

# Характеристика метода СПУ

Сетевые графики (модели) являются мощным и гибким организационным инструментом менеджмента. Они позволяют осуществлять календарное планирование работ, оптимизацию использования ресурсов, сокращать продолжительность работ.

С их помощью осуществляется планирование и оперативное управление комплексом взаимосвязанных работ.

**Сетевой график** представляет собой ориентированный граф (геометрическую фигуру, состоящую из вершин и направленных стрелок), изображающий все операции и технологические взаимосвязи, необходимые для достижения цели.

## Основные параметры сетевой модели

Сетевое планирование и управление (СПУ) – графоаналитический метод управления процессами создания (проектирования) любых систем.

Сетевой график – это полная графическая модель комплекса работ, направленных на выполнение единого задания, в которой определяется логическая взаимосвязь и последовательность работ.

Сетевая модель (график) состоит из трех основных элементов, образующих сеть:

- *Работа, обозначается стрелкой* 
- *Событие, обозначается кружочком* 
- *Связь (фиктивная работа), обозначается пунктирной стрелкой* 

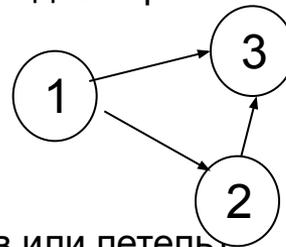
Работа – это трудовой процесс, требующий затрат времени и ресурсов. Изображается стрелкой с цифрой над ней, означающей ее продолжительность.

# Основные параметры сетевой модели

- В понятие «работа» включается «процесс ожидания». Он не требует затрат труда, но требует затрат времени.
- Частный случай «работы» - это «зависимость» между двумя или несколькими событиями, не требующую затрат времени, ресурсов, но показывающую логическую связь работ. «Зависимость» изображается на графике пунктирной линией.
- Понятие «путь» означает фрагмент модели, включающий совокупность событий и работ сетевого графика от начального события до завершающего события.
- Параметры сетевой модели – ее числовые показатели, характеристики.
- Если используется сетевая модель без каких-либо числовых показателей, то она называется структурной сетевой моделью или топологией.

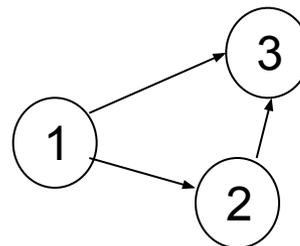
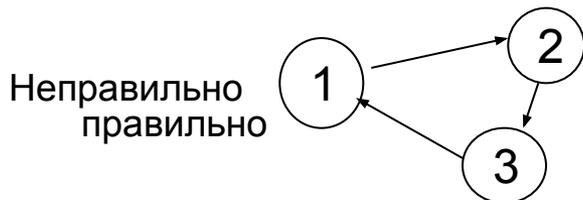
# Правила построения сетевой модели

1. Между двумя событиями может проходить только одна стрелка

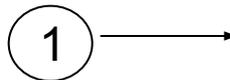
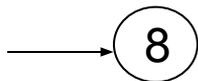


правильно

2. Правило запрещения замкнутых контуров (циклов или петель)



3. Правило запрещения «тупиков» и «хвостовых» событий:



4. Правило кодирования событий сетевого графика:

- Номер последующему событию присваивается после присвоения номеров предшествующим событиям;
- Стрелка должна быть всегда направлена из события с меньшим номером в событие с большим номером, слева направо;

# Правила построения сетевой модели

Технологическое правило: для построения сетевого графика необходимо в технологической последовательности установить:

- какие работы должны быть завершены до начала данной работы;
- какие работы должны быть начаты после завершения данной работы;
- какие работы необходимо выполнять одновременно с выполнением данной работы.

# Правила построения сетевой модели

Правило кодирования событий сетевого графика:

- Номер последующему событию присваивается после присвоения номеров предшествующим событиям;
- Стрелка должна быть всегда направлена из события с меньшим номером в событие с большим номером, слева направо;

После нумерации событий каждой работе присваиваем шифр (код).

Шифр работ записывается парой чисел.

