# ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

**Тема:** «Информационные технологии решения транспортных задач»

**Цель:** научиться решать транспортные задачи в табличном процессоре Excel

**Содержание лабораторной работы**

Дана транспортная задача линейного программирования. Необходимо составить математическую модель ТЗ и решить ее с помощью встроенной функции «Поиск решения» табличного процессора Excel

**Задание на лабораторную работу**

1. Дана транспортная задача линейного программирования по вариантам.
2. Требуется найти решение задачи в табличном процессоре EXCEL методом потенциалов
3. Ответить на контрольные вопросы
4. Оформить отчет

**Пример решения**
*Задача:*

Четыре предприятия данного экономического района для производства продукции используют три вида сырья. Потребности в сырье каждого из предприятий соответственно равны $b_j$ , j=1, 2, 3, 4. Сырье сосредоточено в трех местах его получения, а запасы соответственно равны $a_i$, i= 1, 2, 3. На каждое из предприятий сырье может завозится из любого пункта его получения. Тарифы перевозок представлены в таблицах задания. Составить такой план перевозок, при котором общая стоимость перевозок является минимальной.

| Пункты отправления | Пункты назначения | | | | Запасы, $a_i$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | B1 | B2 | B3 | B4 | |
| | Затраты на перевозку, ден. ед. | | | | |
| A1 | 4 | 24 | 26 | 26 | 13 |
| A2 | 24 | 30 | 10 | 29 | 6 |
| A3 | 12 | 11 | 24 | 22 | 21 |
| Потребности, $b_j$ | 10 | 12 | 10 | 8 | |

Пусть Xij - количество единиц груза, запланированного к перевозке от i-го поставщика j-му потребителю (Xij>=0, i=1,3; j=1,4). Тогда стоимость перевозки:

$$Z = \sum_{i=1}^{3}\sum_{j=1}^{4} c_{ij}x_{ij} \to min$$

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Поставщики | Потребители | | | | |
| 3 | | | B1 | B2 | B3 | B4 | запас |
| 4 | | | | | затраты | | |
| 5 | | A1 | 4 | 24 | 26 | 26 | 13 |
| 6 | | A2 | 24 | 30 | 10 | 29 | 6 |
| 7 | | A3 | 12 | 11 | 24 | 22 | 21 |
| 8 | | Потребности | 10 | 12 | 10 | 8 | 40 |
| 9 | | | | | | | |

Рисунок 1- Форма для ввода условий

Данная транспортная задача является закрытой (сбалансированной), т.к. спрос равен предложению:

$$\sum_{i=1}^{3} a_i = 13 + 6 + 21 = 40$$

$$\sum_{j=1}^{4} b_j = 10 + 12 + 10 + 8 = 40$$

Формирование опорного плана распределения поставок по **методу северо-западного угла** (без учета величины издержек):

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Поставщики | Потребители | | | | |
| 3 | | | B1 | B2 | B3 | B4 | запас |
| 4 | | | | | затраты | | |
| 5 | | A1 | 4 | 24 | 26 | 26 | 13 |
| 6 | | A2 | 24 | 30 | 10 | 29 | 6 |
| 7 | | A3 | 12 | 11 | 24 | 22 | 21 |
| 8 | | Потребности | 10 | 12 | 10 | 8 | 40 |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | метод северо-западного угла | | | | | |
| 11 | | A1 | 10 | 3 | | | 13 |
| 12 | | A2 | | 6 | | | 6 |
| 13 | | A3 | | 3 | 10 | 8 | 21 |
| 14 | | | 10 | 12 | 10 | 8 | |
| 15 | | | | | | | |
| 16 | | Затраты на перевозку | | | | | |
| 17 | | ЦФ | 741 | | | | |
| 18 | | | | | | | |

Рисунок 2 - Первоначальный план перевозок по методу северо-западного угла.

Общее число заполненных клеток должно быть равно 6 (4+3-1=6). У нас их 6. Закрепленное за каждым потребителем количество товара, которое они могут принять, строго равно предложению поставщиков.

Мы имеем случай сбалансированности спроса и предложения.

