# Расчетная работа по дисциплине «Математические методы сетевого моделирования»

Преподаватель: Коробецкая Анастасия Александровна

*kornast@yandex.ru*

Решение оформляется в рукописном или печатном виде на листах формата А4. Сдается бумажный вариант работы. 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).

Зачет выставляется по сумме набранных баллов:

Расчетная работа 60 баллов

в том числе:

Задача 1 5 баллов

Задача 2 5 баллов

Задача 3 10 баллов

Задача 4 10 баллов

Задача 5 30 баллов

Посещение занятий 10 баллов

Ответ на зачете 30 баллов

*Всего 100 баллов*

Для получения зачета достаточно набрать 50 баллов.

Дополнительные баллы можно получить за ответы на занятиях. Максимальный балл за задачу можно получить только, если она сдана на следующем занятии после пройденной темы. Затем баллы снижаются на 1 за каждое пропущенное занятие.

Темы задач:

Задача 1. Основные понятия

Задача 2. Задача о соединении

Задача 3. Кратчайший маршрут

Задача 4. Максимальный поток

Задача 5. Сетевое планирование и управление

### Задача 1. Основные понятия

Граф задан матрицей инцидентности (в строках вершины, в столбцах – ребра). Изобразить граф и записать его в виде списка ребер. Определить степени вершин. Найти диаметр, центр и радиус.

### Задача 2. 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 3. Кратчайший маршрут

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

Показать выбранный маршрут на графе.

### Задача 4. Максимальный поток

Ориентированный граф задан перечнем дуг. Определить максимальный поток по сети, найти критический разрез. Ответить на вопрос в своем варианте.

### Задача 5. 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. Оптимизировать проект по числу исполнителей.

**Задача 1.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 | e11 | e12 |
| V1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 |  |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V3 | 1 |  |  |  |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |
| V4 |  |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  |
| V5 |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  | 1 | 1 | 1 |  |
| V6 |  | 1 |  |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  | 1 |
| V7 |  |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |  | 1 | 1 |
| Вес Wi | 18 | 15 | 20 | 11 | 12 | 10 | 15 | 7 | 9 | 7 | 7 | 8 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

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

**Задача 4.**

5

7

4

2

3

6

1

2

9

5

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 4-T увеличить на 1?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 | e11 |
| V1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V3 |  | 1 |  |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |
| V4 |  |  | 1 |  | 1 |  |  | 1 |  |  |  |
| V5 |  |  |  |  |  | 1 |  |  | 1 | 1 | 1 |
| V6 |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  | 1 |  |  |
| V7 | 1 |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 | 1 |
| Вес Wi | 16 | 16 | 13 | 17 | 28 | 16 | 28 | 25 | 30 | 11 | 14 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |  | 196 | 170 | 103 | 107 | 245 | 196 | 211 |
| Б |  |  | 169 | - | - | 225 | 132 | - |
| В |  |  |  | 164 | 134 | 109 | 193 | 201 |
| Г |  |  |  |  | 204 | 110 | - | - |
| Д |  |  |  |  |  | 213 | 205 | - |
| Е |  |  |  |  |  |  | - | 164 |
| Ж |  |  |  |  |  |  |  | - |
| З |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 4.**

3

10

3

5

4

3

2

6

6

2

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 1-3 уменьшить на 1?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 | e11 | e12 |
| V1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 |  |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V3 | 1 |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| V4 |  | 1 | 1 |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |
| V5 |  |  |  | 1 |  | 1 |  | 1 |  | 1 | 1 |  |
| V6 |  |  |  |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  | 1 |
| V7 |  |  |  |  | 1 |  |  |  | 1 |  | 1 | 1 |
| Вес Wi | 11 | 19 | 10 | 22 | 30 | 21 | 18 | 13 | 11 | 15 | 30 | 21 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |  | 90 | - | 92 | - | - | 68 | 184 |
| Б |  |  | 167 | 142 | 154 | 153 | 72 | 90 |
| В |  |  |  | 103 | 86 | 194 | 140 | 74 |
| Г |  |  |  |  | 179 | 94 | 172 | 131 |
| Д |  |  |  |  |  | 112 | 67 | 90 |
| Е |  |  |  |  |  |  | 120 | 137 |
| Ж |  |  |  |  |  |  |  | 174 |
| З |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 4.**

8

6

7

1

4

2

5

2

9

4

1

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 1-4 увеличить на 2?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 |
| V1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 | 1 |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |
| V3 |  |  | 1 |  | 1 | 1 |  |  |  |  |
| V4 |  |  |  | 1 |  |  | 1 | 1 |  |  |
| V5 |  | 1 |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |
| V6 |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 | 1 |
| V7 |  |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  | 1 |
| Вес Wi | 24 | 42 | 37 | 33 | 47 | 18 | 19 | 15 | 37 | 32 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |  | - | 89 | 25 | 118 | 122 | 50 | 136 |
| Б |  |  | 70 | 115 | 21 | 148 | 46 | 43 |
| В |  |  |  | 103 | - | - | 40 | 123 |
| Г |  |  |  |  | - | - | - | 106 |
| Д |  |  |  |  |  | 62 | 72 | 69 |
| Е |  |  |  |  |  |  | 81 | 82 |
| Ж |  |  |  |  |  |  |  | 61 |
| З |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 4.**

