# Математические методы сетевого моделирования

Преподаватель: Коробецкая Анастасия Александровна

*kornast@yandex.ru*

Решение оформляется в рукописном или печатном виде на листах формата А4. Наличие титульного листа обязательно. В каждой задаче необходимо записать условие, решение и ответ на поставленный вопрос.

Номер варианта определяется по последней цифре номера зачетной книжки (студенческого билета).

Вопросы и электронный вариант решения (скан-копии или разборчивые фотографии) можно присылать на электронную почту.

Зачет выставляется по сумме набранных баллов:

Задача 1 10 баллов

Задача 2 10 баллов

Задача 3 40 баллов

Посещение занятий 5 баллов

Конспект лекций 5 баллов

Ответ на зачете 30 баллов

*Всего 100 баллов*

Для получения зачета достаточно набрать 50 баллов.

### Задача 1. Задача о соединении

Необходимо разработать оптимальную по стоимости схему газификации района, состоящего из 7 поселков. Стоимость прокладки газопровода между каждой парой поселков задана в таблице.

Показать схему газификации в виде графа и рассчитать ее общую стоимость.

### Задача 2. Кратчайший маршрут

Заданы расстояния между городами. Необходимо определить кратчайшее расстояние от города А до Д.

Показать выбранный маршрут на графе.

### Задача3. Сетевое планирование и управление

Задан сетевой график проекта. Необходимо:

1. Пронумеровать события, найти ранние и поздние сроки наступления событий, резервы времени.
2. Составить календарный план выполнения проекта в виде таблицы и диаграммы Ганта. Таблица должна содержать нумерацию работ, перечень предшествующих работ, ранние и поздние сроки начала и завершения, полный и свободный резервы.
3. Найти критический и подкритический пути. Предложить способ сокращения длительности выполнения проекта на 5 дней.
4. Показать диаграмму загрузки и определить, сколько исполнителей потребуется для выполнения проекта.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 70 | 83 | 65 | 12 | - | 140 |
| B |  |  | - | 91 | 80 | 20 | - |
| C |  |  |  | 112 | - | 45 | 170 |
| D |  |  |  |  | 35 | 25 | - |
| E |  |  |  |  |  | 52 | - |
| F |  |  |  |  |  |  | 110 |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | 49 | - | 46 | - | 47 | - | 45 |
| Б |   |   | 47 | 46 | 50 | - | 42 | - |
| В |   |   |   | - | 44 | 45 | - | 46 |
| Г |   |   |   |   | - | 41 | 49 | - |
| Д |   |   |   |   |   | - | 43 | 45 |
| Е |   |   |   |   |   |   | 41 | - |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | 44 |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 8 | 2 |
| B | 6 | 2 |
| C | 6 | 1 |
| D | 8 | 4 |
| E | 3 | 1 |
| F | 4 | 7 |
| G | 7 | 2 |
| H | 7 | 2 |
| I | 12 | 3 |
| J | 9 | 5 |
| K | 5 | 7 |

Упорядочение работ

1) A,E и F – исходные работы проекта, которые можно начинать

одновременно;

2) Работы B и I начинаются сразу по окончании работы F;

3) Работа J следует за E, а работа C – за A;

4) Работы H и D следуют за B, но не могут начаться, пока не завершена C;

5) Работа K следует за I;

6) Работа G начинается после завершения H и J.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 10 | - | 61 | 85 | 71 | 20 |
| B |  |  | 43 | 70 | 35 | 22 | 60 |
| C |  |  |  | - | 64 | 88 | 32 |
| D |  |  |  |  | 75 | 36 | - |
| E |  |  |  |  |  | 61 | 90 |
| F |  |  |  |  |  |  | 54 |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | 196 | 170 | 103 | - | 245 | - | 211 |
| Б |   |   | 169 | - | - | 225 | 132 | - |
| В |   |   |   | 164 | 134 | - | 193 | 201 |
| Г |   |   |   |   | 204 | 110 | - | - |
| Д |   |   |   |   |   | 213 | 205 | - |
| Е |   |   |   |   |   |   | - | 164 |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | - |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 3 | 5 |
| B | 4 | 7 |
| C | 1 | 1 |
| D | 4 | 3 |
| E | 5 | 2 |
| F | 7 | 3 |
| G | 6 | 6 |
| H | 5 | 1 |
| I | 8 | 5 |

