

Решение задач линейного программирования в MS Excel

*Подопригора Игнат Валерьевич, к.э.н.,
доцент кафедры Экономики*

Ответы задачи

1. Шкафов А - 300; Шкафов В - 200
2. Курьерских поездов - 5; Скоростных - 7

Задача 1

В плановом году строительные организации города переходят к сооружению домов типов Д-1, Д-2, Д-3 и Д-4. Данные о типах домов приведены в табл

Годовой план ввода жилой площади составляет соответственно 800, 1000, 900 и 200 квартир указанных типов.

| Тип квартир | Тип дома | | | |
|---------------------------------------|----------|-----|-----|-----|
| | Д-1 | Д-2 | Д-3 | Д-4 |
| Однокомнатные | 10 | 18 | 20 | 40 |
| Двухкомнатные | 40 | 30 | 20 | - |
| Трехкомнатные | 60 | 90 | 10 | - |
| Четырехкомнатные | 20 | 10 | - | 10 |
| Плановая себестоимость, тыс. д. е. | 800 | 550 | 360 | 450 |

На жилищное строительство утвержден объем капиталовложений в размере 40 млн. д. е. . Определить оптимальный план строительства на финансовый год.

Вводим целевую функцию (себестоимость)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|----|-------------------------|----------|-----|-----|-----|--|------|---|---|---|
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | |
| 5 | Тип квартир | Тип дома | | | | план ввода квартир | | | | |
| 6 | | Д-1 | Д-2 | Д-3 | Д-4 | количество квартир | | | | |
| 7 | Однокомнатные | 10 | 18 | 20 | 40 | 88 | 800 | | | |
| 8 | Двухкомнатные | 40 | 30 | 20 | 0 | 90 | 1000 | | | |
| 9 | Трехкомнатные | 60 | 90 | 10 | 0 | 160 | 900 | | | |
| 10 | Четырехкомнатные | 20 | 10 | 0 | 10 | 40 | 200 | | | |
| 11 | Плановая себестоимость, | 800 | 550 | 360 | 450 | =B11*\$B\$13+C11*\$C\$13+D11*\$D\$13+E11*\$E\$13 | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | |
| 13 | Количество домов | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |

Поиск решения

| | A | B | C | D | E | F |
|----|-------------------------|----------|-----|-----|-----|--------------------|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 4 | | | | | | |
| 5 | Тип квартир | Тип дома | | | | количество квартир |
| 6 | | Д-1 | Д-2 | Д-3 | Д-4 | |
| 7 | Однокомнатные | 10 | 18 | 20 | 40 | 88 |
| 8 | Двухкомнатные | 40 | 30 | 20 | 0 | 90 |
| 9 | Трехкомнатные | 60 | 90 | 10 | 0 | 160 |
| 10 | Четырехкомнатные | 20 | 10 | 0 | 10 | 40 |
| 11 | Плановая себестоимость, | 800 | 550 | 360 | 450 | 2160 |
| 12 | | | | | | |
| 13 | Количество домов | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 14 | | | | | | |
| 15 | | | | | | |
| 16 | | | | | | |

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: Максимум Минимум Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Поиск решения

| Тип квартир | Тип дома | | | | количество квартир | план ввода квартир | |
|-------------------------|----------|-----|-----|-----|--------------------|--------------------|--|
| | Д-1 | Д-2 | Д-3 | Д-4 | | | |
| Однокомнатные | 10 | 18 | 20 | 40 | 810 | 800 | |
| Двухкомнатные | 40 | 30 | 20 | 0 | 2040 | 1000 | |
| Трехкомнатные | 60 | 90 | 10 | 0 | 2660 | 900 | |
| Четырехкомнатные | 20 | 10 | 0 | 10 | 820 | 200 | |
| Плановая себестоимость, | 800 | 550 | 360 | 450 | 40000 | | |
| Количество домов | 41 | 0 | 20 | 0 | | | |

Транспортная задача

Транспортная модель используется при разработке плана перевозок одного вида продукции из нескольких пунктов отправления в пункты назначения. При построении модели используются:

- величины, характеризующие предложение в каждом исходном пункте и спрос в каждом пункте назначения;
- стоимость перевозки единицы продукции из каждого исходного пункта в каждый пункт назначения.