Работа – шифр 1-2, первое из которых – код начального события данной работы, второе – код конечного события работы:



# Определение последовательности операций. Сетевой график (1)

*Сетевая диаграмма (сеть, граф. сети, PERT-диаграмма)* – графическое отображение работ проекта и их взаимосвязей.

*Сеть* – полный комплекс работ и вех проекта с установленными между ними зависимостями.

## *Правила разработки сетевого графика*

- *Правило 1.* Событие не может состояться, если не завершены все ведущие к нему работы.
- *Правило 2.* Работа не может начаться, если не состоялось событие, лежащее в ее начале (у оперения стрелки).
- *Правило 3.* Никакие две работы не могут иметь одних и тех же начальных и конечных событий.
- *Правило 4.* Стрелки в сетевом графике обозначают отношения предшествования и следования. На рисунке стрелки могут пересекаться.
- *Правило 5.* Каждая операция должна иметь свой собственный номер.
- *Правило 6.* Номер последующей операции должен быть больше номера любой предшествующей операции.
- *Правило 7.* Образование петель недопустимо.
- *Правило 8.* Условные переходы от одной операции к другой не допускаются.
- *Правило 9.* Один узел должен определять начало всего комплекса работ и один узел – завершение.

## Основные параметры сетевой модели

Критический путь - определяет общую продолжительность всего комплекса работ, описываемых сетевой моделью. Имеет важное значение для контроля.

Изменение продолжительности выполнения какой-либо работы, лежащей на критическом пути ведет к изменению продолжительности всего проекта.

Другие пути по сравнению с критическим имеют запас времени (резерв времени).

*Пример . Пронумеровать события СГ.*

1. Ищем событие, в которое не входит ни одна работа. Даём ему номер 1.
2. Вычёркиваем все работы, выходящие из этого события 1, и ищем событие, в которое не входит ни одна не вычеркнутая работа. Присваиваем ему номер 2.
3. Вычёркиваем работы, выходящие из события 2, и ищем событие, в которое не входит ни одна работа. Присваиваем ему номер 3.
4. Вычёркиваем работы, выходящие из события 3, и ищем событие, в которое не входит ни одна работа. Присваиваем ему номер 4.
5. Вычёркиваем работы, выходящие из события 4, и ищем событие, в которое не входит ни одна работа. Присваиваем ему номер 5.
6. Последнему событию присваиваем номер 6 (рис. 16).

