

Санкт-Петербургский Политехнический Университет Петра Великого

Институт компьютерных наук и технологий

Кафедра компьютерных систем и программных технологий

## **ОТЧЕТ**

**по расчетному заданию**

**«Теория расписаний»**

**Системный анализ и принятие решений**

**Работу выполнил студент**

группа 33501/4      Дьячков В.В.

**Преподаватель**

\_\_\_\_\_      Сабонис С.С.

Санкт-Петербург

2 мая 2018 г.

## Содержание

1	Техническое задание . . . . .	3
2	Исходные данные . . . . .	3
3	Задача сетевого планирования . . . . .	4
3.1	Матрица смежности . . . . .	4
3.2	Наиболее ранние и поздние моменты наступления событий . . .	4
3.3	Матрица резервов . . . . .	5
3.4	Критический путь . . . . .	5
4	Время выполнения всего комплекса работ . . . . .	6
5	Распределение работ по ресурсам . . . . .	6
5.1	Критерий наименьшей длительности работы . . . . .	6
5.2	Критерий наибольшей длительности работы . . . . .	8
5.3	Критерий наименьшего резерва работы . . . . .	10
5.4	Критерий наибольшего резерва работы . . . . .	12

## Список таблиц

3.1	Матрица смежности . . . . .	4
3.2	Матрица резервов . . . . .	5
5.1	Решение задачи по шагам (критерий наименьшей длительности работы) . . . . .	6
5.2	Решение задачи по шагам (критерий наибольшей длительности работы) . . . . .	8
5.3	Решение задачи по шагам (критерий наименьшего резерва работы) . . . . .	10
5.4	Решение задачи по шагам (критерий наибольшего резерва работы) . . . . .	12

## Список иллюстраций

2.1	Исходный граф (вариант 32) . . . . .	3
3.1	Наиболее ранние и поздние моменты наступления событий . . .	4
3.2	Критический путь . . . . .	5
5.1	Распределение работ по ресурсам (критерий наименьшей длительности работы) . . . . .	7
5.2	Распределение работ по ресурсам (критерий наибольшей длительности работы) . . . . .	9
5.3	Распределение работ по ресурсам (критерий наименьшего резерва работы) . . . . .	11
5.4	Распределение работ по ресурсам (критерий наибольшего резерва работы) . . . . .	13

## 1. Техническое задание

- Задача сетевого планирования, метод динамического программирования. На основе графа, приведенного на рис. 2.1:
  1. написать матрицу смежности;
  2. определить наиболее ранние моменты наступления событий;
  3. определить наиболее поздние моменты наступления событий;
  4. определить резервы времени, написать матрицу резервов;
  5. найти критический путь (пути);
  6. определить минимально возможное время выполнения всего комплекса работ.
- Для  $n = 1$  определить время выполнения всего комплекса работ;
- Для  $n = 3$  найти распределение работ по ресурсам, рассмотреть 4 критерия выбора работ для выполнения, указанные ниже; для каждого критерия привести решение задачи по шагам, построить график, найти общее время работы, найти времена простоя каждого ресурса:
  1. работа наименьшей длительности;
  2. работа наибольшей длительности;
  3. работа с наименьшим резервом;
  4. работа с наибольшим резервом.

