

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Расчетное задание по курсу
«ЭКОНОМИКА ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЕКТАМИ»
Направление подготовки 38.04.01 Экономика

Амелина Анна Юрьевна, к.э.н., доцент каф. ЭЭП

СОДЕРЖАНИЕ

1. Сетевое планирование и управление.....	3
1.1 Пример решения задания.....	3
1. 2 Варианты для самостоятельного решения.....	10

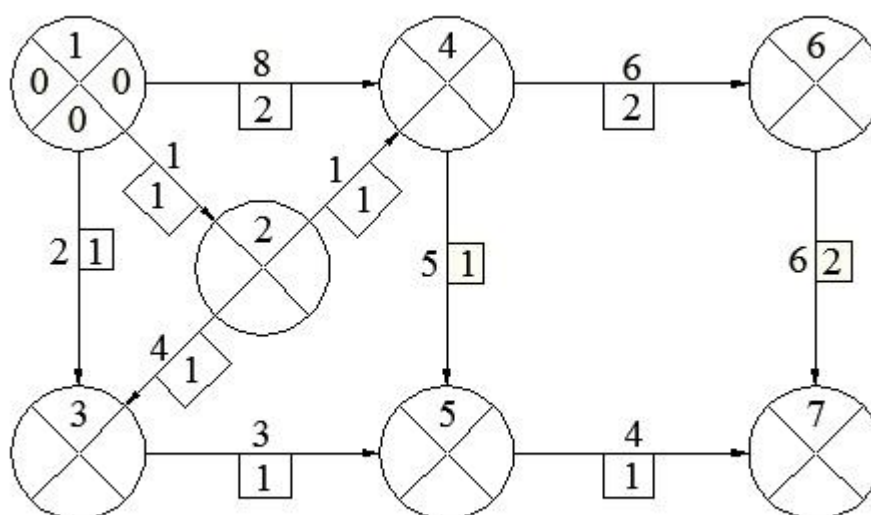
1. Сетевое планирование и управление

1.1 Пример решения задания

Провести расчет сетевого графика в табличной и графической форме. Рассчитать резервы времени работ. Определить коэффициенты напряженности 3-ех путей (по выбору).

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	$r_{св}$
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	1	1						
1-3	2	1						
1-4	8	2						
2-3	4	1						
2-4	1	1						
3-5	3	1						
4-5	5	1						
4-6	6	2						
5-7	4	1						
6-7	6	2						

На основе сетевого графика, его расчетных временных параметров и численности исполнителей по работам составить линейную диаграмму комплекса работ и график трудового ресурса. Провести оптимизацию по **ограниченному числу исполнителей, приняв его равным 3 чел.**, при неизменной длительности критического



пути.

Рис.1 Сетевой график работ, согласно начальным условиям.

I. Расчет сетевого графика

1.1. Ранние сроки свершения событий.

$$t_{pc,j} = t_{pc,i} + t_{ij};$$

Если в последующее j-е событие входят две или несколько работ, то ранний срок его свершения $t_{pc,j}$ выбирается по определению наибольшим.

Событие 1:

$$t_{pc1} = 0;$$

Событие 2:

$$t_{pc2} = t_{pc1} + t_{1-2} = 0 + 1 = 1;$$

Событие 3:

$$t_{pc3} = \max \left\{ \begin{matrix} t_{pc1} + t_{1-3} \\ t_{pc2} + t_{2-3} \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 0 + 2 \\ 1 + 4 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 2 \\ 5 \end{matrix} \right\} = 5;$$

Событие 4:

$$t_{pc4} = \max \left\{ \begin{matrix} t_{pc1} + t_{1-4} \\ t_{pc2} + t_{2-4} \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 0 + 8 \\ 1 + 1 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 8 \\ 2 \end{matrix} \right\} = 8;$$

Событие 5:

$$t_{pc5} = \max \left\{ \begin{matrix} t_{pc3} + t_{3-5} \\ t_{pc4} + t_{4-5} \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 5 + 3 \\ 8 + 5 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 8 \\ 13 \end{matrix} \right\} = 13;$$

