, як показано в [1, розд. 8.6] може бути застосований алгоритм опорних елементів, модифікація якого наведена в [2].

Застосуємо цей алгоритм і розглянемо задачу розподілення ресурсів між логістичними складами та об'єктами обслуговування.

Для заданої множини об'єктів обслуговування, які мають певну потребу у товарах споживання, необхідно забезпечити оптимальне перевезення всієї множини вантажів таким чином, щоб оптимізувати міру ефективності доставки вантажів до цих об'єктів.

Нехай відомо, що є три логістичні центри, які будуть постачати вантажі до п'яти споживачів (ТРЦ). Також відомі потреби цих споживачів та відстані транспортування між об'єктами (таблиця 1). Такого виду таблиці називаються платіжними матрицями.

Таблиця 1

Логістичні склади \ ТРЦ	a	b	c	d	e	Σ
I	26	26	40	49	32	35
II	31	40	44	38	28	35
III	37	25	20	29	30	30
Σ	40	20	20	10	10	100

Таблиця 2

Метод північно-західного кута

Логістичні склади \ ТРЦ	a	b	c	d	e	Σ
I	35	0	0	0	0	35
II	5	20	10	0	0	35
III	0	0	10	10	10	30
Σ	40	20	20	10	10	100

Перше рішення (табл. 2) отримане методом північно-західного кута, називається «вихідним рішенням» і, якщо в ньому кількість нульових клітинок дорівнює $(n-1) \cdot (m-1)$ (де n – кількість рядків у матриці, а m – кількість стовпців), то для кожної нульової клітинки буде існувати тільки один замкнений контур з однією нульовою клітинкою, який необхідно знайти. У нашому випадку ми маємо рівно вісім нулів. Якщо їх буде більше, до контуру включаються декілька нульових клітинок, які можна проходити тільки зі знаком «+».

Підрахуємо обсяг роботи вантажного транспорту в тонно-кілометрах (ткм). Для цього необхідно матрицю №1 перемножити на матрицю №2 наступним чином:

$$Q=35 \cdot 26+5 \cdot 31+20 \cdot 40+10 \cdot 44+10 \cdot 20+10 \cdot 29+10 \cdot 30=3095 \text{ ткм.}$$

Для того, щоб визначити, чи можливо зменшити загальний обсяг роботи, для усіх нульових клітинок матриці №2 знаходимо контури для обчислення маргінальних витрат:

$$\begin{aligned} \delta_{1b} & \begin{array}{cc} 1_a & 1_b \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & +1 \\ \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & \\ 2_a & 2_b \end{array} & =26-40+31-26=-9; \\ \delta_{1c} & \begin{array}{cc} 1_a & 1_c \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & +1 \\ \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & \\ 2_a & 2_c \end{array} & =40-44+31-26=1; \\ \delta_{1d} & \begin{array}{ccc} 1_a & & 1_d \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & +1 \\ \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & & \\ 2_a & 2_c & \\ & 3_c & \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & -1 \\ \hline \end{array} & 3_d \end{array} & =49-29+20-44+31-26=1; \\ \delta_{1e} & \begin{array}{ccc} 1_a & & 1_e \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & +1 \\ \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & & \\ 2_a & 2_c & \\ & 3_c & \begin{array}{|c|c|} \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & 3_e \end{array} & =32-30+20-44+31-26=-17; \\ \delta_{2d} & \begin{array}{cc} 2_c & 2_d \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & +1 \\ \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & \\ 3_c & 3_d \end{array} & =40-44+31-26=1; \\ \delta_{2e} & \begin{array}{cc} 2_c & 2_e \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & +1 \\ \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & \\ 3_c & 3_e \end{array} & =28-30+20-44=-26; \\ \delta_{3a} & \begin{array}{cc} 2_a & 2_c \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & +1 \\ \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & \\ 3_a & 3_c \end{array} & =37-31+44-20=30; \\ \delta_{3b} & \begin{array}{cc} 2_b & 2_c \\ \begin{array}{|c|c|} \hline -1 & +1 \\ \hline +1 & -1 \\ \hline \end{array} & \\ 3_b & 3_c \end{array} & =25-40+44-20=9. \end{aligned}$$

Таблиця 3

Логістичні склади \ ТРЦ	a	b	c	d	e	Σ
I	35	0	0	0	0	35
II	5	20	10	0	0	35
III	0	0	10	10	10	30
Σ	40	20	20	10	10	100

Аналізуючи величини маргінальних витрат, бачимо, що серед них є від’ємні величини. Вибираємо серед них найбільшу за абсолютною величиною це $\delta_{2e}=-26$ і виділяємо її контур в матриці (табл. 3).

