

УДК 519

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ФОГЕЛЯ ПРИ РЕШЕНИИ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДАЧ

Новгородцев И.А., студент гр. ТКБ-181, III курс,
Карнадуд О.С., к.т.н., доцент кафедры математика

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

У всех людей однажды возникает необходимость в осуществлении перевозки какого-либо груза. Личные вещи, продукты, оборудование или любые другие товары – вне зависимости от типа груза или регулярности перевозок все стараются совершить их как можно быстрее и сэкономить как можно больше. При планировании таких доставок находят применение транспортные задачи.

Транспортная задача – задача линейного программирования об оптимальном плане перевозок грузов от поставщика к потребителю, применимая при организации доставки однотипного груза от нескольких поставщиков к нескольким потребителям. Цель транспортной задачи заключается в исследовании наиболее рациональных путей и способов перевозки товаров и устранение встречных и повторных перевозок.

Существует множество методов (способов) решения транспортных задач – метод северо-западного угла, метод минимального элемента, метод потенциалов, метод Фогеля и прочие. Все они ориентированы на достижение оптимального плана, в связи с чем подразделяются на два основных типа, характеризующиеся по следующим направлениям «минимизации»:

- по стоимости перевозки (план перевозок является оптимальным, если траты финансов стремятся к минимуму),
- по времени осуществления перевозки (план перевозок оптимален, если количество времени, затраченное на работу, стремится к минимуму).

Благодаря тому, что с помощью транспортной задачи можно оптимизировать распределение человеческих ресурсов или повысить эффективность расходования финансовых средств, она имеет широкое применение в экономике и логистике. Логист, составляя математическую модель транспортной задачи для поиска оптимального варианта транспортировки груза, выбирает, кто из потребителей и каким производителем будет снабжаться в зависимости от потребностей потребителя и объема товара, которой может предоставить поставщик. Необходимо проверить все варианты доставки, ведь даже в самых простых транспортных системах, состоящих из малого числа действующих лиц, можно найти массу вариантов распределения потоков товаров.

В зависимости от поставленной перед ним задачи логист должен выбрать целевую функцию, характеризующую оптимальный план, с минимальными транспортными издержками, минимальными затратами времени, минимальными расходами денежных средств и т.д.

Тут следует отметить применимость и полезность транспортной задачи и в складской логистике, когда требуется определить удобное расположение склада в зависимости от местонахождения точек сбыта, планы и сроки складирования того или иного товара. Подобная система позволяет избегать путаницы и совершать быструю доставку в конечные пункты.

Вдобавок, модель транспортной задачи даёт возможность решать немало проблем, отдалённых от проблемы перевозок, в частности, находить оптимальное размещение заказов на изготовление изделий с разной себестоимостью.

Выделим ключевые пункты для применения транспортной задачи в осуществлении логистики грузов, товаров и услуг:

- необходимость прикрепления отправителя к пункту назначения;
- отсортировка потребителей ресурсов к производителям;
- оптимизация загрузки промышленного оборудования;
- выгодное разбиение произведённой продукции между потребителями;
- привязка грузоперевозок прямого и обратного направлений.

Выберем метод Фогеля для построения оптимального плана перевозок. К недостаткам данного метода следует отнести времязатратность и трудоемкость, но при этом он имеет большое преимущество – позволяет получить наименьшие суммарные затраты перевозок.

Рассмотрим на конкретном примере использование метода Фогеля для решения транспортной задачи в рамках организации системы грузоперевозок строительной фирмы ООО «Прокопьевский кирпичный завод» города Прокопьевска.

Обозначим склады вышеуказанной фирмы заглавными буквами русского алфавита и сформулируем транспортную задачу.

Пусть на складах А, Б, В хранится кирпич в количествах 200, 280, 520 тонн. Этот товар требуется перевезти в пять магазинов для реализации (обозначим их, соответственно: пункты № 1, 2, 3, 4, 5), потребности которых в данной продукции равны соответственно: 150, 180, 400, 20, 250 тонн.

