

$$\eta = \frac{Q}{n\Pi_1} = \frac{\alpha_1}{n} = \frac{Q}{n \left[P_{12} - \frac{Q}{n} \left(\frac{P_{12}}{P_{13}} - 1 \right) \right]}, \quad (11)$$

где α_1 – приведенная плотность потока, численно равная минимально необходимому числу эстакад:

$$\alpha_1 = \frac{Q}{\Pi_1}. \quad (12)$$

Таким образом, коэффициент η численно равен коэффициенту использования эстакадного фронта по времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Безель Б.П., Краснова Е.В., Чинченко Е.М.* Моделирование работы перевалочных пунктов. М.: Труды ИКТП, вып. 24., 1971. – 180 с.
2. *Казаков А.П.* Технология и организация перегрузочных работ. М.: Транспорт, 1967. – 360 с.

Резюме

Мақалада өзара әсерлес пунктте көлік құралдарының үйлесімсіз жұмыс істеуіне қарай жүктерді тікелей ауыстырып тиеуді ұйымдастыру нұсқасының математикалық моделі қарастырылған.

Summary

In article were considered mathematical model of trans-shipments organization by direct variant of inconsistent car and wagons to the point of interaction

Freight, point of interaction, transshipment base, tank, reservoir, car, point loading, freight flow, freight turnover, front of loading and unloading, over pass, capacity.

*Казахская академия транспорта и коммуникаций
им. М. Тынышпаева*

Поступила 5. 06. 11

УДК 656.22

С.В. Богданович

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА СИМПЛЕКСНОГО МЕТОДА РЕШЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЪЕМОВ ПОСТАВОК ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПО ПУНКТАМ ПОТРЕБЛЕНИЯ

Общая черта матричных способов решения транспортной задачи – необходимость составления матрицы стоимостей (кратчайших расстояний, времени, расходов и др.), а это дело довольно трудоемкое. Но, как правило, однажды составленная матрица служит для большого числа решений длительное время. Поэтому затраты на ее составление оправдываются.

Одним из перспективных направлений решения классической транспортной задачи является *метод потенциалов* (или *симплексный метод*), разработанный Л.А. Канторовичем и М.К. Гавуриным [1, 2].

Потенциалами называются условные числа u_i и v_j , приписанные определенным образом к каждой строке i и к каждому столбцу j матрицы. Решение сводится к отысканию таких значений потенциалов, при которых выполняется следующее условие оптимальности: для каждой клетки сумма (разность) потенциалов строки и столбца должна быть меньше или равна стоимости перевозок, причем для занятых клеток – точно равна стоимости перевозок, т. е.

$$\left. \begin{aligned} u_i \pm v_j &\leq c_{ij}, x_{ij} = 0 \\ u_i \pm v_j &= c_{ij}, x_{ij} > 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Если определены значения потенциалов, удовлетворяющие этому условию, то найден оптимальный план, обеспечивающий минимизацию целевой функции. Экономический смысл потенциалов заключается в том, что их разность для любой назначенной перевозки точно отображает реальные затраты на транспортировку. Поэтому отправителям и получателям грузов можно присвоить такие значения потенциалов, при которых любая другая перевозка (не входящая в оптимальный план) не будет более выгодной (затраты на транспортировку), чем перевозки оптимального плана.

Для максимизации целевой функции необходимо: либо изменить условие оптимальности для свободных элементов матрицы $u_i \pm v_j > c_{ij}$, либо изменить знак на обратный у всех значений стоимости. Рассмотрим применение алгоритма симплексного метода решения транспортной задачи для определения оптимального распределения объемов поставок серной кислоты от производителей по филиалам потребления.

Такой алгоритм состоит из следующих этапов (рис.1):

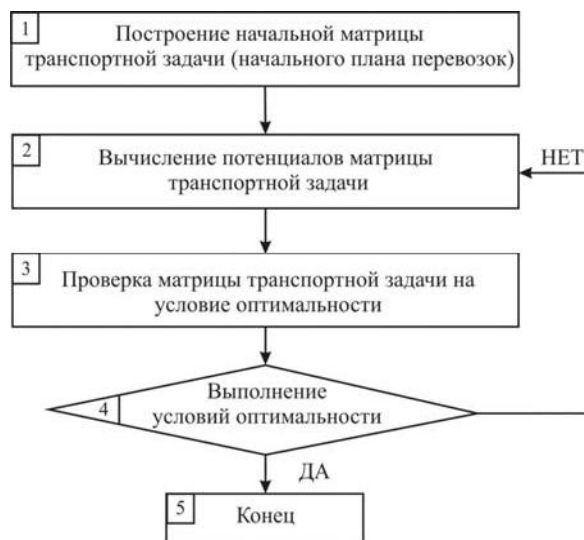


Рис.1. Блок-схема алгоритма симплексного метода решения транспортной задачи по определению оптимального варианта распределения объемов поставок

1. Построение начального плана. В данном случае используются статистические данные.