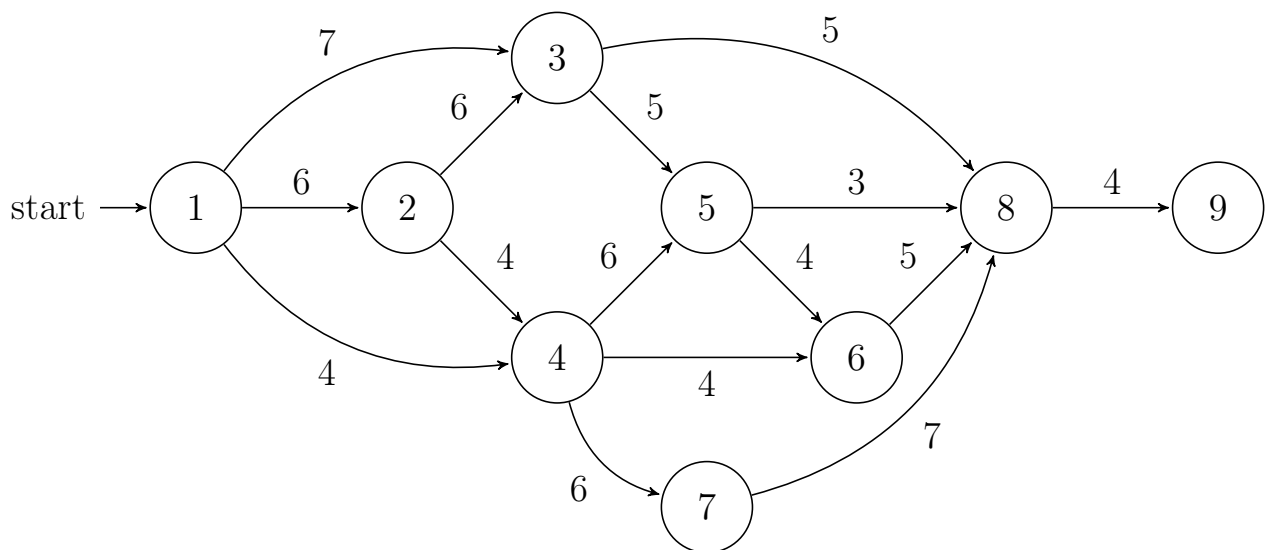


Рис. 2.1: Исходный граф (вариант 32)

### 3. Задача сетевого планирования

#### 3.1. Матрица смежности

Таблица 3.1: Матрица смежности

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-	6	7	4	-	-	-	-	-
2	-	-	6	4	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	5	-	-	5	-
4	-	-	-	-	6	4	6	-	-
5	-	-	-	-	-	4	-	3	-
6	-	-	-	-	-	-	-	5	-
7	-	-	-	-	-	-	-	7	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	4
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

#### 3.2. Наиболее ранние и поздние моменты наступления событий

На рис. 3.1 приведен исходный граф с обозначенными в нем наиболее ранними  $t'_i$  и наиболее поздними моментами  $t''_i$  наступления событий, указанными внутри событий как  $t'_i/t''_i$ . На ребрах графа после веса в скобках указан резерв выполнения работы  $r_{ij}$ .