Стоимость перевозки задана матрицей:

$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 4 & 6 & 3 \\ 8 & 2 & 7 & 4 & 4 \\ 1 & 6 & 1 & 7 & 5 \end{pmatrix}$$

Составим таблицу потребностей, запасов и стоимости перевозок. Данная транспортная задача является закрытой, так как суммарная мощность поставщиков равна суммарной мощности потребителей.

| | | | | | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| Поставщики / потребители | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 150 | 180 | 400 | 20 | 250 |
| А | 200 | 3 | 2 | 4 | 6 | 3 |
| Б | 280 | 8 | 2 | 7 | 4 | 4 |
| В | 520 | 1 | 6 | 1 | 7 | 5 |

Рассмотрим случайный вариант распределения грузов по потребителям, без осуществления транспортной логистики.

| | | | | | | |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| Поставщики / потребители | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | | 150 | 180 | 400 | 20 | 250 |
| А | 200 | 3 | 2 | 180 / 4 | 20 / 6 | 3 |
| Б | 280 | 150 / 8 | 2 | 130 / 7 | 4 | 4 |
| В | 520 | 1 | 180 / 6 | 90 / 1 | 7 | 250 / 5 |

Суммарные затраты на перевозку рассчитаем, подставив полученные значения в целевую функцию (перемножив объем поставок на их стоимость и просуммировав полученные значения):

$$Z = 150 \cdot 8 + 180 \cdot 6 + 180 \cdot 4 + 130 \cdot 7 + 90 \cdot 1 + 20 \cdot 6 + 250 \cdot 5 = 5370.$$

Ранее нами были рассмотрено разделение транспортных задач по типу экономии – либо сберегают время на перевозку товара, либо экономят на затратах. Пусть перед нами стоит задача минимизации затрат.

Для уменьшения затрат на доставку товара к потребителям необходимо определить такой план перевозок, чтобы транспортные расходы были минимальными.

Рассмотрим решение поставленной задачи методом Фогеля и определим оптимальный план перевозок и целевую функцию.

| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | Объём | Штрафы |
|----------|----------|------------|----------|------------|-------------|------------|----------|-----------|--------------|------------|-----------------|--------|
| А | 3 | - | 2 | - | 4 | 30 | 6 | - | 3 | 170 | 200 170 0 | 1 |
| Б | 8 | - | 2 | 180 | 7 | - | 4 | 20 | 4 | 80 | 280 260 80 0 | 2 |
| В | 1 | 150 | 6 | - | 1 | 370 | 7 | - | 5 | - | 520 370 0 | 4 |
| Объём | 150 0 | | 180 0 | | 400 30 0 | | 20 0 | | 250 170 0 | | 1000 | |
| Штрафы | 2 | | 0 | | 3 | | 2 | | 1 | | | |

Можем определить суммарные затраты, подставив полученные значения в целевую функцию (перемножив объем поставок на их стоимость и просуммировав полученные значения):

$$Z = 30 \cdot 4 + 170 \cdot 3 + 180 \cdot 2 + 4 \cdot 20 + 4 \cdot 80 + 1 \cdot 150 + 1 \cdot 370 = 1910.$$

Рассмотренный пример наглядно показал метод Фогеля в действии и доказал на конкретном примере, что созданная модель транспортной задачи позволяет оптимизировать затраты на перевозку стройматериалов в данной строительной фирме. Легко заметить, что разница в затратах на доставку товаров составила почти три тысячи, а произведенный методом Фогеля расчет позволил почти в три раза уменьшить стоимость затрат на доставку.

В итоге можно уверенно сказать, что применение различных моделей нахождения оптимального плана перевозок для транспортной задачи, в частности метода Фогеля, является одним из важнейших способов решения многих проблем, встающих перед предприятиями в случаях транспортировки грузов. Моделирование процесса помогает оптимизировать план перевозок и сэкономить денежные средства, следовательно, является неотъемлемой частью логистической структуры тех или иных компаний.

Список используемой литературы:

1. Черненко, В.Д. Высшая математика в примерах и задачах. В 3. т. Т. 3 / В.Д. Черненко. – Санкт – Петербург: Политехника, 2003. – 476 с.
2. Карнадуд, О.С. Математика. Основы математического моделирования: Сборник упражнений: учебное пособие / О.С. Карнадуд; Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева. – Кемерово, 2019. – 117 с.