2. Вычисление потенциалов. Схема расчета заключается в том, что одному из столбцов (или строк) присваивается произвольное значение потенциала, например 0. Чтобы среди потенциалов было меньше отрицательных чисел, ноль присваивают столбцу или строке с возможно меньшими значениями «стоимости» c_{ij} в занятых клетках. Используя условие оптимальности (1), вычисляются по занятым элементам все остальные потенциалы.

3. Проверка по условию оптимальности. Все свободные элементы матрицы необходимо проверить по условию оптимальности (1). Если оно выполнено для каждого элемента, то план оптимален. В противном случае в соответствующем элементе проставляют величину нарушения этого условия со знаком плюс.

4. Цикл пересчета. Выбираем потенциальную клетку с наибольшей величиной нарушения и назначаем в нее новую перевозку. Чтобы определить величину вводимой перевозки, строят замкнутый контур, двигаясь от выбранной клетки прямолинейными ходами с поворотами в занятых клетках.

Если в ходе оптимизации найден оптимальный вариант плана распределения потоков серной кислоты, то экономия общей «стоимости» транспортной работы будет равна

$$\Delta c = c_{начал} - c_{опт}, \tag{2}$$

где $c_{начал}$ – общая «стоимость» транспортной работы при начальном плане распределения объемов перевозок (вагоно-км);

$c_{опт}$ – общая «стоимость» транспортной работы при оптимальном плане распределения объемов перевозок (вагоно-км).

Рассмотрим начальный (договорной) план распределения объемов поставок серной кислоты от производителей по филиалам. Отметим, что данный начальный план составлен договорными отношениями между поставщиками и потребителями (табл.1).

Таблица 1. Исходная матрица транспортной задачи

	Потребитель 1	Потребитель 2	поставка (цистерны)
Поставщик 1	987 4 714	1359 6 271	$a_1 = 10\ 985$
Поставщик 2	1488 871	1860 0	$a_2 = 871$
Поставщик 3	1792 1 943	2164 3 147	$a_3 = 5\ 090$
Поставщик 4	1890 1 290	2262 484	$a_4 = 1\ 774$
Поставщик 5	2089 980	1990 1 100	$a_5 = 2\ 080$
<i>спрос</i> (цистерны)	$b_1 = 9\ 798$	$b_2 = 11\ 002$	

Рассчитаем для данной матрицы общую «стоимость» транспортной работы. $c_{начал} = 987 \times 4714 + 1359 \times 6271 + 1488 \times 871 + 1860 \times 0 + 1792 \times 1943 + 2164 \times 3147 + 1890 \times 1290 + 2262 \times 484 + 2089 \times 980 + 1990 \times 1100 = 4\ 652\ 718 + 8\ 522\ 289 + 1\ 296\ 048 + 0 + 3\ 481\ 856 + 6\ 810\ 108 + 2\ 438\ 100 + 1\ 094\ 808 + 2\ 038\ 400 + 2\ 189\ 000 = 32\ 523\ 327$ вагоно-км.

Методика вычисления потенциалов матрицы транспортной задачи и на ее основе построение оптимальной матрицы распределения ресурсов довольно достаточно освещена в специальной литературе по исследованию операций (например, [3 – 5]).

На основе принятой методики симплексного метода на каждом этапе итерации (их всего 2) произведен расчет на оптимальность потенциалов исходной матрицы и определена оптимальная матрица распределения объемов перевозки серной кислоты для рассматриваемого примера. Результаты расчета сведены в новую (оптимальную) матрицу распределения объемов перевозки серной кислоты по филиалам (табл. 2).

Для данной матрицы также рассчитана общая «стоимость» транспортной работы. Такая работа составит: $c_{опт} = 987 \times 8927 + 1359 \times 2058 + 1488 \times 871 + 1860 \times 0 + 1792 \times 0 + 2164 \times 5090 + 1890 \times 0 + 2262 \times 1774 + 2089 \times 0 + 1990 \times 2080 = 8\ 810\ 949 + 2\ 796\ 822 + 1\ 296\ 048 + 0 + 0 + 11\ 014\ 760 + 0 + 4\ 012\ 788 + 0 + 4\ 139\ 200 = 32\ 070\ 567$ вагоно-км.