Пусть однородный продукт, сосредоточенный в m
 отправлений в количествах a_1, a_2, \dots, a_m
 единиц, необходимо доставить в каждый из n
 пунктов назначения в количествах b_1, b_2, \dots, b_n
 единиц. Стоимость перевозки единицы продукта из
 i -го пункта отправления в j -й пункт назначения
 равна c_{ij} и известна для всех комбинаций (i, j) .

Пусть x_{ij} – количество продукта,
перевозимого по маршруту (i, j) . Задача
заключается в определении таких
величин x_{ij} для всех маршрутов (i, j) ,
при которых суммарная стоимость
перевозок минимальна.

Матрица планирования

| Поставщики | Потребители | | | | | Запасы |
|-------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----|----------------------|-----------------------|
| | B_1 | B_2 | B_3 | ... | B_n | |
| A_1 | c_{11} x_{11} | c_{12} x_{12} | c_{13} x_{13} | ... | c_{1n} x_{1n} | a_1 |
| | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| A_m | c_{m1} x_{m1} | c_{m2} x_{m2} | c_{m3} x_{m3} | ... | c_{mn} x_{mn} | a_m |
| Потребности | b_1 | b_2 | b_3 | ... | b_n | $\sum a_i = \sum b_j$ |

- Математическая модель транспортной задачи сводится к минимизации целевой функции, выражающей суммарные затраты на перевозку всего груза

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min$$

Систему ограничений получаем из следующих условий задачи:

1. Все грузы должны быть вывезены, т.е.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad (i = 1, \dots, m).$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 0;$$

2. Все потребности должны быть удовлетворены, т.е.

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j, \quad (j = 1, \dots, n).$$

Тогда математическая модель транспортной задачи имеет следующее. найти наименьшее значение линейной функции при ограничениях:

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i \quad i = \overline{1, m} \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j \quad j = \overline{1, n} \\ x_{ij} \geq 0. \end{array} \right.$$

- Это есть задача ЛП $m + n$ уравнениями и mn неизвестными.

В рассмотренной модели предполагается, что суммарные запасы равны суммарным потребностям

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j.$$

Такая модель называется закрытой

- Теорема. Любая транспортная задача, у которой

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

имеет решение.

Задача

Для строительства 3 участков дорожной магистрали необходимо завозить песок. Песок может быть поставлен из 4 карьеров. Перевозка песка из карьеров до участков осуществляется грузовиками одинаковой грузоподъемности. Расстояние в километрах от карьеров до участков, наличие песка в карьерах и потребность песка на участках дороги приведены в табл.

Расстояние от заводов до объектов (км)

| Песчаные карьеры | Участки до- | | | | Наличие пес- ка, тыс. т |
|--------------------------------|-------------|----|-----|-----|-------------------------------|
| | роги | | | | |
| | I | II | III | V I | |
| I | 1 | 8 | 2 | 3 | 30 |
| II | 4 | 7 | 5 | 1 | 50 |
| III | 5 | 3 | 4 | 4 | 20 |
| Потребность в песке, тыс. т | 15 | 15 | 40 | 30 | — |

Составить план перевозок, минимизирующий общий пробег грузовиков.