Событие 6:

$$t_{pc6} = t_{pc4} + t_{4-6} = 8 + 6 = 14;$$

Событие 7:

$$t_{pc7} = \max \left\{ \begin{matrix} t_{pc5} + t_{5-7} \\ t_{pc6} + t_{6-7} \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 13 + 4 \\ 14 + 6 \end{matrix} \right\} = \max \left\{ \begin{matrix} 17 \\ 20 \end{matrix} \right\} = 20.$$

1.2. Поздние сроки свершения событий.

$$t_{nc,i} = t_{nc,j} - t_{ij}$$

Если из события выходят две или несколько работ, то поздний срок его свершения принимается по определению наименьшим.

Событие 7:

Поздний срок совершения конечного события принимается равным раннему сроку:

$$t_{nc7} = t_{pc7} = 20;$$

Событие 6:

$$t_{nc6} = t_{nc7} - t_{6-7} = 20 - 6 = 14;$$

Событие 5:

$$t_{nc5} = t_{nc7} - t_{5-7} = 20 - 4 = 16;$$

Событие 4:

$$t_{nc4} = \min \left\{ \begin{matrix} t_{nc6} - t_{4-6} \\ t_{nc5} - t_{4-5} \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 14 - 6 \\ 16 - 5 \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 8 \\ 11 \end{matrix} \right\} = 8;$$

Событие 3:

$$t_{nc3} = t_{nc5} - t_{3-5} = 16 - 3 = 13;$$

Событие 2:

$$t_{nc2} = \min \left\{ \begin{matrix} t_{nc3} - t_{2-3} \\ t_{nc4} - t_{2-4} \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 13 - 4 \\ 8 - 1 \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 9 \\ 7 \end{matrix} \right\} = 7;$$

Событие 1:

$$t_{nc1} = \min \left\{ \begin{matrix} t_{nc2} - t_{1-2} \\ t_{nc3} - t_{1-3} \\ t_{nc4} - t_{1-4} \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 7 - 1 \\ 13 - 2 \\ 8 - 8 \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 6 \\ 11 \\ 0 \end{matrix} \right\} = 0.$$

1.3. Полные резервы работ.

$$R_n = t_{nc,j} - t_{pc,i} - t_{ij};$$

Работа 1-2:

$$R_n^{1-2} = t_{nc2} - t_{pc1} - t_{1-2} = 7 - 0 - 1 = 6;$$

Работа 1-3:

$$R_n^{1-3} = t_{nc3} - t_{pc1} - t_{1-3} = 13 - 0 - 2 = 11;$$

Работа 1-4:

$$R_n^{1-4} = t_{nc4} - t_{pc1} - t_{1-4} = 8 - 0 - 8 = 0;$$

Работа 2-3:

$$R_n^{2-3} = t_{nc3} - t_{pc2} - t_{2-3} = 13 - 1 - 4 = 8;$$

Работа 2-4:

$$R_n^{2-4} = t_{nc4} - t_{pc2} - t_{2-4} = 8 - 1 - 1 = 6;$$

Работа 3-5:

$$R_n^{3-5} = t_{nc5} - t_{pc3} - t_{3-5} = 16 - 5 - 3 = 8;$$

Работа 4-5:

$$R_n^{4-5} = t_{nc5} - t_{pc4} - t_{4-5} = 16 - 8 - 5 = 3;$$

Работа 4-6:

$$R_n^{4-6} = t_{nc6} - t_{pc4} - t_{4-6} = 14 - 8 - 6 = 0;$$

Работа 5-7:

$$R_n^{5-7} = t_{nc7} - t_{pc5} - t_{5-7} = 20 - 13 - 4 = 3;$$

Работа 6-7:

$$R_n^{6-7} = t_{nc7} - t_{pc6} - t_{6-7} = 20 - 14 - 6 = 0;$$

1.4. Свободные резервы времени.

