

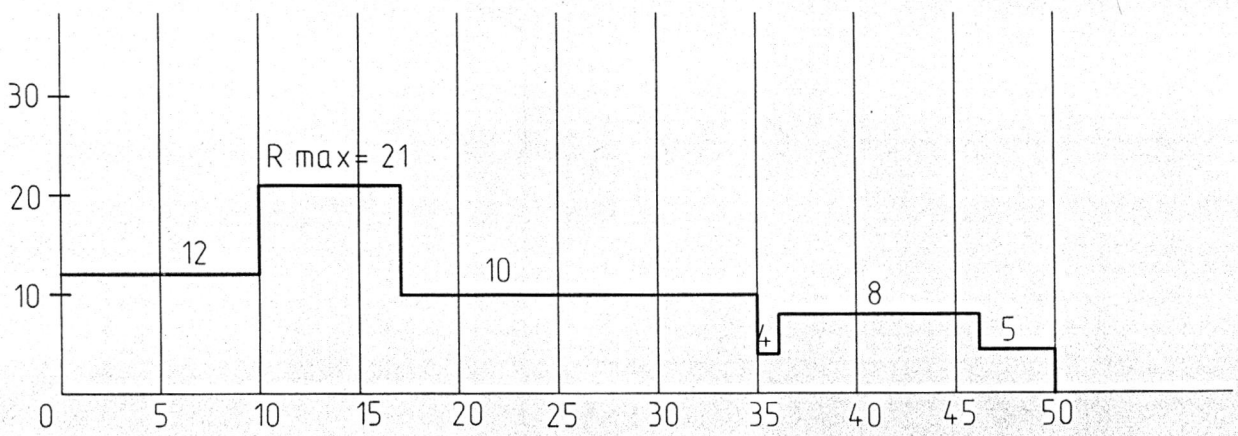
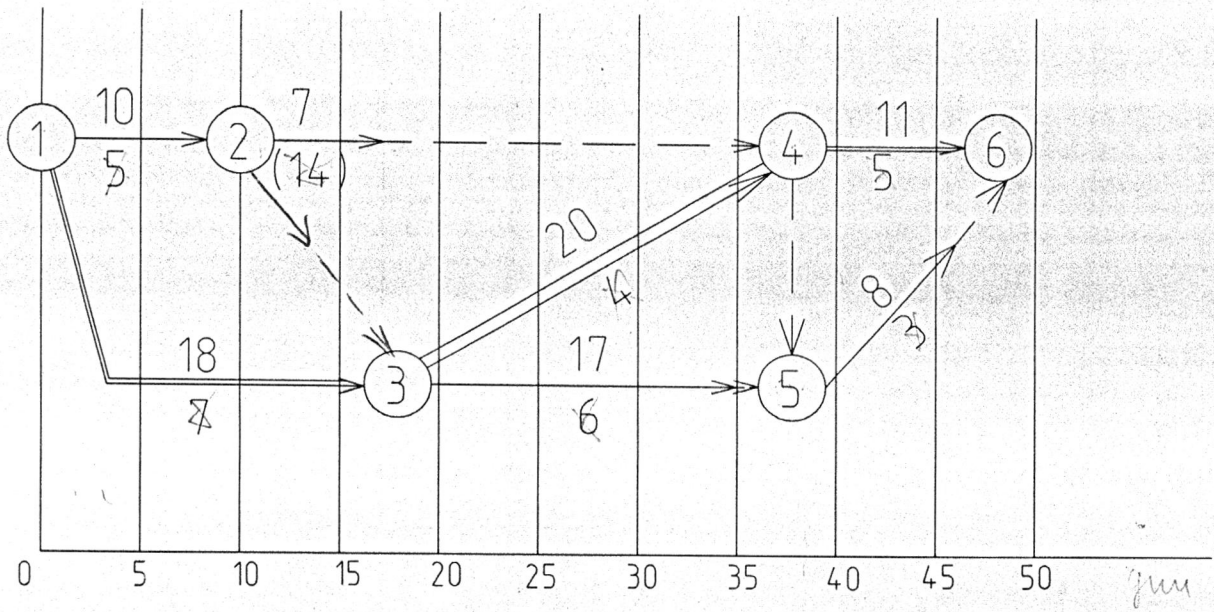
Лекция № 9(4ч.)