$x_{11}$ = 10 ед. продукта следует перевезти от 1-го поставщика 1-му потребителю;

$x_{12}$ = 3 ед. продукта следует перевезти от 1-го поставщика 2-му потребителю;

$x_{22}$ = 6 ед. продукта следует перевезти от 1-го поставщика 3-му потребителю;

$x_{32}$ = 3 ед. продукта следует перевезти от 2-го поставщика 3-му потребителю;

$x_{33}$ = 10 ед. продукта следует перевезти от 2-го поставщика 4-му потребителю;

$x_{34}$ = 8 ед. продукта следует перевезти от 3-го поставщика 4-му потребителю.

Суммарный расход на перевозку продуктов равен 741ден. ед.

F(x)=4*10+3*24+6*30+3*11+10*24+8*22= 741

Формирование опорного плана распределения поставок по **методу минимального элемента** (с учетом величины издержек):

| | | | |
|---|---|---|---|
| 20 | Метод минимального элемента | | |
| 21 | 4 | марш(A1-B1) | загружаем (1.1) в яч I11 - 10 |
| 22 | 10 | марш(A2-B3) | загружаем (2.3) в яч. E11 - 6 |
| 23 | 11 | марш (A3-B2) | загружаем (3.2) в яч J13 - 12 |
| 24 | 12 | марш (A3-B1) | загружаем (3.1) - нельзя потребности удовл |
| 25 | 22 | марш (A3-B4) | загружаем (3.4) в яч L13 - 8 |
| 26 | 24 | марш (A2-B1) или марш (A1-B2) или марш (A3-B3) | загружаем (2.1) - нельзя потребности удовл |
| 27 | | | загружаем (1.2) - нельзя потребности удовл |
| 28 | | | загружаем (3.3) в яч K13 - 1 |
| 29 | 26 | марш (A1-B3) или марш (A1-B4) | загружаем (1.3) в яч K11 - 3 |
| 30 | | | загружаем (2.4) - нельзя потребности удовл и запасы исчерпаны |
| 31 | | | |

Рисунок 3 - опорный план распределения

Метод минимального элемента

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 10 | | 3 | | 13 |
| | | 6 | | 6 |
| | 12 | 1 | 8 | 21 |
| 10 | 12 | 10 | 8 | |

Затраты на перевозку

| | |
|---|---|
| ЦФ | 510 |

Рисунок 4 - результат заполнения клеток

F(x)= 4*10+3*26+6*10+12*11+24*1+22*8 = 510

Общее число заполненных клеток должно быть равно 6 (4+3-1). У нас их 6. Закрепленное за каждым потребителем количество товара, которое они могут принять, строго равно предложению поставщиков.

Мы имеем случай сбалансированности спроса и предложения.

x11 = 10 ед. продукта следует перевезти от 1-го поставщика 1-му потребителю;

x13 = 3 ед. продукта следует перевезти от 1-го поставщика 3-му потребителю;

x23 = 6 ед. продукта следует перевезти от 2-го поставщика 3-му потребителю;

x32 = 12 ед. продукта следует перевезти от 3-го поставщика 2-му потребителю;

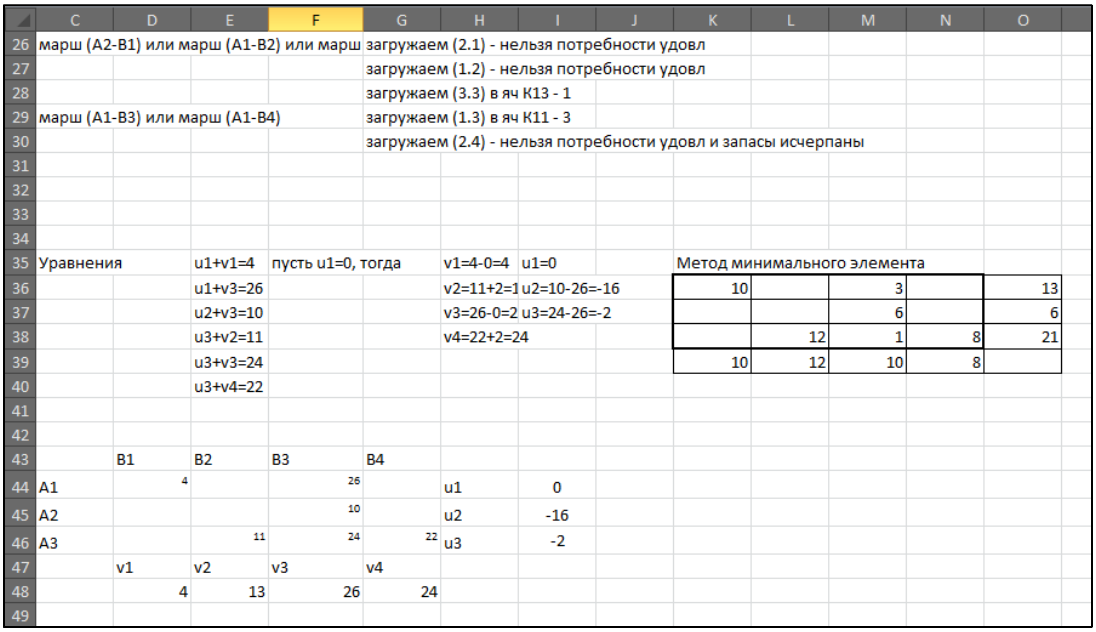
x33 = 1 ед. продукта следует перевезти от 3-го поставщика 3-му потребителю;