$$r_{cs} = t_{pc,j} - t_{pc,i} - t_{ij}$$

Работа 1-2:

$$r_{cs}^{1-2} = t_{pc2} - t_{pc1} - t_{1-2} = 1 - 0 - 1 = 0;$$

Работа 1-3:

$$r_{cs}^{1-3} = t_{pc3} - t_{pc1} - t_{1-3} = 5 - 0 - 2 = 3;$$

Работа 1-4:

$$r_{cs}^{1-4} = t_{pc4} - t_{pc1} - t_{1-4} = 8 - 0 - 8 = 0;$$

Работа 2-3:

$$r_{cs}^{2-3} = t_{pc3} - t_{pc2} - t_{2-3} = 5 - 4 - 1 = 0;$$

Работа 2-4:

$$r_{cs}^{2-4} = t_{pc4} - t_{pc2} - t_{2-4} = 8 - 1 - 1 = 6;$$

Работа 3-5:

$$r_{cs}^{3-5} = t_{pc5} - t_{pc3} - t_{3-5} = 13 - 5 - 3 = 5;$$

Работа 4-5:

$$r_{cs}^{4-5} = t_{pc5} - t_{pc4} - t_{4-5} = 13 - 8 - 5 = 0;$$

Работа 4-6:

$$r_{cs}^{4-6} = t_{pc6} - t_{pc4} - t_{4-6} = 14 - 8 - 6 = 0;$$

Работа 5-7:

$$r_{cs}^{5-7} = t_{pc7} - t_{pc5} - t_{5-7} = 20 - 13 - 4 = 3;$$

Работа 6-7:

$$r_{cs}^{6-7} = t_{pc7} - t_{pc6} - t_{6-7} = 20 - 14 - 6 = 0;$$

Заносим полученные данные в исходную таблицу.

Таблица 1

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			t_{pH}^{ij}	t_{po}^{ij}	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	1	1	0	1	0	7	6	0
1-3	2	1	0	5	0	13	11	3

1-4	8	2	0	8	0	8	0	0
2-3	4	1	1	5	7	13	8	0
2-4	1	1	1	8	7	8	6	6
3-5	3	1	5	13	13	16	8	5
4-5	5	1	8	13	8	16	3	0
4-6	6	2	8	14	8	14	0	0
5-7	4	1	13	20	16	20	3	3
6-7	6	2	14	20	14	20	0	0

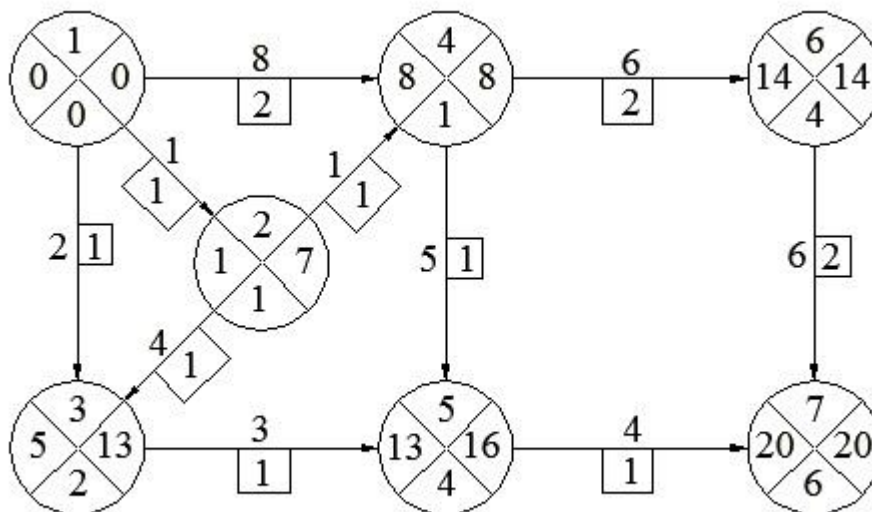


Рис.2. Сетевой график работ.

