Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Кафедра ВМСС

**Расчетное задание 1:**

**Расчет структуры вычислительной сети древовидной конфигурации**

**Курс: Методы проектирования и анализа сетей ЭВМ**

Группа: А-07м-23

Вариант: 2

Выполнил:

Балашов С.А.

Проверил:

Абросимов Л.И.

Москва 2024

# **Задание и начальные данные**

**Задание:** требуется построить древовидную кратчайшую связанную сеть (КСС), так чтобы ее суммарная взвешенная длина Qбыла минимальной.

**Начальные данные:**

* количество N узлов равно 9;
* матрица M расстояний между узлами, представленная в виде таблицы 1.

Таблица 1

Матрица M расстояний между узлами для варианта №2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | ∞ | 15 | 24 | 25 | 50 | 70 | 75 | 60 | 100 |
| **2** | 15 | ∞ | 10 | 11 | 35 | 55 | 50 | 48 | 90 |
| **3** | 24 | 10 | ∞ | 21 | 45 | 65 | 60 | 55 | 100 |
| **4** | 25 | 11 | 21 | ∞ | 25 | 45 | 40 | 35 | 60 |
| **5** | 50 | 35 | 45 | 25 | ∞ | 40 | 30 | 26 | 70 |
| **6** | 70 | 55 | 65 | 45 | 40 | ∞ | 12 | 30 | 40 |
| **7** | 75 | 50 | 60 | 40 | 30 | 12 | ∞ | 18 | 28 |
| **8** | 60 | 48 | 55 | 35 | 26 | 30 | 18 | ∞ | 40 |
| **9** | 100 | 90 | 100 | 60 | 70 | 40 | 28 | 40 | ∞ |

# **Ход алгоритма**

**1-ый шаг:**

Таблица 2

Минимальное расстояние между узлами на 1-ом шаге

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | ∞ | 15 | 24 | 25 | 50 | 70 | 75 | 60 | 100 |
| **2** | 15 | ∞ | 10 | 11 | 35 | 55 | 50 | 48 | 90 |
| **3** | 24 | 10 | ∞ | 21 | 45 | 65 | 60 | 55 | 100 |
| **4** | 25 | 11 | 21 | ∞ | 25 | 45 | 40 | 35 | 60 |
| **5** | 50 | 35 | 45 | 25 | ∞ | 40 | 30 | 26 | 70 |
| **6** | 70 | 55 | 65 | 45 | 40 | ∞ | 12 | 30 | 40 |
| **7** | 75 | 50 | 60 | 40 | 30 | 12 | ∞ | 18 | 28 |
| **8** | 60 | 48 | 55 | 35 | 26 | 30 | 18 | ∞ | 40 |
| **9** | 100 | 90 | 100 | 60 | 70 | 40 | 28 | 40 | ∞ |

Фрагмент КСС после 1-го шага: .

Целевая функция после 1-го шага: .

Таблица 3

Матрица M расстояний между узлами после 1-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **9** |
| **1** | 55 | 24 | 21 | 45 | 65 | 60 | 100 |
| **2** | ∞ | 60 | 35 | 26 | 30 | 18 | 40 |
| **3** | 60 | ∞ | 25 | 50 | 70 | 75 | 100 |
| **4** | 35 | 25 | ∞ | 25 | 45 | 40 | 60 |
| **5** | 26 | 50 | 25 | ∞ | 40 | 30 | 70 |
| **6** | 30 | 70 | 45 | 40 | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 18 | 75 | 40 | 30 | 12 | ∞ | 28 |
| **8** | 48 | 15 | 11 | 35 | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 100 | 60 | 70 | 40 | 28 | ∞ |

Таблица 4

Матрица связности после 1-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **5** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**2-ой шаг:**

Таблица 5

Минимальное расстояние между узлами на 2-ом шаге

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **9** |
| **>1** | 55 | 24 | 21 | 45 | 65 | 60 | 100 |
| **2** | ∞ | 60 | 35 | 26 | 30 | 18 | 40 |
| **3** | 60 | ∞ | 25 | 50 | 70 | 75 | 100 |
| **4** | 35 | 25 | ∞ | 25 | 45 | 40 | 60 |
| **5** | 26 | 50 | 25 | ∞ | 40 | 30 | 70 |
| **6** | 30 | 70 | 45 | 40 | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 18 | 75 | 40 | 30 | 12 | ∞ | 28 |
| **>8** | 48 | 15 | **11** | 35 | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 100 | 60 | 70 | 40 | 28 | ∞ |

Фрагмент КСС после 2-го шага: .