x34 = 8 ед. продукта следует перевезти от 3-го поставщика 4-му потребителю.

Суммарный расход на перевозку продуктов равен 510ден. ед.

510<741, следовательно, метод минимального элемента дал лучший вариант опорного плана, более приближенный к оптимальному.

**Метод потенциалов поиска оптимального решения задачи**



| | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 26 | марш (A2-B1) или марш (A1-B2) или марш | | | | загружаем (2.1) - нельзя потребности удовл | | | | | | | | |
| 27 | | | | | загружаем (1.2) - нельзя потребности удовл | | | | | | | | |
| 28 | | | | | загружаем (3.3) в яч К13 - 1 | | | | | | | | |
| 29 | марш (A1-B3) или марш (A1-B4) | | | | загружаем (1.3) в яч К11 - 3 | | | | | | | | |
| 30 | | | | | загружаем (2.4) - нельзя потребности удовл и запасы исчерпаны | | | | | | | | |
| 31 | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | | | | | | | | | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | | | | | |
| 35 | Уравнения | | u1+v1=4 | пусть u1=0, тогда | | v1=4-0=4 | u1=0 | | Метод минимального элемента | | | | |
| 36 | | | u1+v3=26 | | | v2=11+2=1 | u2=10-26=-16 | | 10 | | 3 | | 13 |
| 37 | | | u2+v3=10 | | | v3=26-0=2 | u3=24-26=-2 | | | | 6 | | 6 |
| 38 | | | u3+v2=11 | | | v4=22+2=24 | | | | 12 | 1 | 8 | 21 |
| 39 | | | u3+v3=24 | | | | | | 10 | 12 | 10 | 8 | |
| 40 | | | u3+v4=22 | | | | | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | | | | | | | | | | | | | |
| 43 | | B1 | B2 | B3 | B4 | | | | | | | | |
| 44 | A1 | 4 | | 26 | | u1 | 0 | | | | | | |
| 45 | A2 | | | 10 | | u2 | -16 | | | | | | |
| 46 | A3 | | 11 | 24 | 22 | u3 | -2 | | | | | | |
| 47 | | v1 | v2 | v3 | v4 | | | | | | | | |
| 48 | | 4 | 13 | 26 | 24 | | | | | | | | |
| 49 | | | | | | | | | | | | | |

Рисунок 5 - определение потенциалов

Определим оценки свободных клетокпо формуле:

$\Delta ij = cij - (ui + vj)$

| | |
|---|---|
| d12= | 11 |
| d14= | 2 |
| d21= | 36 |
| d22= | 33 |
| d24= | 21 |
| d31= | 10 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 20 | 15 | 12 | 13 | |
| 24 | 10 4 | 24 | 15 3 26 | 62 26 | U1=0 |
| 4 | 30 24 | 45 30 | 20 6 10 | 4 29 | U2= -16 |
| 32 | 12 | 12 12 11 | 1 24 | 8 22 | U3=-2 |
| | V1=4 | V2=13 | V3=26 | V4=24 | |

Среди оценок нет отрицательных, значит найден оптимальный план (план улучшить нельзя):

$$X = \begin{pmatrix} 10 & 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 6 & 4 \\ 0 & 12 & 1 & 8 \end{pmatrix}$$

Z(x) = 510ден.ед.

План полностью совпал с опорным планом, составленным по методу минимального элемента. Весь груз распределен.

**Контрольные вопросы:**

1. Дайте постановку транспортной задачи и запишите ее математически..
2. Что такое закрытая математическая модель?
3. Как определить, является ли модель линейного программирования транспортного типа открытой?