Упорядочение работ

1) D – исходная работа проекта;

2) Работа E следует за D;

3) Работы A, G и C следуют за E;

4) Работа B следует за A;

5) Работа H следует за G;

6) Работа F следует за C;

7) Работа I начинается после завершения B, H, и F.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 190 | 125 | 81 | 210 | - | 145 |
| B |  |  | 163 | 174 | 90 | 180 | - |
| C |  |  |  | 130 | 90 | 140 | 184 |
| D |  |  |  |  | - | 100 | 160 |
| E |  |  |  |  |  | - | 187 |
| F |  |  |  |  |  |  | 170 |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | 90 | - | 92 | - | - | 68 | 184 |
| Б |   |   | 167 | - | 154 | 153 | 72 | - |
| В |   |   |   | 103 | - | 194 | 140 | 74 |
| Г |   |   |   |   | 179 | 94 | - | 131 |
| Д |   |   |   |   |   | 112 | 67 | - |
| Е |   |   |   |   |   |   | 120 | 137 |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | - |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 5 | 4 |
| B | 5 | 5 |
| C | 4 | 4 |
| D | 7 | 3 |
| E | 12 | 6 |
| F | 3 | 4 |
| G | 6 | 6 |
| H | 2 | 2 |
| I | 8 | 1 |
| J | 3 | 4 |

Упорядочение работ

1) С, E и F – исходные работы проекта, которые можно начинать

одновременно;

2) Работа A начинается сразу по окончании работы С;

3) Работа H следует за F;

4) Работа I следует за A, а работы D и J – за H;

5) Работа G следует за E, но не может начаться, пока не завершены D и I;

6) Работа B следует за G и J.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 5 | 15 | 21 | 34 | 7 | 4 |
| B |  |  | 3 | 17 | 6 | 23 | 8 |
| C |  |  |  | 8 | 20 | 17 | 9 |
| D |  |  |  |  | 16 | 18 | 9 |
| E |  |  |  |  |  | 30 | - |
| F |  |  |  |  |  |  | 19 |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | - | 89 | 25 | - | 122 | 50 | 136 |
| Б |   |   | - | 115 | 21 | 148 | 46 | - |
| В |   |   |   | 103 | - | - | 40 | 123 |
| Г |   |   |   |   | - | - | - | 106 |
| Д |   |   |   |   |   | 62 | 72 | - |
| Е |   |   |   |   |   |   | 81 | - |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | 61 |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 12 | 1 |
| B | 8 | 4 |
| C | 15 | 5 |
| D | 9 | 2 |
| E | 14 | 3 |
| F | 9 | 3 |
| G | 15 | 5 |
| H | 10 | 5 |
| I | 11 | 2 |
| J | 13 | 6 |

Упорядочение работ

1) C, J и D – исходные работы проекта, которые можно начинать

одновременно;

2) Работа A следует за D, а работа I – за A;

3) Работа H следует за I;

4) Работа F следует за H, но не может начаться, пока не завершена С;

5) Работа G следует за I;

6) Работа E следует за J, а работа B – за E.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 84 | 65 | 38 | 23 | - | - |
| B |  |  | 76 | 37 | 50 | 80 | - |
| C |  |  |  | 23 | 89 | 100 | 110 |
| D |  |  |  |  | - | 93 | 74 |
| E |  |  |  |  |  | - | 35 |
| F |  |  |  |  |  |  | 40 |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | 149 | - | 83 | - | 99 | - | - |
| Б |   |   | 147 | 93 | 127 | 81 | 118 | - |
| В |   |   |   | 123 | - | 140 | 104 | 117 |
| Г |   |   |   |   | 94 | 148 | - | 118 |
| Д |   |   |   |   |   | 92 | 102 | 94 |
| Е |   |   |   |   |   |   | 137 | - |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | 115 |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 12 | 2 |
| B | 6 | 10 |
| C | 10 | 2 |
| D | 7 | 5 |
| E | 9 | 7 |
| F | 8 | 6 |
| G | 10 | 1 |
| H | 10 | 7 |
| I | 6 | 1 |
| J | 5 | 4 |