II. Коэффициенты напряженности.

$$\beta_H = \frac{t_L - t_{L,кр}}{t_{кр} - t_{L,кр}};$$

Критический путь: 1-4-6-7;
 $t_{кр} = 20$;

Рассмотрим 3 пути:

1) Путь 1-4-5-7.

$$t_{L1} = 17, t_{L,кр1} = 8;$$

$$\beta_{H1} = \frac{t_{L1} - t_{L,кр1}}{t_{кр} - t_{L,кр1}} = \frac{17 - 8}{20 - 8} = 0.75 < 0.8, \text{ значит путь 1-4-5-7 – не напряженный.}$$

2) Путь 1-2-4-6-7.

$$t_{L2} = 14, t_{L,кр2} = 12;$$

$$\beta_{H2} = \frac{t_{L2} - t_{L,кр2}}{t_{кр} - t_{L,кр2}} = \frac{14 - 12}{20 - 12} = 0.25 < 0.8, \text{ значит путь } 1-2-4-6-7 - \text{ не напряженный.}$$

3) Путь 1-2-3-5-7.

$$t_{L3} = 12, t_{L,кр3} = 0;$$

$$\beta_{H3} = \frac{t_{L3} - t_{L,кр3}}{t_{кр} - t_{L,кр3}} = \frac{12 - 0}{20 - 0} = 0.6 < 0.8, \text{ значит путь } 1-2-3-5-7 - \text{ не напряженный.}$$

III. Линейная диаграмма комплекса работ и график трудового ресурса.

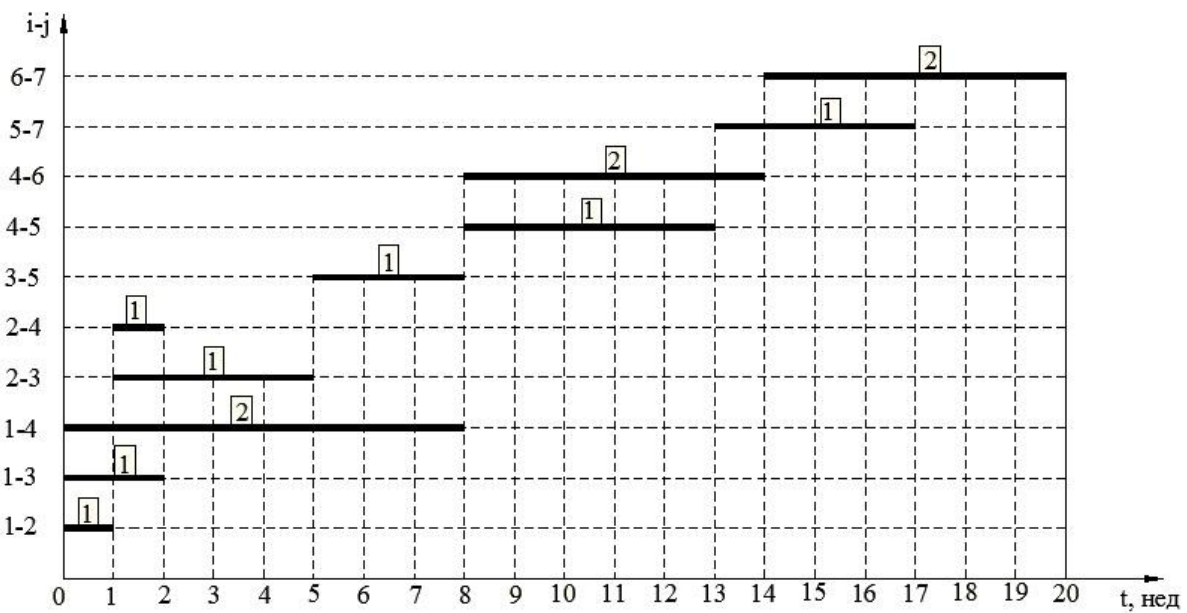


Рис. 3. Линейная диаграмма комплекса работ.