Целевая функция после 2-го шага: .

Таблица 6

Матрица M расстояний между узлами после 2-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2** | **3** | **5** | **6** | **7** | **9** |
| **1** | 55 | 24 | 45 | 65 | 60 | 100 |
| **2** | ∞ | 60 | 26 | 30 | 18 | 40 |
| **3** | 60 | ∞ | 50 | 70 | 75 | 100 |
| **4** | 35 | 25 | 25 | 45 | 40 | 60 |
| **5** | 26 | 50 | ∞ | 40 | 30 | 70 |
| **6** | 30 | 70 | 40 | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 18 | 75 | 30 | 12 | ∞ | 28 |
| **8** | 48 | 15 | 35 | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 100 | 70 | 40 | 28 | ∞ |

Таблица 7

Матрица связности после 2-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **5** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **1** | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**3-ий шаг:**

Таблица 8

Минимальное расстояние между узлами на 3-ем шаге

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2** | **3** | **5** | **6** | **7** | **9** |
| **>1** | 55 | 24 | 45 | 65 | 60 | 100 |
| **2** | ∞ | 60 | 26 | 30 | 18 | 40 |
| **3** | 60 | ∞ | 50 | 70 | 75 | 100 |
| **>4** | 35 | 25 | 25 | 45 | 40 | 60 |
| **5** | 26 | 50 | ∞ | 40 | 30 | 70 |
| **6** | 30 | 70 | 40 | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 18 | 75 | 30 | 12 | ∞ | 28 |
| **>8** | 48 | **15** | 35 | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 100 | 70 | 40 | 28 | ∞ |

Фрагмент КСС после 3-го шага: .

Целевая функция после 3-го шага: .

Таблица 9

Матрица M расстояний между узлами после 3-го шага

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2** | **5** | **6** | **7** | **9** |
| **1** | 55 | 45 | 65 | 60 | 100 |
| **2** | ∞ | 26 | 30 | 18 | 40 |
| **3** | 60 | 50 | 70 | 75 | 100 |
| **4** | 35 | 25 | 45 | 40 | 60 |
| **5** | 26 | ∞ | 40 | 30 | 70 |
| **6** | 30 | 40 | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 18 | 30 | 12 | ∞ | 28 |
| **8** | 48 | 35 | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 70 | 40 | 28 | ∞ |

Таблица 10

Матрица связности после 3-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **5** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **1** | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**4-ый шаг:**

Таблица 11

Минимальное расстояние между узлами на 4-ом шаге

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2** | **5** | **6** | **7** | **9** |
| **>1** | 55 | 45 | 65 | 60 | 100 |
| **2** | ∞ | 26 | 30 | 18 | 40 |
| **>3** | 60 | 50 | 70 | 75 | 100 |
| **>4** | 35 | **25** | 45 | 40 | 60 |
| **5** | 26 | ∞ | 40 | 30 | 70 |
| **6** | 30 | 40 | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 18 | 30 | 12 | ∞ | 28 |
| **>8** | 48 | 35 | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 70 | 40 | 28 | ∞ |

Фрагмент КСС после 4-го шага: .

Целевая функция после 4-го шага: .

Таблица 12

Матрица M расстояний между узлами после 4-го шага

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2** | **6** | **7** | **9** |
| **1** | 55 | 65 | 60 | 100 |
| **2** | ∞ | 30 | 18 | 40 |
| **3** | 60 | 70 | 75 | 100 |
| **4** | 35 | 45 | 40 | 60 |
| **5** | 26 | 40 | 30 | 70 |
| **6** | 30 | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 18 | 12 | ∞ | 28 |
| **8** | 48 | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 40 | 28 | ∞ |

Таблица 13

Матрица связности после 4-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **5** | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **1** | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**5-ый шаг:**

Таблица 14

Минимальное расстояние между узлами на 5-ом шаге

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **2** | **6** | **7** | **9** |
| **>1** | 55 | 65 | 60 | 100 |
| **2** | ∞ | 30 | 18 | 40 |
| **>3** | 60 | 70 | 75 | 100 |
| **>4** | 35 | 45 | 40 | 60 |
| **>5** | **26** | 40 | 30 | 70 |
| **6** | 30 | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 18 | 12 | ∞ | 28 |
| **>8** | 48 | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 40 | 28 | ∞ |

Фрагмент КСС после 5-го шага: .

Целевая функция после 5-го шага: .