Задача

Задача

| A | B | C | D | E | F | G |
|---|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
| | | I | II | III | IV | |
| | I | 1 | 8 | 2 | 3 | 30 |
| | II | 4 | 7 | 5 | 1 | 50 |
| | III | 5 | 3 | 4 | 4 | 20 |
| | Потребность в песке, тыс. т | 15 | 15 | 40 | 30 | |

Копируем исходную таблицу

| A | B | C | D | E | F | G |
|---|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| | | | | | | |
| | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
| | | I | II | III | IV | |
| | I | 1 | 8 | 2 | 3 | 30 |
| | II | 4 | 7 | 5 | 1 | 50 |
| | III | 5 | 3 | 4 | 4 | 20 |
| | Потребность в песке, тыс. т | 15 | 15 | 40 | 30 | |
| | | | | | | |
| | План перевозок | | | | | |
| | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
| | | I | II | III | IV | |
| | I | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | II | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | III | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| | Потребность в песке, тыс. т | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Суммируем по строкам и по столбцам таблицы

План перевозок

| Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
|------------------------------------|-----------------------|----|-----|----|---------------|
| | I | II | III | IV | |
| I | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| II | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| III | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Потребность в песке, тыс. т | =СУММ(C15:C17) | | | | |

План перевозок

| Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
|------------------------------------|----------------|----------|----------|----------|-----------------------|
| | I | II | III | IV | |
| I | 1 | 1 | 1 | 1 | =СУММ(C15:F15) |
| II | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| III | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| Потребность в песке, тыс. т | 3 | 3 | 3 | 3 | |

СУММ(число1; [число2]; ...)

Считаем затраты на перевозку песка

План перевозок

| Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
|------------------------------------|----------------|----------|----------|----------|---------------|
| | I | II | III | IV | |
| I | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| II | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| III | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| Потребность в песке, тыс. т | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Затраты на перевозки

| Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|----------|--------------------|
| | I | II | III | IV | |
| I | 1 | 8 | 2 | 3 | =СУММ(C26:F26) |
| II | 4 | 7 | 5 | 1 | |
| III | 5 | 3 | 4 | 4 | |
| Потребность в песке, тыс. т | 10 | 18 | 11 | 8 | |

СУММ(число1; [число2]; ...)

Вводим Целевую Функцию

Затраты на перевозки

| Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|----------|------------------|
| | I | II | III | IV | |
| I | 1 | 8 | 2 | 3 | 14 |
| II | 4 | 7 | 5 | 1 | 17 |
| III | 5 | 3 | 4 | 4 | 16 |
| Потребность в песке, тыс. т | 10 | 18 | 11 | 8 | 47 |

Целевая функция

Стоимость перевозки

47

Поиск решения

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|----|---|-----------------------------|---|----|---|---|---|---|---|
| 22 | | Затраты на перевозки | | | | | | | |
| 23 | | Песчаные карьеры | | | | | | | |
| 24 | | | | I | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | |
| 26 | | I | 1 | | | | | | |
| 27 | | II | 4 | | | | | | |
| 28 | | III | 5 | | | | | | |
| 29 | | Потребность в песке, тыс. т | | 10 | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | |
| 31 | | Целевая функция | | | | | | | |
| 32 | | Стоимость перевозки | | 47 | | | | | |
| 33 | | | | | | | | | |
| 34 | | | | | | | | | |
| 35 | | | | | | | | | |
| 36 | | | | | | | | | |
| 37 | | | | | | | | | |
| 38 | | | | | | | | | |
| 39 | | | | | | | | | |
| 40 | | | | | | | | | |

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: Максимум Минимум Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Поиск решения (выбор ячеек для изменения)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | |
|----|---|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|------------------|----|---|---|---|---|---|--|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка | | | | | | | |
| 3 | | | I | II | III | IV | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | I | 1 | 8 | 2 | 3 | 30 | | | | | | |
| 6 | | | II | 4 | 7 | 5 | 1 | 50 | | | | | | |
| 7 | | III | 5 | 3 | 4 | 4 | 20 | | | | | | | |
| 8 | | Потребность в песке, тыс. т | 15 | 15 | 40 | 30 | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | План перевозок | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка | | | | | | | |
| 13 | | | I | II | III | IV | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | I | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | | | | | | |
| 16 | | | II | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | | | | | | |
| 17 | | III | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | | | | | | | |
| 18 | | Потребность в песке, тыс. т | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | |

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: Максимум Минимум Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения
 Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Поиск решения. Ввод ограничения по наличию песка

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
| 3 | | | I | II | III | IV | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | | I | 1 | 8 | 2 | |
| 6 | | II | 4 | 7 | 5 | 1 | 50 |
| 7 | | III | 5 | 3 | 4 | 4 | 20 |
| 8 | | Потребность в песке, тыс. т | 15 | 15 | 40 | 30 | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | План перевозок | | | | | |
| 12 | | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
| 13 | | | I | II | III | IV | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | | I | 1 | 1 | 1 | |
| 16 | | II | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 17 | | III | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 18 | | Потребность в песке, тыс. т | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Добавление ограничения ✖

Ссылка на ячейки: = Ограничение:

Поиск решения. Ввод ограничения по потребности в песке

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
| 3 | | | I | II | III | IV | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | I | 1 | 8 | 2 | 3 | 30 |
| 6 | | II | 4 | 7 | 5 | 1 | 50 |
| 7 | | III | 5 | 3 | 4 | 4 | 20 |
| 8 | | Потребность в песке, тыс. т | 15 | 15 | 40 | 30 | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | План перевозок | | | | | |
| 12 | | Песчаные карьеры | | | | | Наличие песка |
| 13 | | | I | II | III | IV | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | I | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 16 | | II | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 17 | | III | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 18 | | Потребность в песке, тыс. т | 3 | 3 | 3 | 3 | |

✖

Добавление ограничения

Ссылка на ячейки: =

Поиск решения. Ввод ограничения на неотрицательность переменных

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|------------------------------------|----------------|-----------|-----------|-----------|------------------|
| 1 | | | | | | | |
| 2 | | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие песка |
| 3 | | | I | II | III | IV | |
| 4 | | | | | | | |
| 5 | | I | 1 | 8 | 2 | 3 | 30 |
| 6 | | II | 4 | 7 | 5 | 1 | 50 |
| 7 | | III | 5 | 3 | 4 | 4 | 20 |
| 8 | | Потребность в песке, тыс. т | 15 | 15 | 40 | 30 | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |
| 11 | | План перевозок | | | | | |
| 12 | | Песчаные карьеры | | | | | Наличие песка |
| 13 | | | I | II | III | IV | |
| 14 | | | | | | | |
| 15 | | I | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 16 | | II | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 17 | | III | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 |
| 18 | | Потребность в песке, тыс. т | 3 | 3 | 3 | 3 | |

Добавление ограничения

Ссылка на ячейки: Ограничение:

Поиск решения

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|---|
| 10 | | | | | | | | |
| 11 | | План перевозок | | | | | | |
| 12 | | Песчаные карьеры | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | |
| 15 | | I | | | | | | |
| 16 | | II | | | | | | |
| 17 | | III | | | | | | |
| 18 | | Потребность в песке, тыс. т | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | |
| 22 | | Затраты на перевозки | | | | | | |
| 23 | | Песчаные карьеры | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | |
| 26 | | I | | | | | | |
| 27 | | II | | | | | | |
| 28 | | III | | | | | | |
| 29 | | Потребность в песке, тыс. т | 10 | 18 | 11 | 8 | 47 | |

Параметры поиска решения

Оптимизировать целевую функцию:

До: Максимум Минимум Значения:

Изменяя ячейки переменных:

В соответствии с ограничениями:

$\$C\$15:\$F\$17 \geq 0$
 $\$C\$8:\$F\$8 = \$C\$18:\$F\18
 $\$G\$15:\$G\$17 = \$G\$5:\$G\7

Сделать переменные без ограничений неотрицательными

Выберите метод решения:

Метод решения

Для гладких нелинейных задач используйте поиск решения нелинейных задач методом ОПГ, для линейных задач - поиск решения линейных задач симплекс-методом, а для негладких задач - эволюционный поиск решения.