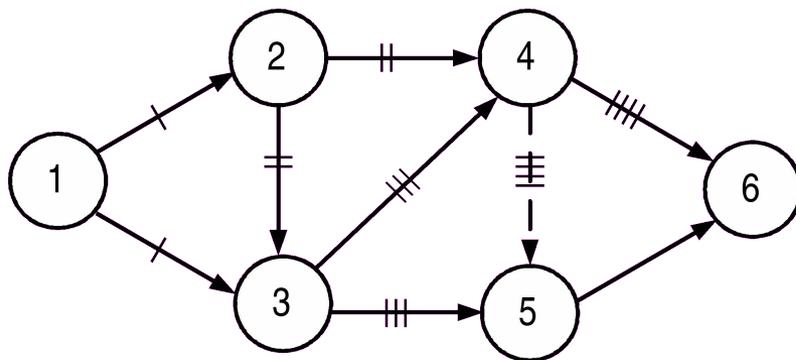
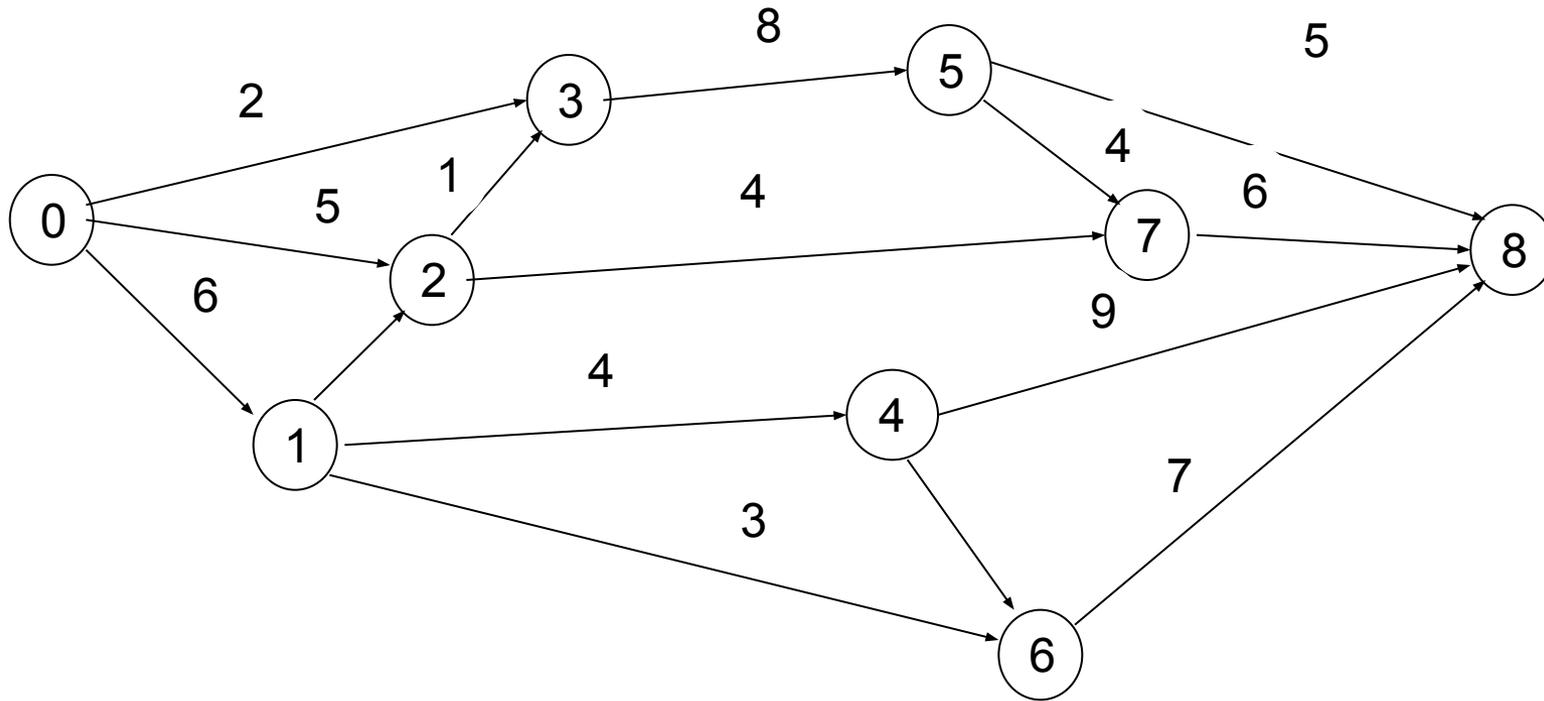


Рис. 16

# Сетевая модель процесса



# Методика расчета параметров сетевой модели

$$t_{ij}^{рн} = t_i^p \quad t_{ij}^{ро} = t_{ij}^{рн} + t_{ij}^p = t_i^p + t_{ij}^p \quad \text{или} \quad t_{ij}^{ро} = \max \{t_{ij}^{рн} + t_{ij}^p\} = \max \{t_i^p + t_{ij}^p\}$$

$$t_{ij}^{по} = t_j^п \quad t_{ij}^{пн} = t_{ij}^{по} - t_{ij}^п = t_j^п - t_{ij}^п \quad \text{или} \quad t_{ij}^{пн} = \min \{t_{ij}^{по} - t_{ij}^п\} = \min \{t_j^п - t_{ij}^п\}$$

$$R_{ij} = t_j^п - t_i^p - t_{ij}^п = t_{ij}^{пн} - t_{ij}^{рн} = t_{ij}^{по} - t_{ij}^{ро}$$

$$r_{ij} = t_j^п - t_i^п - t_{ij}^п$$

Полный резерв времени работы – максимально возможный запас времени, на который можно увеличить продолжительность данной работы или отсрочить ее начало, не изменив продолжительность критического пути.

