

## Ручная проверка решения

|           |          |          |          |          |          |
|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>8)</b> | $\infty$ | 4        | 7        | 9        | 4        |
|           | 3        | $\infty$ | 1        | 3        | 2        |
|           | 10       | 9        | $\infty$ | 1        | 7        |
|           | 4        | 6        | 1        | $\infty$ | 9        |
|           | 5        | 2        | 3        | 7        | $\infty$ |

Рис. 1 Исходная матрица

|   | # A | # B | # C | # D | # E |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | nan | 4   | 7   | 9   | 4   |
| B | 3   | nan | 1   | 3   | 2   |
| C | 10  | 9   | nan | 1   | 7   |
| D | 4   | 6   | 1   | nan | 9   |
| E | 5   | 2   | 3   | 7   | nan |

Рис. 2 Исходная матрица

Выполним редукцию: из каждой клетки вычтем сумму минимальных элементов в строке, затем с полученной матрицей делаем аналогичное, но по столбцам:

|   | # A | # B | # C | # D | # E |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | nan | 0   | 3   | 5   | 0   |
| B | 0   | nan | 0   | 2   | 1   |
| C | 7   | 8   | nan | 0   | 6   |
| D | 1   | 5   | 0   | nan | 8   |
| E | 1   | 0   | 1   | 5   | nan |

Рис. 3 Редуцированная изначальная матрица

Найдём изначальный вес корня: для этого сложим все минимальные элементы в строках и столбцах:

$$S_{\text{строк}} = 9$$

$$S_{\text{столбцов}} = 2$$

$$W_{\text{корня}} = S_{\text{строк}} + S_{\text{столбцов}} = 11$$

Для каждого нулевого элемента найдём сумму минимальных по строке и столбу:

|   | ‡ A | ‡ B | ‡ C | ‡ D | ‡ E |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| A | 0   | 0   | 0   | 0   | 1   |
| B | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| C | 0   | 0   | 0   | 8   | 0   |
| D | 0   | 0   | 1   | 0   | 0   |
| E | 0   | 1   | 0   | 0   | 0   |

Рис. 4 Нулевые элементы матрицы с коэффициентами

Максимальный коэффициент со значением 8 находится на позиции, значит штраф за непосещение данного пути 8.

Исключаем путь C-D, а также обратный ему D-C закрываем *pan*-ом, т.к. возвращаться в него мы не собираемся. После выполняем редуцирование по строкам и столбцам (получим штраф 1 из-за третьей строки)

|   | ‡ A | ‡ B | ‡ C | ‡ E |
|---|-----|-----|-----|-----|
| A | nan | 0   | 3   | 0   |
| B | 0   | nan | 0   | 1   |
| D | 1   | 5   | nan | 8   |
| E | 1   | 0   | 1   | nan |

Рис. 5 Матрица с «посещенным» D-C

Выполняем «вилку» и получаем следующее дерево:

Пропуск C-D: вес корня + штраф за непосещение =  $11 + 8 = 19$

Включение C-D: вес корня + штраф за посещение =  $11 + 1 = 12$

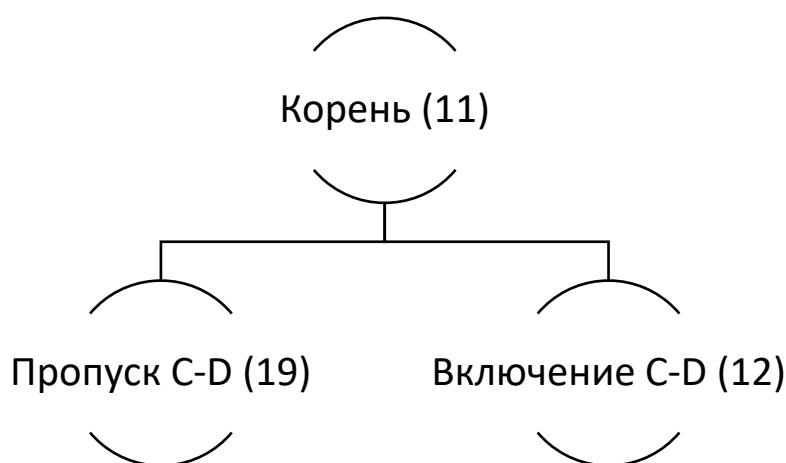


Рис. 6 Дерево поиска по окончании 1-ого тура

Минимальный вес достигается в правом «листке». С него начинаем второй тур.