Поиск решения

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|---|------------------------------------|----------------|------------|------------|------------|------------|
| 13 | | Песчаные карьеры | | | | | Наличие |
| 14 | | | I | II | III | IV | песка |
| 15 | | I | 0 | 15 | 0 | 15 | 30 |
| 16 | | II | 10 | 0 | 40 | 0 | 50 |
| 17 | | III | 5 | 0 | 0 | 15 | 20 |
| 18 | | Потребность в песке, тыс. т | 15 | 15 | 40 | 30 | |
| 19 | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | |
| 22 | | Затраты на перевозки | | | | | |
| 23 | | Песчаные карьеры | Участки дороги | | | | Наличие |
| 24 | | | I | II | III | IV | |
| 25 | | | | | | | |
| 26 | | I | 0 | 120 | 0 | 45 | 165 |
| 27 | | II | 40 | 0 | 200 | 0 | 240 |
| 28 | | III | 25 | 0 | 0 | 60 | 85 |
| 29 | | Потребность в песке, тыс. т | 65 | 120 | 200 | 105 | 490 |
| 30 | | | | | | | |
| 31 | | Целевая функция | | | | | |
| 32 | | Стоимость перевозки | 490 | | | | |

Задачи для самостоятельного решения

Три нефтеперерабатывающих завода с суточной производительностью 10, 8 и 6 млн. галлонов бензина снабжают три бензохранилища, спрос которых составляет 6, 11 и 7 млн. галлонов.

Бензин транспортируется в бензохранилища по трубопроводу. Стоимость перекачки бензина на 1 км составляет 5 д. е. на 100 галлонов. Завод 1 не связан с хранилищем 3. Расстояние от заводов до бензохранилищ приведено в табл.

Сформулируйте соответствующую транспортную задачу и решите на минимум транспортных затрат.

| Заводы | Бензохранилища | | |
|--------|----------------|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 |
| 1 | 100 | 150 | – |
| 2 | 420 | 180 | 60 |
| 3 | 200 | 280 | 120 |

Задачи для самостоятельного решения

Пусть имеются 30, 45, 25 и 20 станков соответствующих типов. Шесть типов работ характеризуются 30, 20, 10, 40, 10 и 10 операциями соответственно. На станке 3 не может выполняться работа 6. Исходя из коэффициентов стоимости операций, представленных в следующей таблице, постройте модель и выполните оптимальное распределение станков по работам.

Таблица 1.15. Коэффициенты стоимости операций

| Тип станков | Тип работ | | | | | |
|-------------|-----------|----|----|---|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | 10 | 1 | 3 | 7 | 14 | 8 |
| 2 | 4 | 8 | 12 | 2 | 10 | 7 |
| 3 | 12 | 3 | 14 | 6 | 2 | – |
| 4 | 11 | 12 | 9 | 5 | 1 | 3 |

□

Задачи для самостоятельного

решения

Три электрогенерирующие станции мощностью 25, 40 и 30 миллионов кВт·ч поставляют электроэнергию в три города. Максимальная потребность в электроэнергии этих городов оценивается в 30, 35 и 24 миллионов кВт·ч. Цены за миллион кВт·ч в данных городах приведены в табл.

| | | Города | | |
|---------|---|--------|-----|-----|
| | | 1 | 2 | 3 |
| Станция | 1 | 600 | 700 | 400 |
| | 2 | 320 | 300 | 350 |
| | 3 | 500 | 480 | 450 |

В августе на 20% возрастает потребность в электроэнергии в каждом из трех городов. Недостаток электроэнергии могут восполнить из другой электросети по цене 1000 за 1 миллион кВт/ч. Но третий город не может подключиться к альтернативной электросети. Электрогенерирующие станции планируют разработать наиболее экономичный план распределения электроэнергии и восполнения ее недостатка в августе. Сформулируйте эту задачу в виде транспортной модели.