Тема: Сетевое моделирование строительного производства.

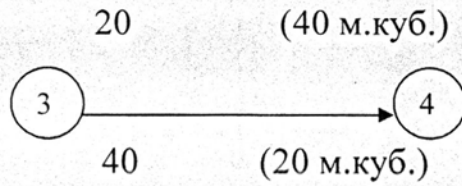
1. Виды организационно-технологических моделей. Виды сетевых моделей.
2. Характеристика и элементы сетевого графика (СГ): событие, работа, путь.(временные параметры СГ).
3. Основные правила построения СГ. Порядок разработки сетевого графика.
4. Временные параметры СГ. Расчёт сетевого графика различными методами: табличный, секторный, по потенциалам событий.
5. Построение сетевого графика в масштабе времени. Оптимизация СГ по заданным ограничениям.

рис.4

Построение СГ в масштабе времени



2. Корректировка по рабочим выполняется
 - в случае нехватки рабочих
 - для ликвидации на графике движения рабочих «пик» и «впадин».
3. оптимизация по материалам



4. Оптимизация по финансовым ресурсам

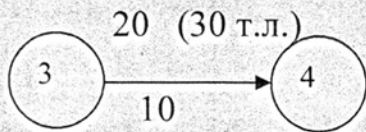


рис. 3

расчет СГ по потенциалам событий

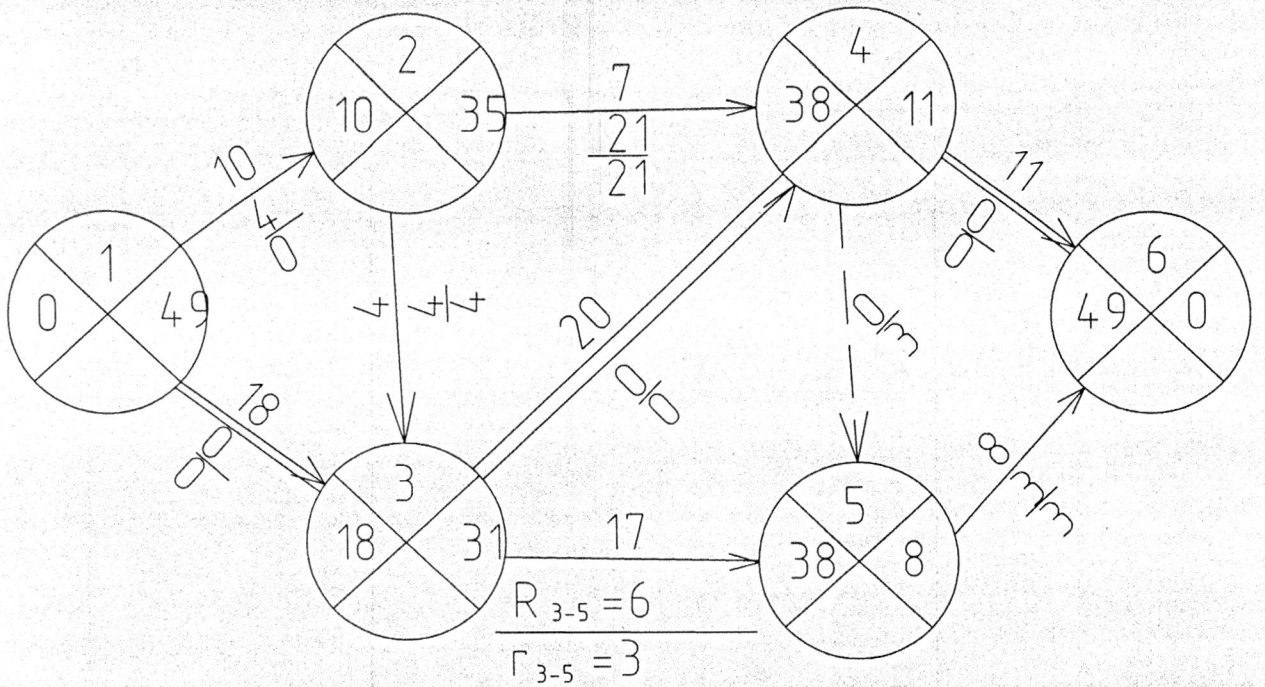
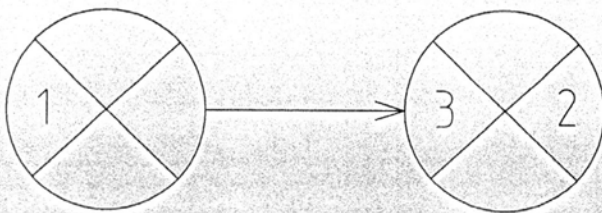
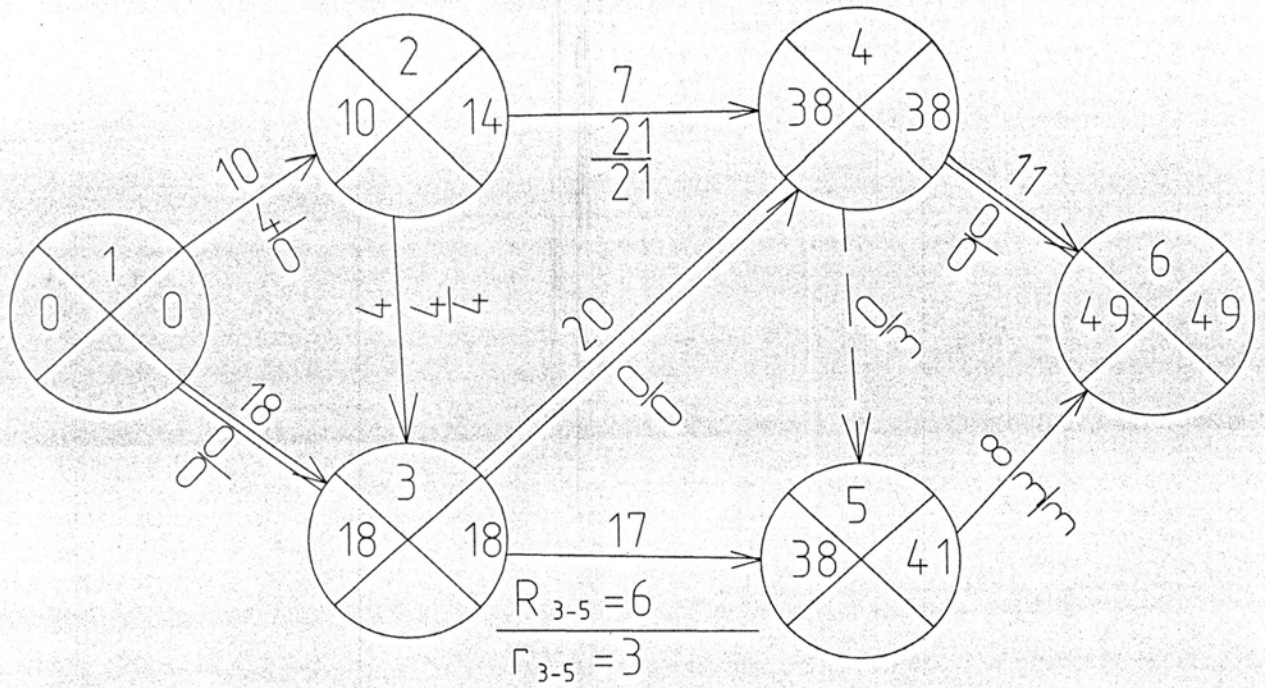