|   | ÷ A | ÷ B | ÷ C | ÷ E |
|---|-----|-----|-----|-----|
| A | nan | 0   | 3   | 0   |
| B | 0   | nan | 0   | 1   |
| D | 0   | 4   | nan | 7   |
| E | 1   | 0   | 1   | nan |

Рис. 7 Редуцированная матрица на момент начала второго тура

|   | ÷ A | ÷ B | ÷ C | ÷ E |
|---|-----|-----|-----|-----|
| A | 0   | 0   | 0   | 1   |
| B | 0   | 0   | 1   | 0   |
| D | 4   | 0   | 0   | 0   |
| E | 0   | 1   | 0   | 0   |

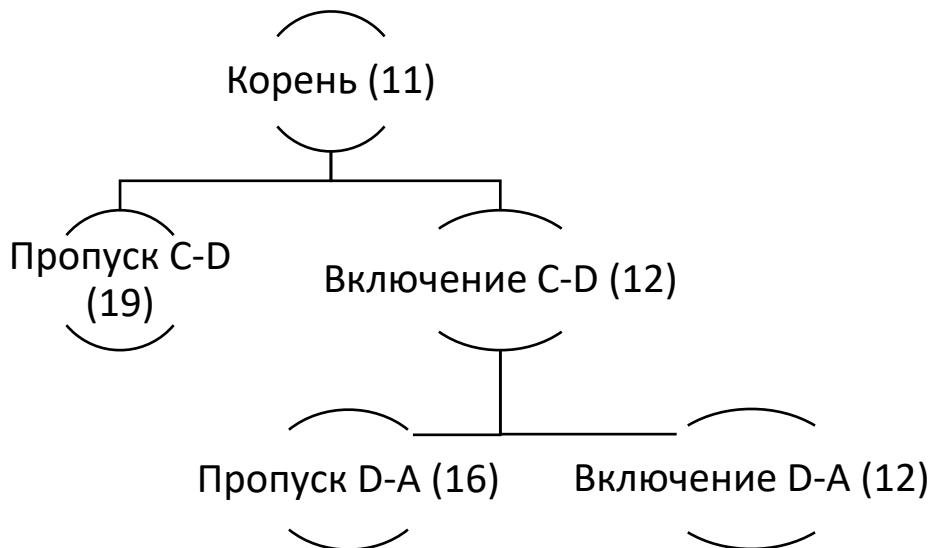
Рис. 8 Матрица коэффициентов нулевых элементов

Штраф за непосещение D-A: 4

|   | ÷ B | ÷ C | ÷ E |
|---|-----|-----|-----|
| A | 0   | 3   | 0   |
| B | nan | 0   | 1   |
| E | 0   | 1   | nan |

Рис. 9 Матрица с посещенным D-A

Штраф за посещение D-A: 0 (т.к. уже редуцирование выполнено)



Минимальный вес достигается в правом «листке». С него начинаем третий тур.

|   | $\hat{v}$ B | $\hat{v}$ C | $\hat{v}$ E |
|---|-------------|-------------|-------------|
| A | 0           | 3           | 0           |
| B | nan         | 0           | 1           |
| E | 0           | 1           | nan         |

Рис. 10 Редуцированная матрица на момент начала третьего тура

|   | $\hat{v}$ B | $\hat{v}$ C | $\hat{v}$ E |
|---|-------------|-------------|-------------|
| A | 0           | 0           | 1           |
| B | 0           | 2           | 0           |
| E | 1           | 0           | 0           |

Рис. 11 Матрица коэффициентов нулевых элементов

Штраф за непосещение B-C: 2

Штраф за посещение B-C: 0

|   | $\hat{v}$ B | $\hat{v}$ E |
|---|-------------|-------------|
| A | nan         | 0           |
| E | 0           | nan         |

Рис. 12 Матрица по окончании третьего тура

Т.к. размер матрицы 2x2 туры завершаются: два оставшихся нуля этой матрицы соответствуют двум последним ребрам, которые включаются в тур непосредственно, при этом стоимость тура не изменяется.

