

ТРАНСПОРТНА ЗАДАЧА. ВРАХУВАННЯ ЗВ'ЯЗКІВ МІЖ ЕЛЕМЕНТАМИ

У класичній транспортній задачі (ТрЗ) визначення оптимального плану перевезень, при якому забезпечується мінімальні витрати на транспортування однорідного вантажу, проводиться тільки на основі вартості перевезення одиниці товару шляхами, що з'єднують будь-якого виробника з будь-яким споживачем. Шляхи між окремими виробниками чи між споживачами і відповідні витрати на можливе транспортування за ними не розглядаються. Хоча, якщо задача обумовлена розв'язком практичної ситуації, такі внутрігрупові зв'язки існують чи можуть бути визначені. Можливо, ситуація обумовлена тим, що врахування цих перевезень порушує вимогу невід'ємності потоку, що є однією з вимог математичної моделі ТрЗ [1]. Наприклад, якщо направити якусь кількість вантажу між двома споживачами, то для одного з них він буде додатнім, а для другого – від'ємним.

В [2] запропонована електрична модель, яку можна використовувати при рішенні ТрЗ. План перевезень визначається на підставі значень струмів, що виникають у з'єднуючих резистивних ланцюгах, імітуючих шляхи між виробниками та споживачами. Визначення оптимального плану проводиться на основі стандартних алгоритмів, які використовуються у лінійному програмуванні. Невід'ємність потоків визначається співпадінням напрямку струмів з напрямком, прийнятним за додатній. При отриманні остаточного рішення (як базисного, так і оптимального) невід'ємність виконується, бо вона визначається напрямком джерел струму, які формують струми у простих незамкнених колах. Однак на проміжних етапах розрахунку при розв'язку окремих задач напрямком струму у деяких ланцюгах електричної моделі міг не співпадати з додатнім напрямком, тобто потік у відповідних шляхах був від'ємним. Отримання від'ємного потоку не порушувало можливість продовження процесу розв'язку, який, при його наявності, співпадав з рішенням, знайденим і при використанні математичної моделі. Крім того, на погляд автора, негативне значення вантажу перевезення просто вказує, на те, що визначена кількість вантажу повинна бути направлена з пункту Π_2 до пункту Π_1 , у той час як при додатному значенні направленість буде протилежна: від Π_1 – до Π_2 .

Це дало підставу на застосування електричної моделі для розв'язку транспортних задач, де можливі і від'ємні потоки (враховуючи направленість струмів). На рис. 1 (копія екрану програми **Electronics Workbench (EWB 5.12)**) надано оптимальне рішення на основі електричної моделі ТрЗ, заданою наступною таблицею перевезень (табл. 1). В ній крім об'єму та попиту, вказані витрати C_{ij} перевезення одиниці товару за кожним шляхом між виробниками A_i та споживачами B_j (центральна зона таблиці).

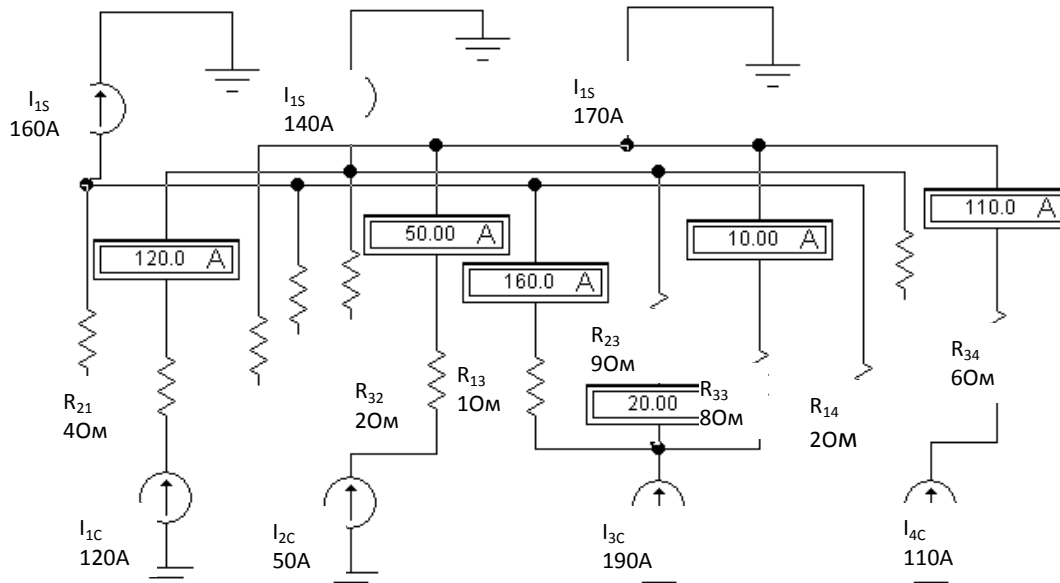


Рис. 1

Таблиця 1

Виробники	Споживачі	Об'єм товару
	B_1	
		B_2

 B_3

Таблиця 2

0	0	160	0
B_4			120

0	2	0	7	8	1	2	1
	0		4				6
			1				0

Отримані значення струмів у резистивних ланцюгах, що імітують з'єднуючі шляхи, співпадають зі значеннями плану перевезень (X_{ij} табл. 2), які отримані на основі математичної моделі. Сумарні витрати оптимального плану дорівнюють 1660 одиниць.

