

Тема 3. Сетевое моделирование (продолжение)

Расчет сетевого графика табличным методом

Последовательность расчета:

1. Рассчитать продолжительность выполнения работ;
2. Рассчитать ранние параметры работ;
3. Определить продолжительность критического пути;
4. Определить поздние параметры работ;
5. Определить общие и частные резервы времени;
6. Произвести проверку правильности расчета.

Расчет сетевого графика табличным методом

Продолжительность выполнения работ определяется по формуле:

$$T = \frac{C}{N \times B \times c},$$

где T – продолжительность выполнения работы, дни;

C – сметная стоимость специализированной работы (земляные работы, монтаж фундаментов и др.), руб.;

N – количество рабочих в бригаде, чел.;

B – выработка на одного рабочего в смену, руб./чел. в день;

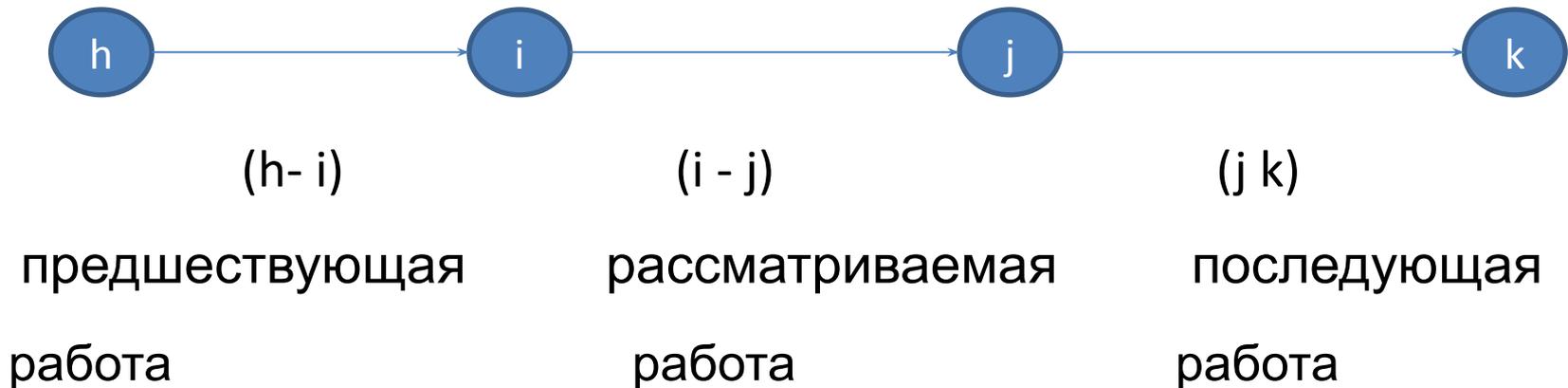
c – количество смен.

Расчет сетевого графика табличным методом

Основные правила расчета. Расчет ранних параметров работ ведется с нарастающим итогом от исходного события до завершающего. Для поздних параметров расчет ведется с убывающим итогом от завершающего события к исходному. Величину параметров определяет топология и продолжительность максимального пути: для ранних – максимального предшествующего пути; для поздних – максимального последующего пути.

Расчет сетевого графика табличным методом

Расчетные параметры сетевого графика



$i-j$ – код данной работы;

i – код начального события данной работы;

j – код конечного события данной работы;

$L_{кр}$ - длина критического пути;

t_{i-j} - продолжительность рассматриваемой работы;

$T_{i-j}^{рн}$ - раннее начало работы;

$T_{i-j}^{ро}$ - раннее окончание;

$T_{i-j}^{пн}$ - позднее начало;

$T_{i-j}^{по}$ - позднее окончание;