Проводимо трансформацію елементів цього контуру, які стоять у його вершинах (2_c ; 2_e ; 3_c ; 3_e) відповідно до знаків при одиничках на найменше за абсолютною величиною від'ємне число. У нашому випадку це 10. Отримаємо новий граф (матрицю) перевезень (табл. 4).

Для даного рішення знаходимо величину роботи вантажного транспорту. Першу матрицю множимо на четверту:

$$Q=35 \cdot 26+5 \cdot 31+20 \cdot 40+10 \cdot 28+20 \cdot 20+10 \cdot 29=2815 \text{ ткм.}$$

Таблиця 4

Логістичні склади \ ТРЦ	a	b	c	d	e	Σ
I	35	0	0	0	0	35
II	5	20	0	0	10	35
III	0	0	20	10	0	30
Σ	40	20	20	10	10	100

Тобто величина роботи вантажного транспорту зменшилась на 280 ткм. Щоб визначити, чи можливе подальше зменшення загальної величини роботи, знову для всіх нульових клітинок матриці №4 визначаємо маргінальні витрати, але при цьому беремо до уваги, що кількість нульових клітинок стала на одну більше. Це означає, що для кожної нульової клітинки може існувати декілька замкнутих контурів, які необхідно знайти і у кожному з них може знаходитись декілька нульових клітинок зі знаком «+».

Таблиця 5

Логістичні склади \ ТРЦ	a	b	c	d	e	Σ
I	15	20	0	0	0	35
II	25	0	0	0	10	35
III	0	0	20	10	0	30
Σ	40	20	20	10	10	100

Припустимо, що серед від'ємних величин залишилась тільки одна маргінальна витрата $\delta_{1b}=-9$. Виділяємо її контур в матриці 4 і проводимо трансформацію його елементів відповідно до знаків при одиничках у його вершинах на величину 20. Отримуємо нову матрицю 5.

Підраховуємо об'єм роботи для всього плану перевезень:

$$Q=26 \cdot 15+20 \cdot 26+25 \cdot 31+10 \cdot 28+20 \cdot 20+10 \cdot 29=2655 \text{ ткм.}$$

Тобто, загальний об'єм роботи ще зменшився на 160 ткм. Припустимо, що це остаточне рішення. За ним будуємо граф перевезень (рис. 2).

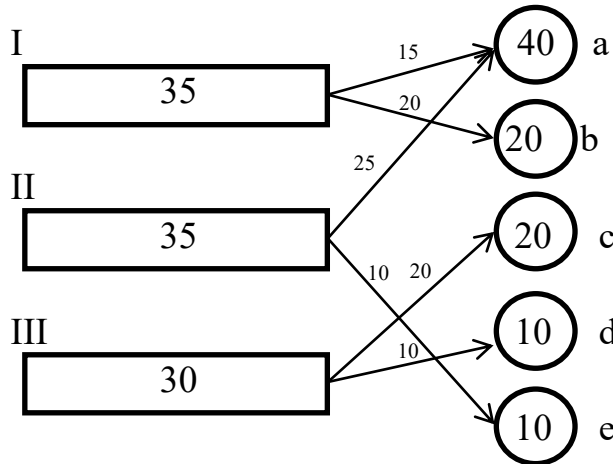


Рис. 2. Граф перевезення вантажів

Побудуємо гістограму відстаней між логістичним складом і ТРЦ за матрицею № 1 (рис. 3). В її клітинках замість кілометражу можуть стояти витрати часу або вартість перевезень однієї одиниці вантажу.