Отримані значення струмів у резистивних ланцюгах, що імітують з'єднуючі шляхи, співпадають зі значеннями плану перевезень (X_{ij} табл. 2), які отримані на основі математичної моделі. Сумарні витрати оптимального плану дорівнюють 1660 одиниць.

Можна зменшити витрати за рахунок використання додаткових внутрішніх шляхів між виробниками чи/та споживачами. Наприклад, (див. рис. 1) товар четвертому споживачу можна перевезти шляхом R_{14} (C_{14}). Причому, щоб не порушувати баланс виробників, 110 одиниць товару необхідно перевезти від A_3 (I_{3S}) до A_{1S} (I_{1S}) шляхом R_{31S} (рис. 2). Скорочення витрат можливо при умові, якщо витрати перевезень введеним шляхом:

$$C_{31S} < (C_{14} - C_{13}).$$

Можна також зменшити витрати, направивши вантаж від другого споживача до першого споживача шляхом R_{13} . Однак, для цього необхідно використати два допоміжні шляхи: між двома виробниками (R_{12S}): A_1 (I_{1S}) і A_2 (I_{2S}), та двома споживачами (R_{14C}): B_3 (I_{3C}) і B_1 (I_{1C}). Скорочення витрат можливо при умові:

$$C_{12S} + C_{12C} < (C_{214} - C_{13}).$$

На рис. 2 надана електрична модель попередньої транспортної задачі, яка доповнена трьома вищезгаданими шляхами. При застосованих у них значеннях витрат сумарні витрати дорівнюють 1390 одиниць, тобто скоротились на 270 одиниць.

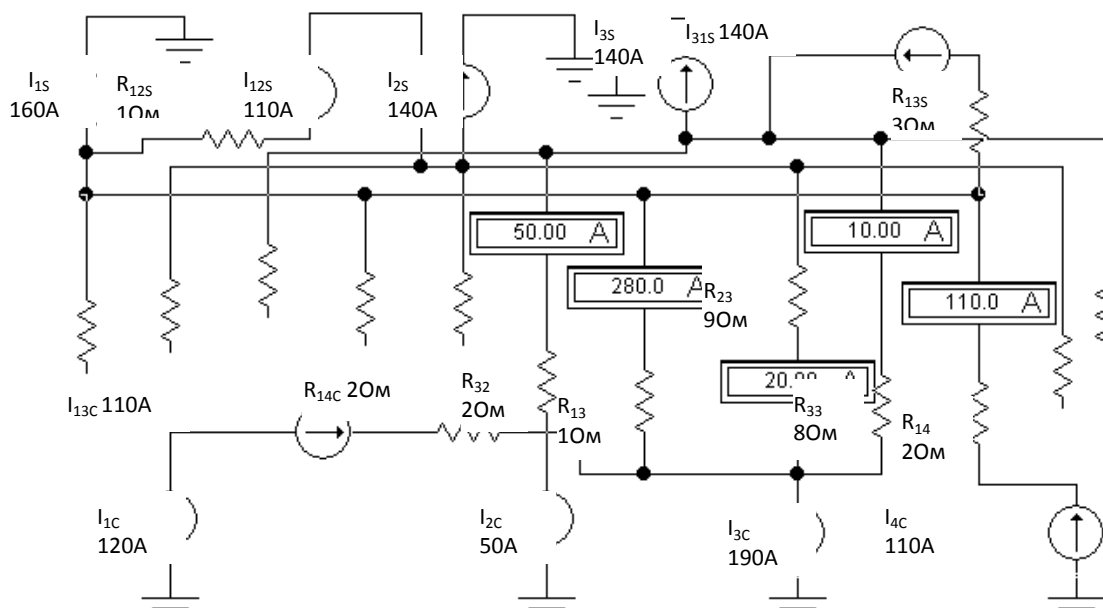


Рис. 2

1. Бронштейн И.Н., Семдяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. - 13-е изд., исправл. - М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. - 544 с.
2. Купкін С.С. Електрична модель транспортної задачі. Вісник ЖДТУ. № 3 (74), 2015