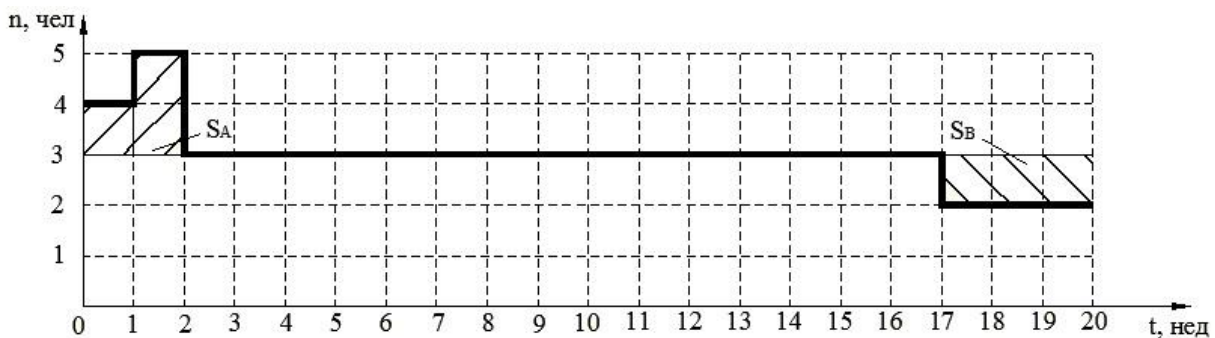


Рис. 4. График трудового ресурса

S_A - промежуток времени, на котором число рабочих превышает установленное задачей ограничение;

S_B - промежуток времени, на котором число рабочих ниже установленного задачей ограничения;

Проведем оптимизацию.

Интервал	0-1	1-2	2-3
----------	-----	-----	-----

Код i-j	1-2	1-3	1-4	1-3	1-4	2-3	2-4	1-3	1-4	2-3
Резерв полный R_n	6	11	0	10	0	8	6	9	0	7
Номер очередности	2	3	1	4	1	3	2	3	1	2
Количество исполнителей, n_{ij}	1	1	2	1	2	1	1	1	2	1
Общее количество исполнителей $\sum n_{ij}$	4			5				4		
Вывод	$4 > n_0 = 3; (1-3) \rightarrow$			$5 > n_0 = 3; (1-3), (2-3) \rightarrow$				$4 > n_0 = 3; (1-3) \rightarrow$		
Примечание	Кон.	\rightarrow	Прод.	\rightarrow	Прод.	\rightarrow	Кон	\rightarrow	Прод.	Прод.

Интервал	5-6				6-7		
Код i-j	1-3	1-4	2-3	3-5	1-3	1-4	3-5
Резерв полный R_n	6	0	4	8	5	0	7
Номер очередности	3	1	2	4	2	1	3
Количество исполнителей, n_{ij}	1	2	1	1	1	2	1
Общее количество исполнителей $\sum n_{ij}$	5				4		
Вывод	$5 > n_0 = 3; (1-3), (3-5) \rightarrow$				$4 > n_0 = 3; (3-5) \rightarrow$		
Примечание	\rightarrow	Прод.	Кон.	\rightarrow	Прод.	Прод.	\rightarrow

Далее все последующие работы (кроме работ находящихся на критическом пути (4-6 и 6-7)) сдвигаются на соответствующих интервалах на единицу времени вправо. То есть работа 5-7 в конечном итоге начнется на интервале 16-17, работа 4-5 на интервале 11-12, а работа 3-5 на интервале 8-9.

Построим графики комплекса работ и трудового ресурса с новым расположением работ.