Таблица 15

Матрица M расстояний между узлами после 5-го шага

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **6** | **7** | **9** |
| **1** | 65 | 60 | 100 |
| **2** | 30 | 18 | 40 |
| **3** | 70 | 75 | 100 |
| **4** | 45 | 40 | 60 |
| **5** | 40 | 30 | 70 |
| **6** | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 12 | ∞ | 28 |
| **8** | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 28 | ∞ |

Таблица 16

Матрица связности после 5-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **5** | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **1** | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**6-ой шаг:**

Таблица 17

Минимальное расстояние между узлами на 6-ом шаге

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **6** | **7** | **9** |
| **>1** | 65 | 60 | 100 |
| **>2** | 30 | **18** | 40 |
| **>3** | 70 | 75 | 100 |
| **>4** | 45 | 40 | 60 |
| **>5** | 40 | 30 | 70 |
| **6** | ∞ | 12 | 40 |
| **7** | 12 | ∞ | 28 |
| **>8** | 55 | 50 | 90 |
| **9** | 40 | 28 | ∞ |

Фрагмент КСС после 6-го шага: .

Целевая функция после 6-го шага: .

Таблица 18

Матрица M расстояний между узлами после 6-го шага

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **6** | **9** |
| **1** | 65 | 100 |
| **2** | 30 | 40 |
| **3** | 70 | 100 |
| **4** | 45 | 60 |
| **5** | 40 | 70 |
| **6** | ∞ | 40 |
| **7** | 12 | 28 |
| **8** | 55 | 90 |
| **9** | 40 | ∞ |

Таблица 19

Матрица связности после 6-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **5** | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **7** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **1** | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**7-ой шаг:**

Таблица 20

Минимальное расстояние между узлами на 7-ом шаге

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **6** | **9** |
| **>1** | 65 | 100 |
| **>2** | 30 | 40 |
| **>3** | 70 | 100 |
| **>4** | 45 | 60 |
| **>5** | 40 | 70 |
| **6** | ∞ | 40 |
| **>7** | **12** | 28 |
| **>8** | 55 | 90 |
| **9** | 40 | ∞ |

Фрагмент КСС после 7-го шага: .

Целевая функция после 7-го шага: .

Таблица 21

Матрица M расстояний между узлами после 7-го шага

|  |  |
| --- | --- |
|  | **9** |
| **1** | 100 |
| **2** | 40 |
| **3** | 100 |
| **4** | 60 |
| **5** | 70 |
| **6** | 40 |
| **7** | 28 |
| **8** | 90 |
| **9** | ∞ |

Таблица 22

Матрица связности после 7-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **5** | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 |
| **7** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 |
| **8** | **1** | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

**8-ой шаг:**

Таблица 23

Минимальное расстояние между узлами на 8-ом шаге

|  |  |
| --- | --- |
|  | **9** |
| **>1** | 100 |
| **>2** | 40 |
| **>3** | 100 |
| **>4** | 60 |
| **>5** | 70 |
| **>6** | 40 |
| **>7** | **28** |
| **>8** | 90 |
| **9** | ∞ |

Фрагмент КСС после 8-го шага: .

Целевая функция после 8-го шага: .

Таблица 24

Матрица связности после 8-го шага

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **5** | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 |
| **7** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | **1** |
| **8** | **1** | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 |

# **Результаты**

Все узлы соединены в единую сеть за 8 шагов.

Полученное значение целевой функции: .

Таблица 25

Полученная матрица связности

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **2** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 |
| **3** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **4** | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | **1** | 0 |
| **5** | 0 | **1** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **6** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 |
| **7** | 0 | **1** | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 | **1** |
| **8** | **1** | 0 | **1** | **1** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **9** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **1** | 0 | 0 |

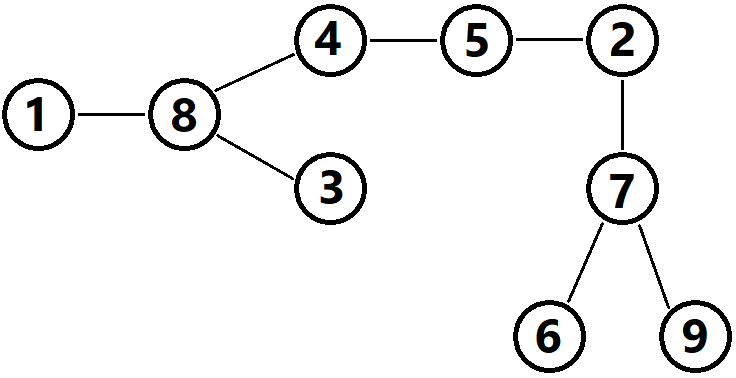


Рис. 1. Кратчайшая связывающая сеть, полученная в результате выполнения алгоритма