Упорядочение работ

1) D – исходная работа проекта;

2) Работы С, E и F начинаются сразу по окончании работы D;

3) Работы A и J следуют за C, а работа G – за F;

4) Работа I следует за A, а работа B – за G;

5) Работа H начинается после завершения E, но не может начаться, пока не

завершены I и B.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 224 | 278 | - | - | 193 | 250 |
| B |  |  | 283 | 240 | 217 | 274 | - |
| C |  |  |  | 285 | 214 | 186 | - |
| D |  |  |  |  | 276 | 218 | 245 |
| E |  |  |  |  |  | - | 265 |
| F |  |  |  |  |  |  | 239 |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | 243 | - | - | - | 241 | - | 255 |
| Б |   |   | 280 | 274 | 179 | 257 | - | 260 |
| В |   |   |   | - | 266 | 265 | 228 | 166 |
| Г |   |   |   |   | 166 | 208 | - | - |
| Д |   |   |   |   |   | - | 197 | 183 |
| Е |   |   |   |   |   |   | 170 | 155 |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | - |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 9 | 1 |
| B | 3 | 1 |
| C | 12 | 7 |
| D | 6 | 1 |
| E | 8 | 2 |
| F | 4 | 10 |
| G | 7 | 3 |
| H | 10 | 4 |
| I | 7 | 2 |
| J | 12 | 1 |

Упорядочение работ

1) F, C и B – исходные работы проекта, которые можно начинать

одновременно;

2) Работа E следует за F;

3) Работа A следует за B, а работа G – за A;

4) Работы D и J следуют за E;

5) Работа I следует за C, но не может начаться прежде чем закончатся J и G;

6) Работа H следует за D.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 56 | 61 | - | - | - | 90 |
| B |  |  | - | 73 | 18 | 65 | 67 |
| C |  |  |  | 43 | - | 82 | 34 |
| D |  |  |  |  | 38 | 45 | - |
| E |  |  |  |  |  | 70 | 63 |
| F |  |  |  |  |  |  | - |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | 147 | 171 | - | - | - | 155 | - |
| Б |   |   | 150 | - | 130 | 175 | 196 | 198 |
| В |   |   |   | 185 | 188 | - | - | 116 |
| Г |   |   |   |   | 115 | 127 | 153 | - |
| Д |   |   |   |   |   | - | 154 | 146 |
| Е |   |   |   |   |   |   | 183 | - |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | 178 |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 7 | 3 |
| B | 6 | 5 |
| C | 8 | 6 |
| D | 9 | 1 |
| E | 10 | 6 |
| F | 11 | 4 |
| G | 5 | 7 |
| H | 9 | 2 |
| I | 12 | 2 |
| J | 6 | 5 |

Упорядочение работ

1) G – исходная работа проекта;

2) Работы A, I и D следуют за G и могут выполняться одновременно;

3) Работы С и J следуют за А, работа F – за I, а работа B – за D;

4) Работа Е следует за С;