рис. 2
расчет СГ секторным методом



R: 2-1-продолжительность
r: 3-1-продолжительность

4.2. Расчет СГ секторным методом (рис.2)

4.3. Расчет СГ по потенциалам событий (рис.3)

Потенциалом данного события называется самый длинный путь от данного события до завершающего.

$$t_i^n = \max(t_j^n + t_{ij})$$

$$R_{ij} = T_{кр} - (t_{ij}^m + t_{ij} + t_j^n)$$

$$R_{3-5} = 49 - (t_{3-5}^m + t_{3-5} + t_5^n = 49 - (18 + 17 + 8) = 6$$

5. Построение сетевого графика в масштабе времени. Оптимизация СГ по заданным ограничениям.

Построение СГ в масштабе времени выполняется в следующем порядке:

1. строится календарная линейка (масштаб выбирается исходя из величины критического пути)
2. последовательно на графике откладываются продолжительности работ. Началом каждой работы является ее раннее начало.
3. критические работы, составляющие критический путь графика, обозначаются двойной стрелкой. Некритические работы обозначаются сплошной стрелкой, а имеющиеся у них резервы - пунктирной стрелкой. (рис.4)

Оптимизация СГ по заданным ограничениям.

СГ может корректироваться (оптимизироваться) по следующим 4 группам ограничений:

- по продолжительности
- по рабочим
- по материалам
- по финансовым ресурсам

1. По продолжительности СГ корректируется, если нормативная продолжительность \leq чем рассчитанная фактическая продолжительность

$$T_{\phi} \leq T_n \text{ (не корректируется)}$$

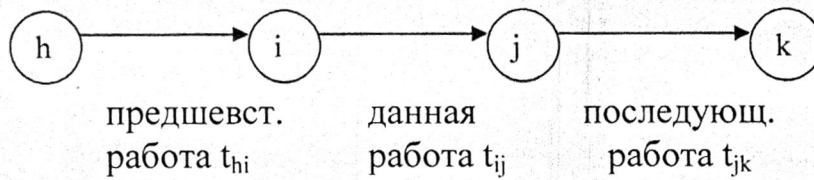
$$T_{\phi} \geq T_n \text{ (корректируется)}$$

При корректировке уменьшается продолжительность работ, лежащих на критическом пути. Одновременно увеличивается количество рабочих для выполнения этих работ

$$T_n = 44 \text{ дня ; } T_{\phi} = 49 \text{ дней.}$$

После сокращения продолжительности работ параметры СГ рассчитываются заново.

4. Временные параметры СГ. Расчёт СГ методами: табличный, секторный, по потенциалам событий.



1) Ранее начало данной работы (t_{ij}^{PH}) – это самый ранний срок начала данной работы $t_{ij}^{PH} = \max t_{hi}^{PO}$ (1)

2) Ранее окончание данной работы t_{ij}^{PO} – это окончание данной работы, начатой в ранний срок $t_{ij}^{PO} = t_{ij}^{PH} + t_{ij}$ (2)

3) позднее окончание t_{ij}^{NO} – самый поздний срок начала данной работы $t_{ij}^{NO} = \min t_{jk}^{MH}$ (3)

4) позднее начало данной работы t_{ij}^{MH} – это самый поздний срок начала данной работы $t_{ij}^{MH} = t_{ij}^{NO} - t_{ij}$ (4)