Свободный резерв времени работы – максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы (перенести срок ее начала), не изменив при этом ранних сроков начала последующих работ.

# Методика расчета параметров сетевой модели

РН – раннее начало работы, самый ранний из возможных сроков начала работ, который обуславливается выполнением всех предшествующих работ.

РО – раннее окончание работы, самый ранний из возможных сроков окончания работы.

ПН – позднее начало работы, самый поздний срок начала работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется.

ПО – позднее окончание работы, самый поздний допустимый срок окончания работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется.

R – полный (общий) резерв времени показывает, на сколько можно увеличить продолжительность работы или отодвинуть её начало, не изменяя конечный срок строительства.

r – частный (свободный) резерв времени показывает, на сколько можно увеличить продолжительность работы или отодвинуть её начало, не изменяя раннее начало последующей работы.

$t_{ij}$  – продолжительность работы ij.

# АЛГОРИТМ РАСЧЁТА СЕТЕВОГО ГРАФИКА

1. Определяем ранние сроки начала и окончания работ РН и РО, рассматривая график слева направо.

Ранний срок наступления исходного события равен нулю.

$$T_1^{PH} = 0.$$

$T_{ij}^{PO} = T_{ij}^{PH} + t_{ij}$  – раннее окончание работы  $ij$  равно сумме раннего начала работы  $ij$  и её продолжительности.

$T_{ij}^{PH} = \max T_{ij}^{PO}$  – раннее начало данной работы равно наибольшему значению из ранних окончаний предшествующих работ.

2. Ранний срок наступления последнего события считаем и поздним сроком окончания работ:

$$T_n^{PO} = T_n^{ПО}.$$

# АЛГОРИТМ РАСЧЁТА СЕТЕВОГО ГРАФИКА

3. Определяем поздние сроки окончания и начала работ ПО и ПН, рассматривая график справа налево.

$T_{ij}^{ПН} = T_{ij}^{ПО} - t_{ij}$  – позднее начало работы  $ij$  равно разности позднего окончания работы  $ij$  и её продолжительности  $t_{ij}$ .

$T_{ij}^{ПО} = \min T_{ij}^{ПН}$  – позднее окончание данной работы равно наименьшему из поздних начал последующих работ.

4. Определяем работы, лежащие на критическом пути. Критический путь проходит по работам, у которых:

$T_{ij}^{ПО} = T_{ij}^{РО}$  – сроки наступления раннего и позднего окончания работы равны или  $T_{ij}^{ПН} = T_{ij}^{РН}$  – сроки наступления позднего и раннего начала одинаковы.

# АЛГОРИТМ РАСЧЁТА СЕТЕВОГО ГРАФИКА

3. Определяем поздние сроки окончания и начала работ ПО и ПН, рассматривая график справа налево.

$T_{ij}^{ПН} = T_{ij}^{ПО} - t_{ij}$  – позднее начало работы  $ij$  равно разности позднего окончания работы  $ij$  и её продолжительности  $t_{ij}$ .

$T_{ij}^{ПО} = \min T_{ij}^{ПН}$  – позднее окончание данной работы равно наименьшему из поздних начал последующих работ.

4. Определяем работы, лежащие на критическом пути. Критический путь проходит по работам, у которых:

$T_{ij}^{ПО} = T_{ij}^{РО}$  – сроки наступления раннего и позднего окончания работы равны или  $T_{ij}^{ПН} = T_{ij}^{РН}$  – сроки наступления позднего и раннего начала одинаковы.