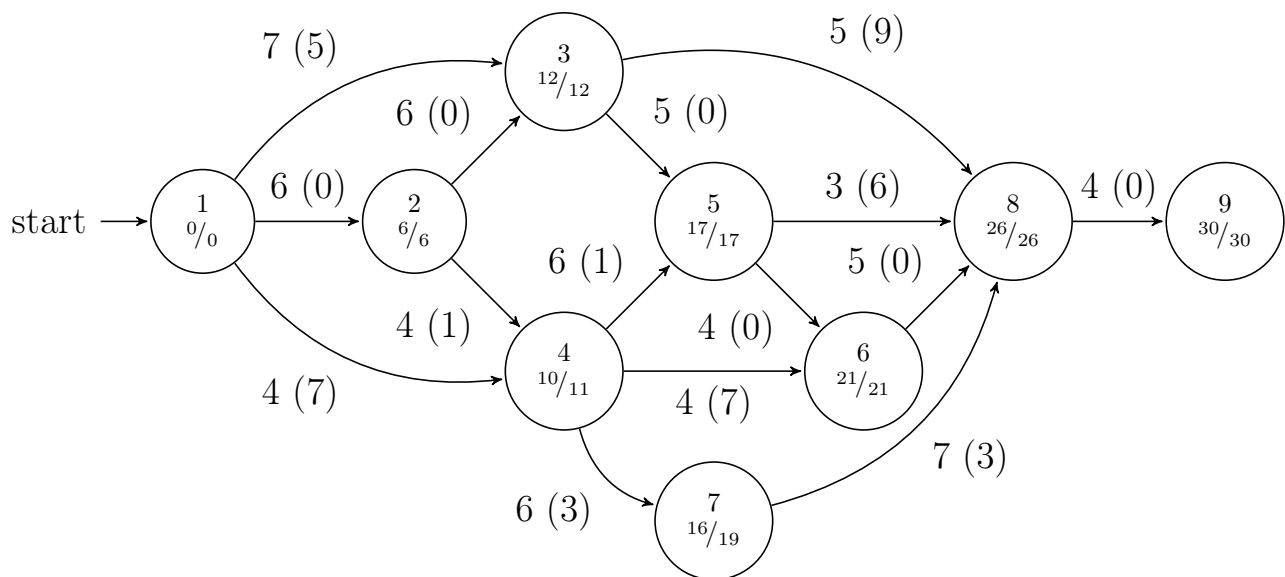


Рис. 3.1: Наиболее ранние и поздние моменты наступления событий

### 3.3. Матрица резервов

В таблице 3.2 приведена полученная матрица резервов.

Таблица 3.2: Матрица резервов

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	-	0	5	7	-	-	-	-	-
2	-	-	0	1	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	0	-	-	9	-
4	-	-	-	-	1	7	3	-	-
5	-	-	-	-	-	0	-	6	-
6	-	-	-	-	-	-	-	0	-
7	-	-	-	-	-	-	-	3	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	0
9	-	-	-	-	-	-	-	-	-

### 3.4. Критический путь

На рис. 3.2 изображен критический путь  $1 \xrightarrow{6} 2 \xrightarrow{6} 3 \xrightarrow{5} 5 \xrightarrow{4} 6 \xrightarrow{5} 8 \xrightarrow{4} 9$ , составленный из работ с резервом  $r_{ij} = 0$ . Длина пути оказалась равна 30.

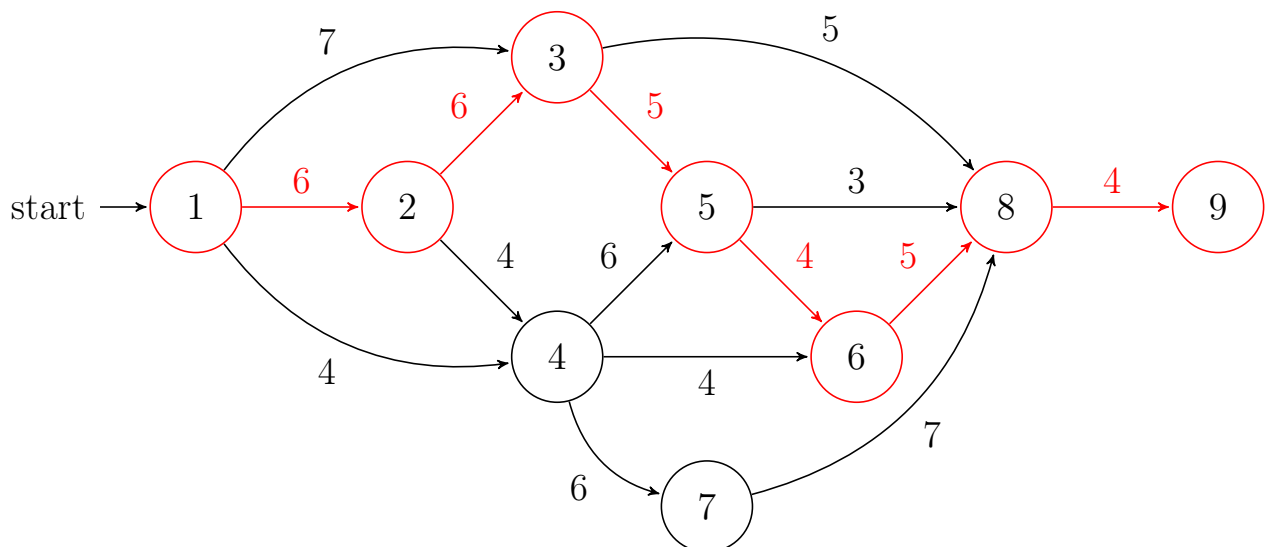


Рис. 3.2: Критический путь

## 4. Время выполнения всего комплекса работ

Для числа рабочих  $n = 1$  общее время выполнения равно сумме времени выполнения всех работ, т.е.  $T = \sum_i t_i = 76$ .