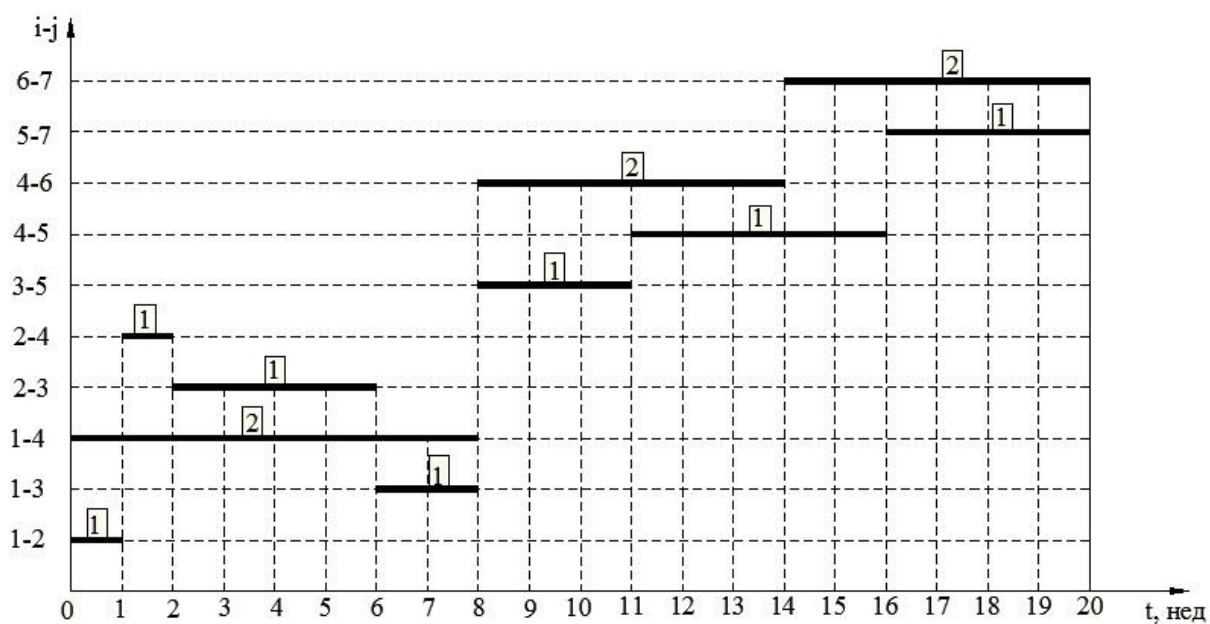


Рис. 5. Линейная диаграмма комплекса работ.

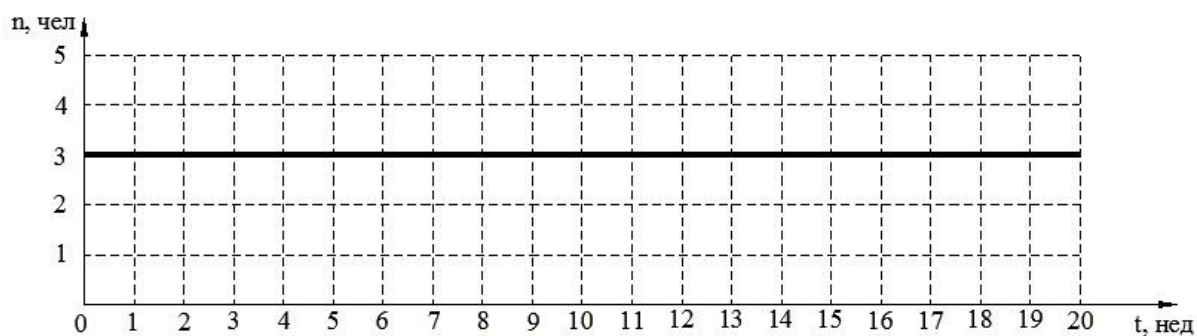


Рис. 6. График трудового ресурса

1. 2 Варианты для самостоятельного решения

Вариант - номер по списку в журнале.

1. Провести расчет сетевого графика в табличной и графической форме. Рассчитать резервы времени работ. Определить коэффициенты напряженности 3-ех путей (по выбору).

2. Построить карту проекта и провести оптимизацию сетевой модели по числу исполнителей.