Таблица 2. Оптимальная матрица распределения объемов перевозки серной кислоты

	Потребитель 1	Потребитель 2	поставка (цистерны)
Поставщик 1	987 8 927	1359 2 058	$a_1 = 10\ 985$
Поставщик 2	1488 871	1860 0	$a_2 = 871$
Поставщик 3	1792 0	2164 5 090	$a_3 = 5\ 090$
Поставщик 4	1890 0	2262 1 774	$a_4 = 1\ 774$
Поставщик 5	2089 0	1990 2 080	$a_5 = 2\ 080$
<i>спрос</i> (цистерны)	$b_1 = 9\ 798$	$b_2 = 11\ 002$	

Снижение общей «стоимости» транспортной работы составляет:

$$\Delta c = c_{начал} - c_{опт} = 32\ 523\ 327 - 32\ 070\ 567 = 452\ 760 \text{ вагоно-км.}$$

Таким образом, после применения симплексного метода решения транспортной задачи определена матрица оптимального распределения объемов поставок серной кислоты от производителей по филиалам (табл. 2).

На основе данной матрицы получена оптимальная сеть распределения перевозки серной кислоты (рис. 2).

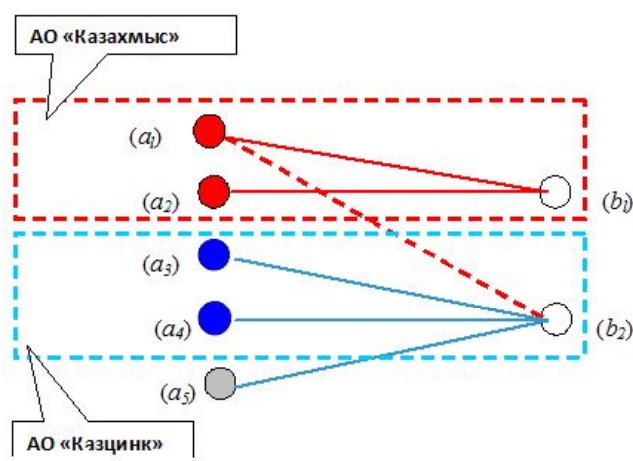


Рис. 2. Оптимальная сеть транспортной задачи

Таким образом:

Во-первых, получено четкое перераспределение поставок серной кислоты между отечественными и экспортными производителями. Такое перераспределение также дает огромную экономию управленческих затрат.

Во-вторых, при среднем тарифном расстоянии транспортировки серной кислоты на данных 7-ми маршрутах только отечественных производителей $l_{cp} = 1\,706$ км $((987 + 1359 + 1488 + 1792 + 2164 + 1890 + 2262)/7 = 1\,706)$ и при среднем обороте цистерн $\theta_{cp} = (17,1 + 17,1 + 19,2 + 19,2 + 13,4 + 14,9 + 18,6)/7 = 17$ суток (см. п. 6.1 данного НИР), из оборота высвобождается примерно $+452\,760 \times 17 / 1\,706 \times 365 = 13$ кислотных цистерн.

При средней цене на 1 кислотную цистерну 6,87 млн. тенге (\$ 46 400), это составит одновременную экономию перевозчикам в размере **89,31 млн. тенге**.

В-третьих, получена экономия 452 760 вагоно-км транспортной работы, которую можно определить по тарифным ставкам. По предварительным расчетам при средней себестоимости 1 вагоно-км 85 тенге (с учетом цен АО «НК «КТЖ» за выход на МЖС, предоставление тяги, маневровую работу и т.д.) такая экономия составит около **38,5 млн. тенге в год**.

ЛИТЕРАТУРА

1. Канторович Л.В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. - М.: Изд. АН СССР, 1959. - 564 с.
2. Гавурин М.К., Малоземов В.Н. Экстремальные задачи с линейными ограничениями. - Л.: 1984. 176 с.
3. Математическое моделирование экономических процессов на железнодорожном транспорте /А.Б. Каплан, А.Д. Майданов, А.М. Макаровичкин, Р.М. Царев. - М.: Транспорт, 1984. - 256 с.
4. Вагнер Г. Основы исследования операций. Т.1 - М.: Мир, 1972. - 335 с.
5. Давыдов Э. Г. Исследование операций. - М.: Наука, 1980.- 348 с.

Резюме

Мақалада көлік есебін шешудің симплекстік тәсілінің алгоритмін қолдану арқылы күкірт қышқылының жеткізу көлемін өндірушілерден тұтыну филиалдарына тиімді тарату есебі жүргізілген.

Summary

In article solves the problems of optimal allocation of sulfuric acid supplies from the manufactures to consumption branches on base of algorithm of the simplex method application for solving transportation problem

Transport problem, method of potentials, simplex method, optimal plan, optimality condition, algorithm, matrix, shipments, transportation costs, consignor, consignee.

Казахская академия транспорта и коммуникаций
им. М. Тынышпаева

Поступила 5. 06. 11