## 5. Распределение работ по ресурсам

Найдем распределения работ по ресурсам для  $n = 3$  используя разные критерии.

### 5.1. Критерий наименьшей длительности работы

В таблице 5.1 приведено пошаговое решение, полученное с использованием критерия наименьшей длительности работы. Здесь и далее используются следующие обозначения для столбцов:  $t$  – текущее время,  $D$  – выполненные работы,  $E$  – наступившие события,  $W$  – доступные работы,  $A$  – длительности работ,  $B$  – выполняемые работы,  $L$  – время, через которое ресурс освободится.

Таблица 5.1: Решение задачи по шагам (критерий наименьшей длительности работы)

$t$	$D$	$E$	$W$	$A$	$B$	$L$
0	[ ]	[0]	[0 1] [0 2] [0 3]	[6 7 4]	[0 2] [0 1] [0 3]	[7 6 4]
4	[0 3]	[0]	[ ]	[ ]	[0 2] [0 1]	[3 2]
6	[0 1]	[0 1]	[1 2] [1 3]	[6 4]	[0 2] [1 2] [1 3]	[1 6 4]
7	[0 2]	[0 1]	[ ]	[ ]	[1 2] [1 3]	[5 3]
10	[1 3]	[0 1 3]	[3 4] [3 5] [3 6]	[6 4 6]	[1 2] [3 4] [3 6]	[2 6 6]
12	[1 2]	[0 1 2 3]	[2 4] [2 7] [3 5]	[5 5 4]	[3 4] [3 6] [2 4]	[4 4 5]
16	[3 4] [3 6]	[0 1 2 3 6]	[2 7] [3 5] [6 7]	[5 4 7]	[2 4] [6 7] [2 7]	[1 7 5]
17	[2 4]	[0 1 2 3 4 6]	[3 5] [4 5] [4 7]	[4 4 3]	[6 7] [2 7] [3 5]	[6 4 4]
21	[2 7] [3 5]	[0 1 2 3 4 6]	[4 5] [4 7]	[4 3]	[6 7] [4 5] [4 7]	[2 4 3]
23	[6 7]	[0 1 2 3 4 6]	[ ]	[ ]	[4 5] [4 7]	[2 1]
24	[4 7]	[0 1 2 3 4 6]	[ ]	[ ]	[4 5]	[1]
25	[4 5]	[0 1 2 3 4 5 6]	[5 7]	[5]	[5 7]	[5]
30	[5 7]	[0 1 2 3 4 5 6 7]	[7 8]	[4]	[7 8]	[4]
34	[7 8]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

На рис. 5.1 изображено распределение работ по ресурсам, полученное с использованием критерия наименьшей длительности работы.