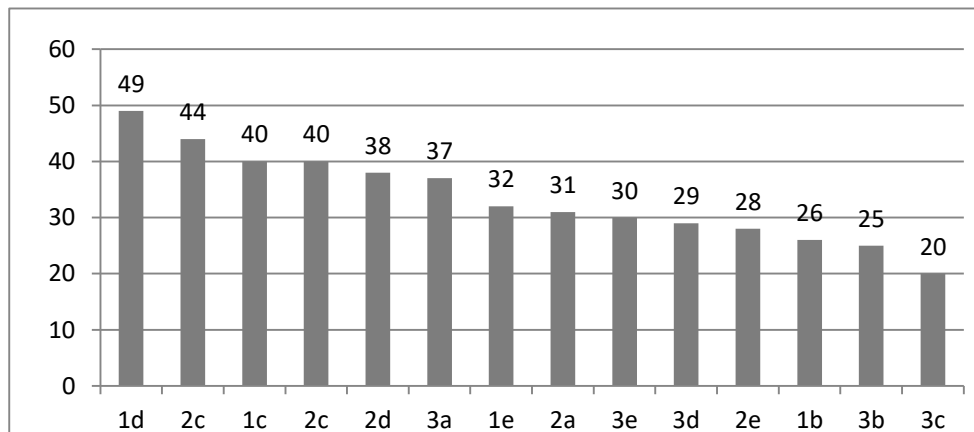


Рис. 3. Гістограма відстаней

З гістограми видно, що відстань між складами №1 і №2 і пунктом призначення «с» – однакова і становить 40. Але у випадку 1с маршрут дуже складний і потребує 3 повороти на перехрестях, і тому його можна передати до складу №2. Залишається маршрут №1b, який везе 20 одиниць на відстань 26, але 20 одиниць везе і склад №3 на відстань 20 одиниць, тому йому вигідно передати останній маршрут зі складу №1. Тоді оптимальний граф перевезень буде мати вигляд.

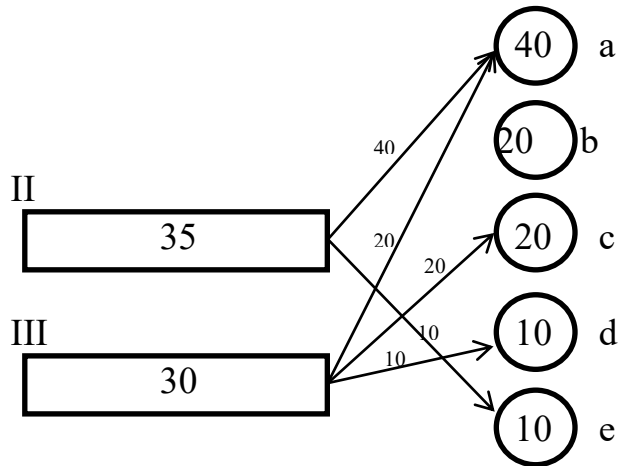


Рис. 4. Оптимальний граф перевезення вантажів

Висновок. Зважаючи на вищевикладене, ми можемо виділити спецсмуги для вантажного транспорту на магістралях, які потрапили до оптимального графу, або ввести на них підсистему координованого руху для пропуску вантажного транспорту через регульовані перехрестя без їх зупинки перед світлофорами, що забезпечить мінімізацію рівня забруднення вулично-дорожньої мережі вихлопними газами від автомобілів.

Література

1. Рейцен Є.О. Організація і безпека дорожнього руху: навчальний посібник / Є.О. Рейцен. – К.: ТОВ «СІК ГРУП Україна», 2014. – 454 с.
2. Курицкий Б.Я. Оптимальные решения – это очень важно / Б.Я. Курицкий. – Ленинград: Машиностроение, 1984. – 125 с.

Аннотация

В статье рассмотрена задача оптимизации организации движения грузовых автомобилей, определены оптимальные маршруты для перевозки грузов между логистическими складами и объектами обслуживания.

Ключевые слова: логистический склад, грузовой транспорт, грузоперевозки, транспортная логистика, грузооборот.

Abstract

In the article the problem of optimizing the movement of trucks, the optimal routes for transportation of goods between warehouses and logistics facilities maintenance.

Keywords: logistics warehouse, freight, shipping, transport logistics, cargo turnover.