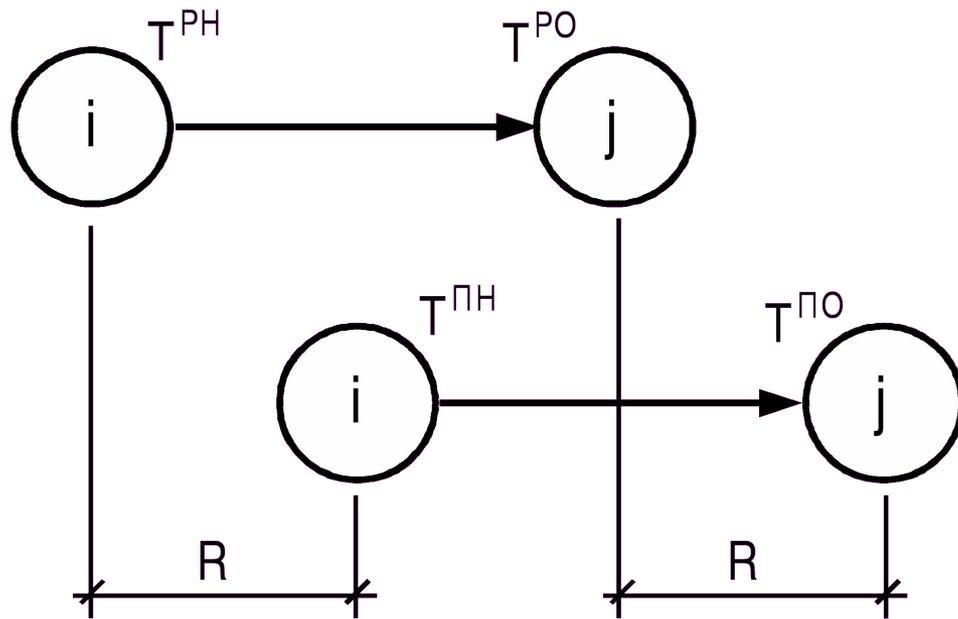


Рис. 23

. Определяем резервы времени работ. Общий резерв

$$R_{ij} = T_{ij}^{ПО} - T_{ij}^{РО} = T_{ij}^{ПО} - (T_{ij}^{РН} + t_{ij});$$

$$\text{или } R_{ij} = T_{ij}^{ПН} - T_{ij}^{РН} =$$

$$= (T_{ij}^{ПО} - t_{ij}) - T_{ij}^{РН} = T_{ij}^{ПО} - T_{ij}^{РН} - t_{ij}.$$

Общий (полный) резерв времени равен разности одноимённых поздних и ранних сроков данной работы

## Частный резерв времени работы

$$r_{ij} = T_{jk}^{PH} - T_{ij}^{PO} = T_{jk}^{PH} - (T_{ij}^{PH} + t_{ij})$$

равен разности раннего начала последующей работ и раннего окончания данной работы.

6. Определяем коэффициент напряжённости работы:

$$\text{или } K_{nij} = t(L_{max}) - t''(L_{кр}) / t(L_{кр}) - t''(L_{кр})$$

где  $t(L_{кр})$  - длина критического пути;

$t(L_{max})$  - протяженность максимального пути, проходящего через данную работу;

$t''(L_{кр})$  - величина отрезка пути, совпадающего с критическим путем.

**Коэффициент напряженности работы** - это соотношение продолжительностей несовпадающих, заключенных между одними и теми же событиями отрезков путей, одним из которых является путь максимальной продолжительности, проходящий через данную работу, а другим - критический путь.

## Расчет параметров сетевой модели

Коды работ		Раннее начало Работ $t_{рн}$	Продол- жительность работ $t_{ij}$	Раннее оконча- ние работ $t_{ро}$	Позднее начало Работ $t_{пн}$	Позднее окончание Работ $t_{по}$	Полный резерв времени работы $R_{ij}$	Свободный резерв времени работы $r_{ij}$
i	j							
0	1	0	6	6	0	6	0	0
0	2	0	5	5	1	6	1	1
0	3	0	2	2	5	7	5	5
1	2	6	0	6	6	6	0	0
1	4	6	4	10	12	16	6	4
1	6	6	3	9	15	18	9	1
2	3	6	1	7	6	7	0	6
2	7	6	4	10	15	19	9	9
3	5	7	8	15	7	15	0	0
4	6	10	0	10	18	18	8	0
4	8	10	9	19	16	25	6	1
5	7	15	4	19	15	19	0	0
5	8	15	5	20	20	25	5	5
6	8	10	7	17	18	25	8	8
7	8	10	6	25	10	25	0	0