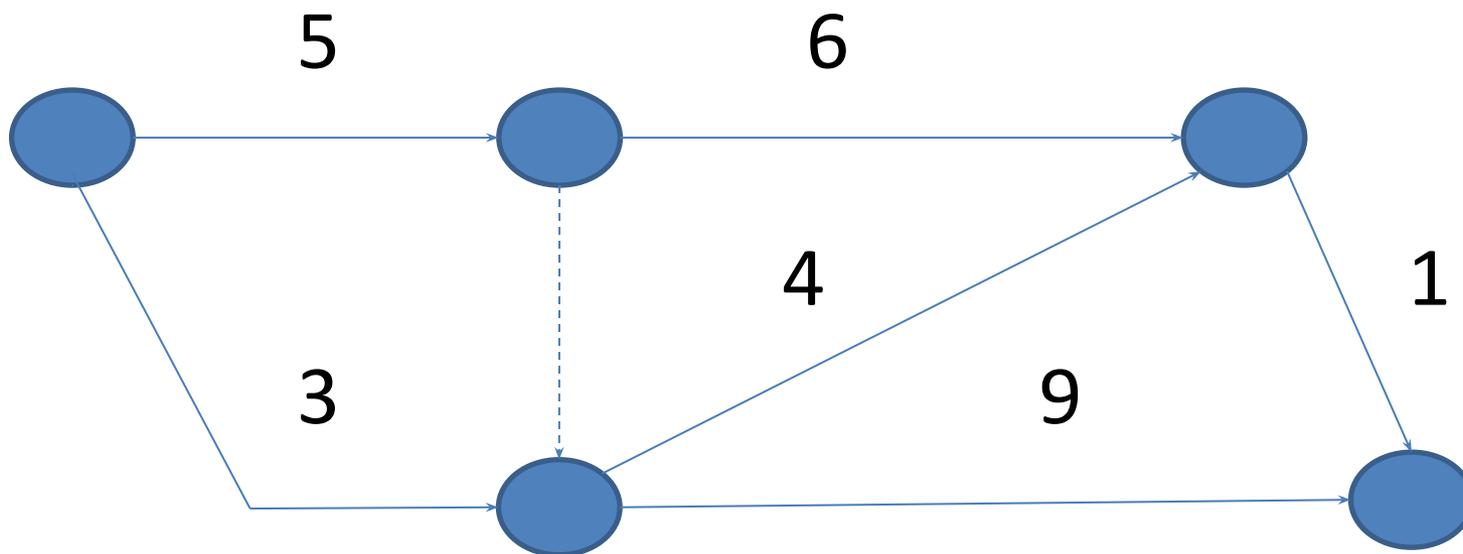
R_{i-j} - общий резерв времени;

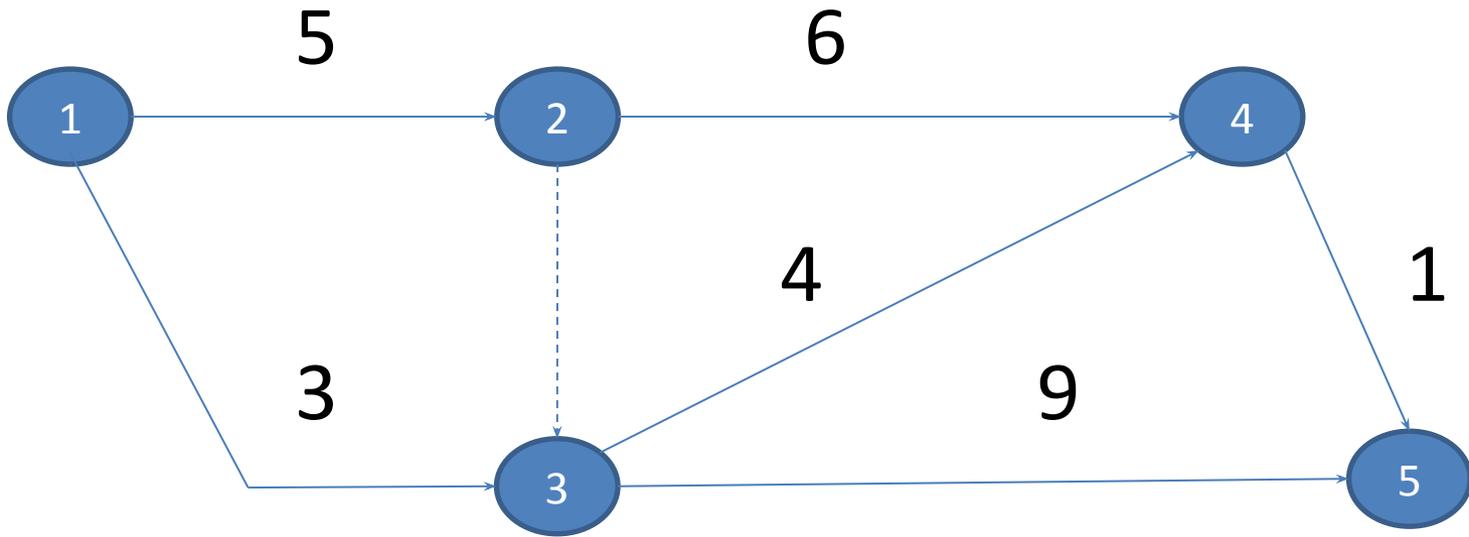
r_{i-j} - частный резерв времени;

1 - исходное событие;

z – завершающее событие

Для примера рассмотрим небольшую сетевую модель





Расчет ранних параметров

Раннее начало работы - самое раннее из возможных времени начала работы, определяется продолжительностью самого длинного пути от исходного события до начального события данной работы.

$$T_{i-j}^{PH} = \max t_{h-i} \quad (1)$$

Для работы 3-5

$$T_{3-5}^{PH} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1-2+2-3 \\ 1-3 \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 5+0 \\ 3 \end{array} \right\} = 5$$

Для работы 4-5

$$T_{4-5}^{PH} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1-2+2-4 \\ 1-2+2-3+3-4 \\ 1-3+3-4 \end{array} \right\} =$$

$$= \max \left\{ \begin{array}{l} 5+6 \\ 5+0+4 \\ 3+4 \end{array} \right\} = 11$$