5) Работа H следует за B, но не может начаться, пока не завершена F.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 9 | 11 | - | 15 | 12 | 20 |
| B |  |  | 9 | 6 | 8 | 14 | 5 |
| C |  |  |  | 13 | - | 15 | 15 |
| D |  |  |  |  | 21 | - | 19 |
| E |  |  |  |  |  | 20 | 32 |
| F |  |  |  |  |  |  | - |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | - | 99 | 189 | - | 72 | 42 | - |
| Б |   |   | 68 | 84 | - | 80 | 179 | 137 |
| В |   |   |   | - | 73 | 172 | 195 | 64 |
| Г |   |   |   |   | 85 | 92 | - | - |
| Д |   |   |   |   |   | - | 54 | - |
| Е |   |   |   |   |   |   | 118 | 163 |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | 113 |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 9 | 8 |
| B | 10 | 3 |
| C | 6 | 6 |
| D | 5 | 4 |
| E | 16 | 5 |
| F | 12 | 2 |
| G | 14 | 1 |
| H | 15 | 3 |
| I | 11 | 5 |
| J | 3 | 7 |

Упорядочение работ

1) С, D и E – исходные работы проекта, которые можно начинать

одновременно;

2) Работа A следует за С, а работа F начинается сразу по окончании работы

А;

3) Работа G следует за F;

4) Работа B следует за D, а работы I и J следуют за B;

5) Работа H следует за I и E, но не может начаться, пока не завершена G.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 28 | 27 | 47 | 32 | 57 | 90 |
| B |  |  | 38 | 20 | 54 | 42 | 60 |
| C |  |  |  | 32 | 18 | 64 | 35 |
| D |  |  |  |  | 28 | 35 | 53 |
| E |  |  |  |  |  | 27 | 61 |
| F |  |  |  |  |  |  |  |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | 110 | 115 | 119 | - | 76 | 73 | - |
| Б |   |   | - | 107 | 66 | - | 94 | 54 |
| В |   |   |   | 57 | 56 | 75 | 104 | - |
| Г |   |   |   |   | 81 | - | 86 | 81 |
| Д |   |   |   |   |   | 80 | 52 | 102 |
| Е |   |   |   |   |   |   | 63 | 106 |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | 114 |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 9 | 3 |
| B | 15 | 2 |
| C | 12 | 6 |
| D | 5 | 2 |
| E | 10 | 1 |
| F | 6 | 9 |
| G | 5 | 3 |
| H | 11 | 4 |
| I | 7 | 5 |
| J | 8 | 1 |

Упорядочение работ

1) A, I и D – исходные работы проекта, которые можно начинать

одновременно;

2) Работа F следует за A, работа B – за I, а работа C – за D;

3) Работы J и G следуют за F;

4) Работа E следует за J;

5) Работа H начинается после завершения E, G, B и C.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Поселок | A | B | C | D | E | F | G |
| A |  | 51 | 42 | 15 | 19 | - | 27 |
| B |  |  | 83 | 14 | 26 | 40 | 90 |
| C |  |  |  | 61 | 56 | 74 | 20 |
| D |  |  |  |  | - | 37 | 44 |
| E |  |  |  |  |  | 36 | 75 |
| F |  |  |  |  |  |  | 61 |
| G |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |   | - | 81 | 106 | - | 82 | 93 | 124 |
| Б |   |   | - | 79 | 103 | 93 | - | 105 |
| В |   |   |   | 155 | 166 | 75 | 83 | 89 |
| Г |   |   |   |   | - | 180 | - | 128 |
| Д |   |   |   |   |   | - | - | 155 |
| Е |   |   |   |   |   |   | 159 | - |
| Ж |   |   |   |   |   |   |   | 148 |
| З |   |   |   |   |   |   |   |   |

**Задача 3.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Работа | Длительность, дн. | Число исполнителей |
| A | 3 | 5 |
| B | 5 | 4 |
| C | 6 | 9 |
| D | 9 | 4 |
| E | 7 | 2 |
| F | 2 | 1 |
| G | 6 | 2 |
| H | 9 | 4 |
| I | 4 | 1 |
| J | 6 | 1 |
| K | 7 | 5 |

Упорядочение работ

1) A, F и G – исходные работы проекта, которые можно начинать

одновременно;

2) Работы H и B начинаются сразу по окончании работы F;

3) Работа J следует за А, а работа I – за G;

4) Работа E следует за H;

5) Работы C и K следуют за B и I, но не могут начаться, пока не завершена J;

6) Работа D следует за E и C.