Вариант №1.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	$r_{св}$
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	2	2						

1-3	2	2						
1-4	4	2						
2-3	4	2						
2-5	3	2						
3-4	6	2						
3-5	2	2						
4-6	6	2						
5-7	4	2						
6-7	8	2						

Вариант №2

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			t_{pH}^{ij}	t_{po}^{ij}	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	2	2						
1-3	1	2						
1-4	3	1						
2-3	4	2						
2-5	3	2						
3-4	7	2						
3-5	2	1						
4-6	6	2						
5-7	4	2						
6-7	7	1						

Вариант №3

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			t_{pH}^{ij}	t_{po}^{ij}	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	3	2						
1-3	3	2						
1-4	5	2						
2-3	5	2						
2-5	4	2						
3-4	7	2						
3-5	3	2						
4-6	7	2						
5-7	5	2						
6-7	9	2						

Вариант №4

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			t_{pH}^{ij}	t_{po}^{ij}	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		

1-2	1	2						
1-3	1	2						
1-4	4	2						
2-3	3	2						
2-5	2	2						
3-4	5	2						
3-5	5	2						
4-6	5	2						
5-7	4	2						
6-7	7	2						

Вариант №5

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	2	2						
1-3	1	1						
1-4	2	2						
2-3	2	2						
2-5	1	2						
3-4	4	2						
3-5	1	2						
4-6	3	2						
5-7	3	2						
6-7	4	2						

Вариант №6.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	2	3						
2-3	3	2						
2-4	1	1						
3-5	2	2						
3-6	5	1						
4-5	2	1						
5-6	2	2						
5-7	1	1						
6-7	4	2						

Вариант №7.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	3	3						
2-3	4	2						
2-4	2	1						
3-5	3	2						
3-6	6	1						
4-5	3	1						
5-6	3	2						
5-7	2	1						
6-7	5	2						

Вариант №8.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	4	3						
2-3	5	2						
2-4	3	1						
3-5	4	2						
3-6	7	1						
4-5	4	1						
5-6	4	2						
5-7	3	1						
6-7	6	2						

Вариант №9.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	5	3						
2-3	6	2						
2-4	4	1						
3-5	5	2						
3-6	8	1						
4-5	5	1						

5-6	5	2						
5-7	4	1						
6-7	7	2						

Вариант №10.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	4	2						
1-3	3	2						
1-4	2	2						
2-3	0	0						
2-5	1	2						
2-6	2	2						
3-4	3	2						
3-5	1	2						
4-5	0	0						
4-6	1	2						
5-6	3	2						

Вариант №11

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	5	2						
1-3	4	2						
1-4	3	2						
2-3	0	0						
2-5	2	2						
2-6	3	2						
3-4	4	2						
3-5	2	2						
4-5	0	0						
4-6	2	2						
5-6	4	2						

Вариант №12

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		

1-2	3	2						
1-3	2	2						
1-4	1	2						
2-3	0	0						
2-5	1	2						
2-6	1	2						
3-4	2	2						
3-5	1	2						
4-5	0	0						
4-6	1	2						
5-6	2	2						

Вариант №13

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	6	1						
1-3	5	1						
1-4	4	2						
2-3	0	0						
2-5	3	2						
2-6	4	2						
3-4	5	2						
3-5	3	2						
4-5	0	0						
4-6	3	2						
5-6	5	1						

Вариант №14.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	2	3						
1-3	3	1						
2-3	4	1						
2-4	3	1						
3-5	3	1						
4-5	3	2						
4-6	2	1						
5-6	3	2						

Вариант №15.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	3	3						
1-3	4	1						
2-3	5	1						
2-4	4	1						
3-5	4	1						
4-5	4	2						
4-6	3	1						
5-6	4	2						

Вариант №16.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	3	3						
1-3	3	1						
2-3	4	1						
2-4	3	1						
3-5	3	1						
4-5	2	2						
4-6	3	1						
5-6	2	2						

Вариант №17.

Код работы	t_{ij} , нед.	n , чел.	Ранние сроки		Поздние сроки		R_{Π}	r_{CB}
			$t_{рн}^{ij}$	$t_{ро}^{ij}$	$t_{пн}^{ij}$	$t_{по}^{ij}$		
1-2	4	3						
1-3	4	1						
2-3	5	1						
2-4	4	1						
3-5	4	1						
4-5	5	2						
4-6	5	2						
5-6	5	1						