3

8

5

5

2

7

5

4

2

3

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 2-5 уменьшить на 1?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 |
| V1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 | 1 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  |
| V3 |  | 1 |  | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |
| V4 |  |  | 1 |  | 1 |  |  | 1 | 1 | 1 |
| V5 |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |  |  |
| V6 |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |  |
| V7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 1 |
| Вес Wi | 40 | 57 | 54 | 33 | 43 | 44 | 42 | 57 | 40 | 41 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |  | 149 | 130 | 83 | 89 | 99 | - | - |
| Б |  |  | 147 | 93 | 127 | 81 | 118 | - |
| В |  |  |  | 123 | 126 | 140 | 104 | 117 |
| Г |  |  |  |  | 94 | 148 | 132 | 118 |
| Д |  |  |  |  |  | 92 | 102 | 94 |
| Е |  |  |  |  |  |  | 137 | - |
| Ж |  |  |  |  |  |  |  | 115 |
| З |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 4.**

6

4

1

2

1

4

9

6

2

3

1

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 3-T уменьшить на 1?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 | e11 |
| V1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |
| V3 |  |  | 1 |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |
| V4 | 1 |  |  |  | 1 |  |  | 1 | 1 |  |  |
| V5 |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |  |
| V6 |  |  |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  | 1 |
| V7 |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |  | 1 | 1 |
| Вес Wi | 20 | 26 | 34 | 28 | 22 | 25 | 25 | 27 | 37 | 27 | 40 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |  | 243 | - | - | - | 241 | - | 255 |
| Б |  |  | 280 | 274 | 179 | 257 | - | 260 |
| В |  |  |  | 164 | 266 | 265 | 228 | 166 |
| Г |  |  |  |  | 166 | 208 | - | - |
| Д |  |  |  |  |  | - | 197 | 183 |
| Е |  |  |  |  |  |  | 170 | 155 |
| Ж |  |  |  |  |  |  |  | 240 |
| З |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 4.**

7

5

2

9

1

3

4

8

5

3

1

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 2-3 уменьшить на 3?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 | e11 |
| V1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 | 1 |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |
| V3 |  | 1 |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |
| V4 |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 | 1 | 1 |  |
| V5 |  |  |  | 1 |  |  | 1 | 1 |  |  | 1 |
| V6 |  |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 |
| V7 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  | 1 |  |
| Вес Wi | 7 | 27 | 29 | 4 | 30 | 24 | 40 | 25 | 14 | 4 | 34 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |  | 147 | 171 | 183 | 149 | 155 | - | 134 |
| Б |  |  | 150 | - | 130 | 175 | 196 | 198 |
| В |  |  |  | 185 | 188 | - | - | 116 |
| Г |  |  |  |  | 115 | 127 | 153 | - |
| Д |  |  |  |  |  | - | 154 | 146 |
| Е |  |  |  |  |  |  | 183 | 195 |
| Ж |  |  |  |  |  |  |  | 178 |
| З |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 4.**

3

5

9

3

5

10

2

8

2

5

4

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги S-2 увеличить на 2?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 | e11 |
| V1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 | 1 |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |
| V3 |  |  |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |
| V4 |  | 1 | 1 |  |  | 1 |  | 1 | 1 |  |  |
| V5 |  |  |  | 1 |  |  |  | 1 |  | 1 | 1 |
| V6 |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 | 1 |  |
| V7 |  |  |  |  | 1 |  |  |  |  |  | 1 |
| Вес Wi | 40 | 16 | 18 | 30 | 14 | 8 | 11 | 33 | 7 | 9 | 40 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |  | - | 99 | 189 | 65 | 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 4.**

2

5

3

2

5

5

2

8

2

1

4

4

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 3-5 увеличить на 1?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 | e11 | e12 |
| V1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 |  |  |  | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |  |
| V3 |  |  |  | 1 |  |  | 1 | 1 |  |  |  |  |
| V4 |  |  |  |  |  |  | 1 |  | 1 | 1 |  |  |
| V5 | 1 |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |  | 1 |  |
| V6 |  | 1 |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  |  | 1 |
| V7 |  |  | 1 |  |  |  |  |  |  | 1 | 1 | 1 |
| Вес Wi | 42 | 53 | 46 | 78 | 70 | 37 | 66 | 63 | 75 | 31 | 74 | 55 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 4.**

3

6

5

6

9

3

20

3

4

3

2

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 4-5 увеличить на 1?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Ребро  Вершина | e1 | e2 | e3 | e4 | e5 | e6 | e7 | e8 | e9 | e10 | e11 |
| V1 | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V2 |  | 1 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| V3 |  |  | 1 | 1 | 1 | 1 |  |  |  |  |  |
| V4 | 1 |  | 1 |  |  |  | 1 | 1 |  |  |  |
| V5 |  |  |  | 1 |  |  | 1 |  | 1 | 1 |  |
| V6 |  | 1 |  |  | 1 |  |  | 1 | 1 |  | 1 |
| V7 |  |  |  |  |  | 1 |  |  |  | 1 | 1 |
| Вес Wi | 50 | 64 | 54 | 78 | 43 | 55 | 43 | 43 | 64 | 49 | 70 |

**Задача 2.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 3.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Город | А | Б | В | Г | Д | Е | Ж | З |
| А |  | - | 81 | 106 | 145 | 82 | 93 | 124 |
| Б |  |  | - | 79 | 103 | 93 | 163 | 105 |
| В |  |  |  | 155 | 166 | 75 | 83 | 89 |
| Г |  |  |  |  | - | 180 | - | 128 |
| Д |  |  |  |  |  | - | - | 155 |
| Е |  |  |  |  |  |  | 159 | 121 |
| Ж |  |  |  |  |  |  |  | 148 |
| З |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Задача 4.**

3

6

5

7

7

4

10

4

2

4

3

Изменится ли максимальный поток, если пропускную способность дуги 1-4 увеличить на 2?

**Задача 5.**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 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.