Раннее окончание – время окончания работы, которая начата в самый ранний из возможных сроков, определяется суммой раннего начала работы и ее продолжительности.

$$T_{i-j}^{po} = T_{i-j}^{pn} + t_{i-j} \quad (2)$$

Например, для работ 3-5

$$T_{3-5}^{PO} = T_{3-5}^{PH} + t_{3-5} = 5 + 9 = 14$$

Для работ 4-5

$$T_{4-5}^{PO} = T_{4-5}^{PH} + t_{4-5} = 11 + 1 = 12$$

Исключения:

- для работ, которые начинаются с исходного события раннее начало равно нулю;
- если из события вышло несколько работ, все они имеют одинаковое раннее начало.

$$T_{1-2}^{PH} = 0$$

$$T_{1-3}^{PH} = 0$$

$$T_{3-5}^{PH} = T_{3-4}^{PH} = 5$$

Определение продолжительности критического пути

Продолжительность критического пути будет равна максимальному значению из ранних окончаний завершающих работ.

$$T_{\text{крит}} = \max T^{\text{ро}}_{\text{заверш.раб.}} \quad (3)$$

В нашем примере завершающих работ две (к последнему событию подходят две стрелки).

$$T_{L_{exp.}} = \max \left\{ \begin{array}{l} T_{3-5}^{PO} \\ T_{4-5}^{PO} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 14 \\ 12 \end{array} \right\} = 12$$

Значение критического пути необходимо записать в поздние окончания завершающих работ.

Расчет поздних параметров

Сначала определяется позднее окончание работы это самый поздний из допустимых сроков окончаний работы, при котором не увеличивается продолжительность работ сетевого графика и определяется как минимальное значение из сроков поздних начал последующих работ.

$$T_{i-j}^{по} = \min T_{j-k}^{пн} \quad (4)$$

Определение позднего начала через позднее окончание основано на том, что расчет ведут от завершающего события, у которого ранние и поздние сроки совпадают, поэтому рассчитав ранние сроки работ, устанавливают тем самым и поздний срок завершающего события.

$$T_{k-z}^{по} = T_{i-k}^{по} = T_{\text{крит}}$$

$$T_{3-5}^{no} = T_{4-5}^{no} = \max T_{3 \text{ об. пар.}}^{po} = T_{\text{крит.}} = 14$$

Позднее начало работы - самый поздний из допустимых сроков начала работы, при котором не увеличивается общая продолжительность работ. Определяется разницей позднего окончания и продолжительности этой же работы.

$$T_{i-j}^{пн} = T_{i-j}^{по} - t_{i-j} \quad (5)$$

$$T_{3-5}^{\text{нн}} = T_{3-5}^{\text{но}} - t_{3-5} = 14 - 9 = 5$$

$$T_{4-5}^{\text{нн}} = T_{4-5}^{\text{но}} - t_{4-5} = 14 - 1 = 13$$

Для остальных работ (кроме завершающих), расчет ведем от завершающего события к исходному и рассчитываем позднее окончание по формуле 4 (выбираем минимальное значение из поздних начал последующих работ).

Расчет резервов времени

Общий (полный) резерв работы – максимальное время на которое можно задержать начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения общего срока строительства. Определяется разностью поздних и ранних сроков начала и окончания работ.

$$R_{i-j} = T_{i-j}^{пн} - T_{i-j}^{рн} = T_{i-j}^{по} - T_{i-j}^{ро} \quad (6)$$

Частный (свободный) резерв времени - максимальное количество времени, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения раннего начала последующих работ. Определяется разностью раннего начала последующей работы и раннего окончания данной работы.

$$r_{i-j} = T_{j-k}^{рн} - T_{i-j}^{ро} \quad (7)$$

Критические работы (работы, лежащие на критическом пути) - это те, у которых отсутствует общий и частный резерв времени, то есть резервы времени равны нулю.

Проверка правильности расчета:

- Ранние параметры должны быть меньше или равны соответствующим поздним параметрам.
- Критический путь должен представлять собой непрерывную последовательность работ от исходного события до завершающего.
- Частный резерв времени должен быть меньше или равен общему.
- Позднее начало одной из исходных работ должно получиться равным нулю.

Пример расчета сетевого графика табличным методом

Код начального события предшествующей работы	Коды работ	Продолжительность	РН	РО	ПН	ПО	R	r	Критический путь	
-	1-2	5	0	5	0	5	0	0	+	
-	1-3	3	0	3	2	5	2	2		
1	2-3	0	5	5	5	5	0	0	+	
1	2-4	6	5	11	7	13	2	0		
1,2	3-4	4	5	9	9	13	4	2		
1,2	3-5	9	5	14	5	14	0	0	+	
2,3	4-5	1	11	12	13	14	2	2		
3,4	5-х	-	14	Нужно только для расчета частного резерва времени						