Итого получаем следующее дерево:

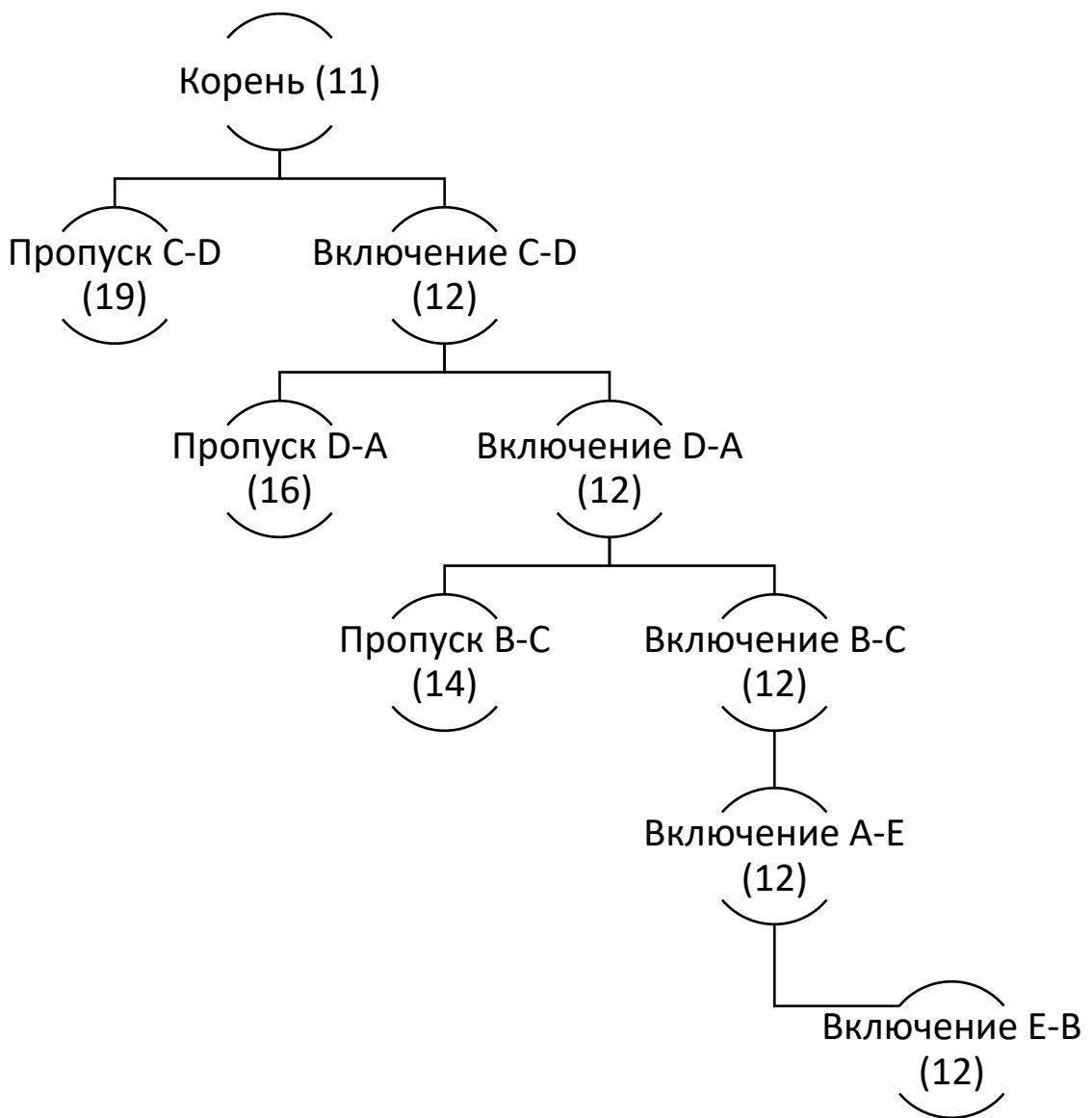


Рис. 13 Финальное дерево туров

Полученный маршрут с соединением всех включений:

$$C \rightarrow D \rightarrow A \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow C = 12$$

Или в отсортированном варианта (начиная с A):

$$A \rightarrow E \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A = 12$$