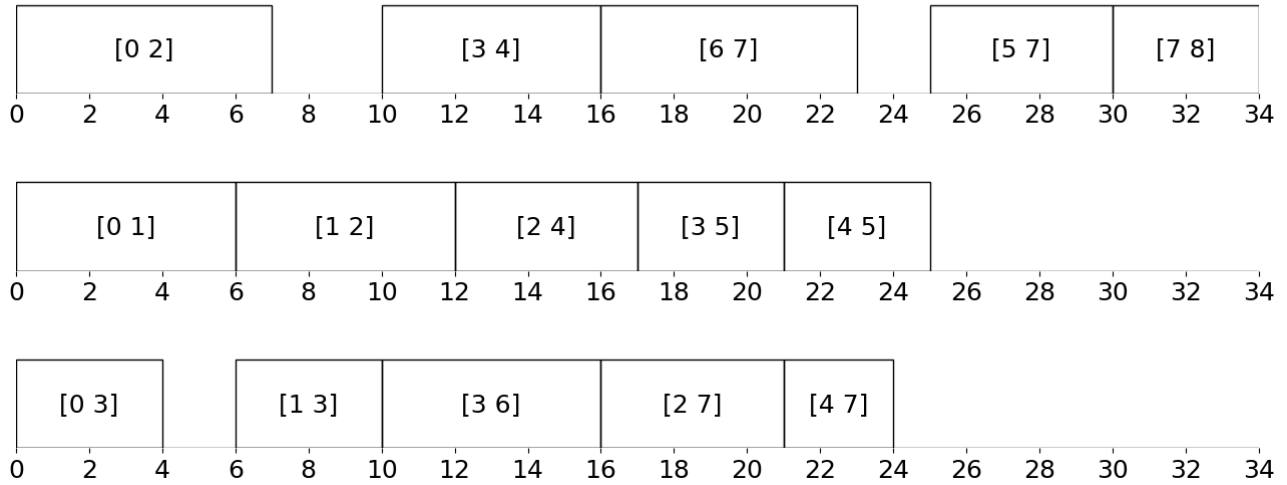


Рис. 5.1: Распределение работ по ресурсам (критерий наименьшей длительности работы)

Общее время при данном критерии оказалось равно  $T = 34$  часам, при этом первый исполнитель простаивал  $3 + 2 = 5$  часов, второй 9 часов, третий  $2 + 10 = 12$  часов.

## 5.2. Критерий наибольшей длительности работы

В таблице 5.2 приведено пошаговое решение, полученное с использованием критерия наибольшей длительности работы.

Таблица 5.2: Решение задачи по шагам (критерий наибольшей длительности работы)

$t$	$D$	$E$	$W$	$A$	$B$	$L$
0	[ ]	[0]	[0 1] [0 2] [0 3]	[6 7 4]	[0 3] [0 1] [0 2]	[4 6 7]
4	[0 3]	[0]	[ ]	[ ]	[0 1] [0 2]	[2 3]
6	[0 1]	[0 1]	[1 2] [1 3]	[6 4]	[0 2] [1 3] [1 2]	[1 4 6]
7	[0 2]	[0 1]	[ ]	[ ]	[1 3] [1 2]	[3 5]
10	[1 3]	[0 1 3]	[3 4] [3 5] [3 6]	[6 4 6]	[1 2] [3 5] [3 4]	[2 4 6]
12	[1 2]	[0 1 2 3]	[2 4] [2 7] [3 6]	[5 5 6]	[3 5] [3 4] [2 4]	[2 4 5]
14	[3 5]	[0 1 2 3]	[2 7] [3 6]	[5 6]	[3 4] [2 4] [2 7]	[2 3 5]
16	[3 4]	[0 1 2 3]	[3 6]	[6]	[2 4] [2 7] [3 6]	[1 3 6]
17	[2 4]	[0 1 2 3 4]	[4 5] [4 7]	[4 3]	[2 7] [3 6] [4 7]	[2 5 3]
19	[2 7]	[0 1 2 3 4]	[4 5]	[4]	[3 6] [4 7] [4 5]	[3 1 4]
20	[4 7]	[0 1 2 3 4]	[ ]	[ ]	[3 6] [4 5]	[2 3]
22	[3 6]	[0 1 2 3 4 6]	[6 7]	[7]	[4 5] [6 7]	[1 7]
23	[4 5]	[0 1 2 3 4 5 6]	[5 7]	[5]	[6 7] [5 7]	[6 5]
28	[5 7]	[0 1 2 3 4 5 6]	[ ]	[ ]	[6 7]	[1]
29	[6 7]	[0 1 2 3 4 5 6 7]	[7 8]	[4]	[7 8]	[4]
33	[7 8]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]



На рис. 5.2 изображено распределение работ по ресурсам, полученное с использованием критерия наибольшей длительности работы.

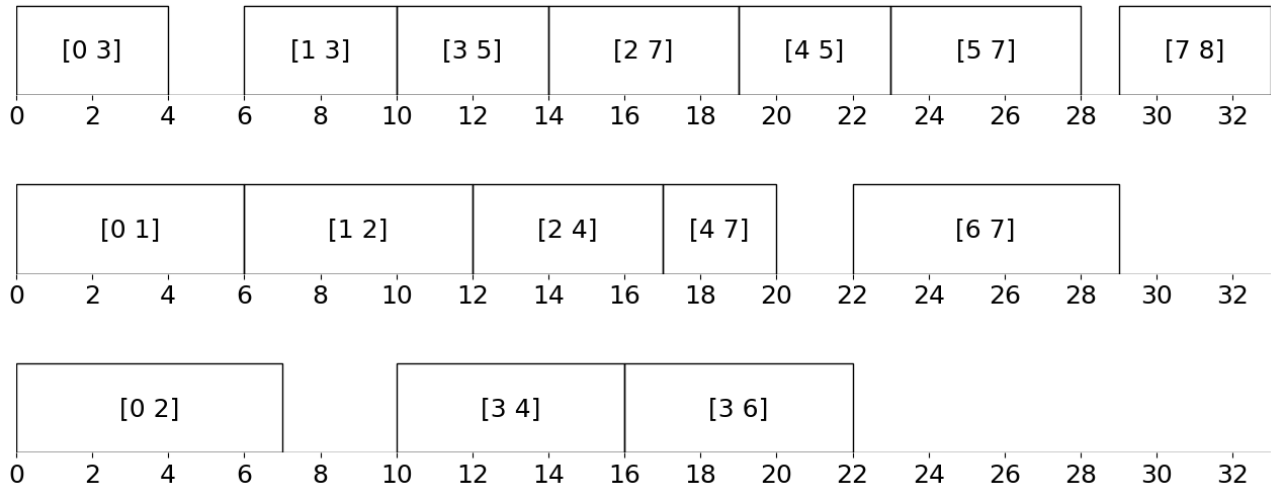


Рис. 5.2: Распределение работ по ресурсам (критерий наибольшей длительности работы)

Общее время при данном критерии оказалось равно  $T = 33$  часам, при этом первый исполнитель простаивал  $2 + 1 = 3$  часа, второй  $2 + 4 = 6$  часов, третий  $3 + 11 = 14$  часов.

### 5.3. Критерий наименьшего резерва работы

В таблице 5.3 приведено пошаговое решение, полученное с использованием критерия наименьшего резерва работы.

Таблица 5.3: Решение задачи по шагам (критерий наименьшего резерва работы)

$t$	$D$	$E$	$W$	$A$	$B$	$L$
0	[ ]	[0]	[0 1] [0 2] [0 3]	[6 7 4]	[0 3] [0 2] [0 1]	[4 7 6]
4	[0 3]	[0]	[ ]	[ ]	[0 2] [0 1]	[3 2]
6	[0 1]	[0 1]	[1 2] [1 3]	[6 4]	[0 2] [1 3] [1 2]	[1 4 6]
7	[0 2]	[0 1]	[ ]	[ ]	[1 3] [1 2]	[3 5]
10	[1 3]	[0 1 3]	[3 4] [3 5] [3 6]	[6 4 6]	[1 2] [3 5] [3 6]	[2 4 6]
12	[1 2]	[0 1 2 3]	[2 4] [2 7] [3 4]	[5 5 6]	[3 5] [3 6] [2 7]	[2 4 5]
14	[3 5]	[0 1 2 3]	[2 4] [3 4]	[5 6]	[3 6] [2 7] [3 4]	[2 3 6]
16	[3 6]	[0 1 2 3 6]	[2 4] [6 7]	[5 7]	[2 7] [3 4] [6 7]	[1 4 7]
17	[2 7]	[0 1 2 3 6]	[2 4]	[5]	[3 4] [6 7] [2 4]	[3 6 5]
20	[3 4]	[0 1 2 3 6]	[ ]	[ ]	[6 7] [2 4]	[3 2]
22	[2 4]	[0 1 2 3 4 6]	[4 5] [4 7]	[4 3]	[6 7] [4 7] [4 5]	[1 3 4]
23	[6 7]	[0 1 2 3 4 6]	[ ]	[ ]	[4 7] [4 5]	[2 3]
25	[4 7]	[0 1 2 3 4 6]	[ ]	[ ]	[4 5]	[1]
26	[4 5]	[0 1 2 3 4 5 6]	[5 7]	[5]	[5 7]	[5]
31	[5 7]	[0 1 2 3 4 5 6 7]	[7 8]	[4]	[7 8]	[4]
35	[7 8]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

На рис. 5.3 изображено распределение работ по ресурсам, полученное с использованием критерия наименьшего резерва работы.

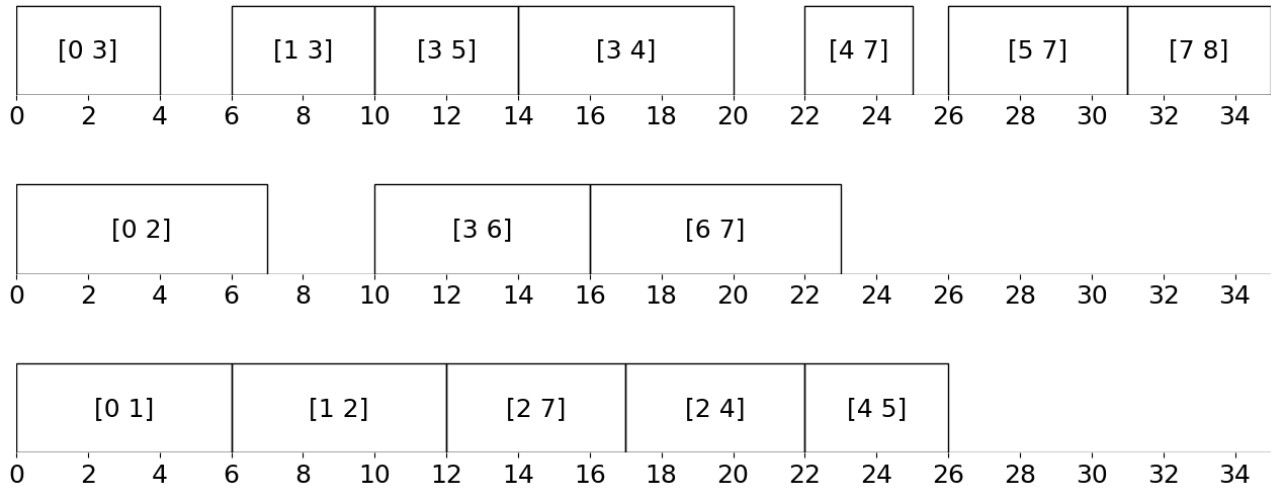


Рис. 5.3: Распределение работ по ресурсам (критерий наименьшего резерва работы)

Общее время при данном критерии оказалось равно  $T = 35$  часам, при этом первый исполнитель простаивал  $2 + 2 + 1 = 5$  часов, второй  $3 + 12 = 15$  часов, третий 9 часов.

#### 5.4. Критерий наибольшего резерва работы

В таблице 5.4 приведено пошаговое решение, полученное с использованием критерия наибольшего резерва работы.

Таблица 5.4: Решение задачи по шагам (критерий наибольшего резерва работы)

$t$	$D$	$E$	$W$	$A$	$B$	$L$
0	[ ]	[0]	[0 1] [0 2] [0 3]	[6 7 4]	[0 1] [0 2] [0 3]	[6 7 4]
4	[0 3]	[0]	[ ]	[ ]	[0 1] [0 2]	[2 3]
6	[0 1]	[0 1]	[1 2] [1 3]	[6 4]	[0 2] [1 2] [1 3]	[1 6 4]
7	[0 2]	[0 1]	[ ]	[ ]	[1 2] [1 3]	[5 3]
10	[1 3]	[0 1 3]	[3 4] [3 5] [3 6]	[6 4 6]	[1 2] [3 4] [3 6]	[2 6 6]
12	[1 2]	[0 1 2 3]	[2 4] [2 7] [3 5]	[5 5 4]	[3 4] [3 6] [2 4]	[4 4 5]
16	[3 4] [3 6]	[0 1 2 3 6]	[2 7] [3 5] [6 7]	[5 4 7]	[2 4] [6 7] [3 5]	[1 7 4]
17	[2 4]	[0 1 2 3 4 6]	[2 7] [4 5] [4 7]	[5 4 3]	[6 7] [3 5] [4 5]	[6 3 4]
20	[3 5]	[0 1 2 3 4 6]	[2 7] [4 7]	[5 3]	[6 7] [4 5] [4 7]	[3 1 3]
21	[4 5]	[0 1 2 3 4 5 6]	[2 7] [5 7]	[5 5]	[6 7] [4 7] [5 7]	[2 2 5]
23	[6 7] [4 7]	[0 1 2 3 4 5 6]	[2 7]	[5]	[5 7] [2 7]	[3 5]
26	[5 7]	[0 1 2 3 4 5 6]	[ ]	[ ]	[2 7]	[2]
28	[2 7]	[0 1 2 3 4 5 6 7]	[7 8]	[4]	[7 8]	[4]
32	[7 8]	[0 1 2 3 4 5 6 7 8]	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

На рис. 5.4 изображено распределение работ по ресурсам, полученное с использованием критерия наибольшего резерва работы.

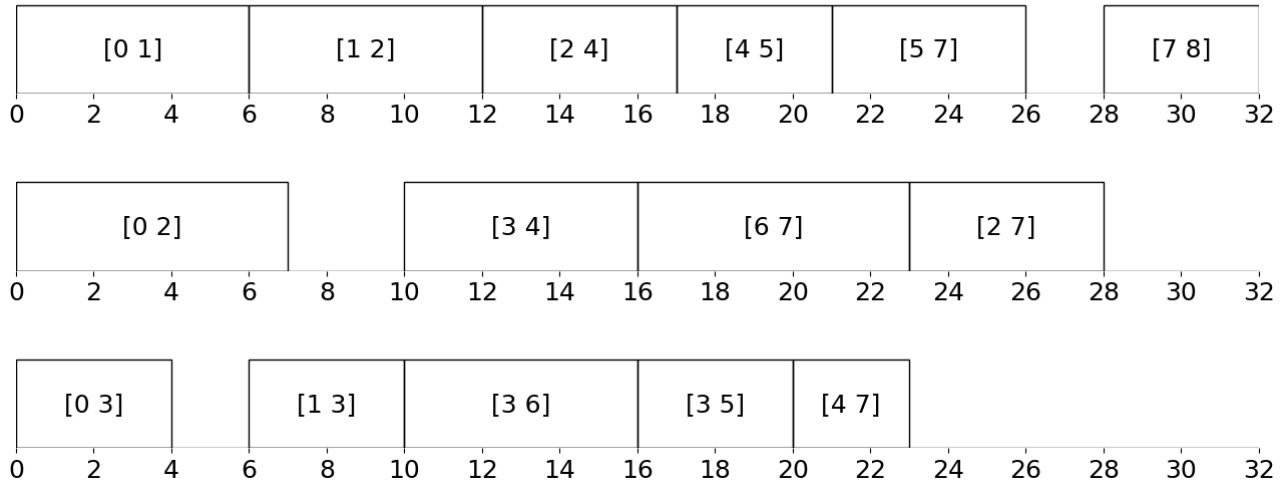


Рис. 5.4: Распределение работ по ресурсам (критерий наибольшего резерва работы)

Общее время при данном критерии оказалось равно  $T = 32$  часам, при этом первый исполнитель простаивал 2 часа, второй  $3 + 4 = 7$  часов, третий  $2 + 9 = 11$  часов. Таким образом, оптимальными в данном случае оказался критерий наибольшего резерва работы.