5) полный резерв времени (R_{ij}) – это резерв времени, на который можно увеличить продолжительность данной работы или перенести ее начало без изменения величины критического пути

$$R_{ij} = t_{ij}^{MH} - t_{ij}^{PH} = t_{ij}^{NO} - t_{ij}^{PO} \quad (5)$$

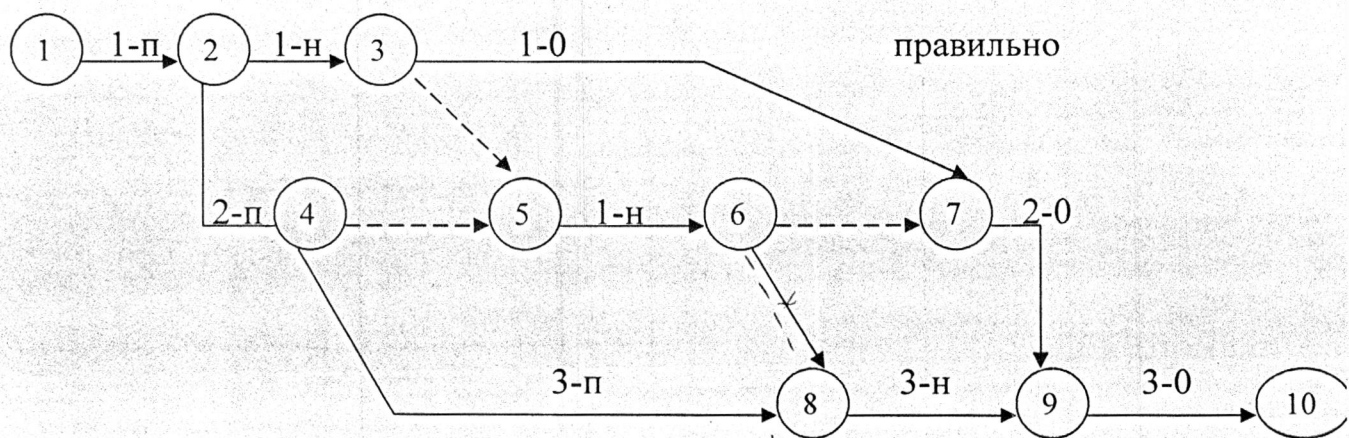
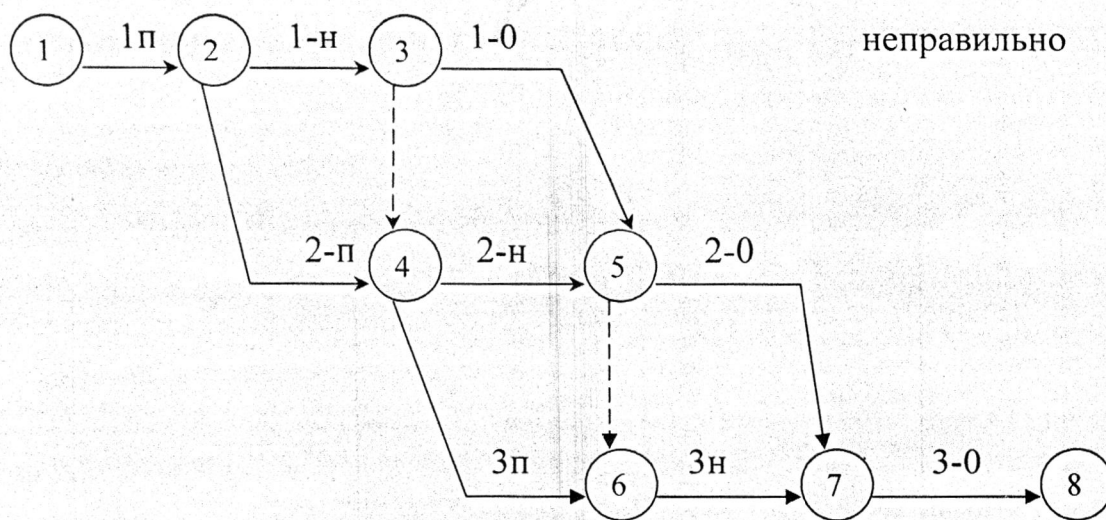
5) частный резерв времени (r_{ij}) – это резерв времени, на который можно увеличить продолжительность данной работы или перенести ее начало без изменения раннего начала последующих работ

$$r_{ij} = t_{jk}^{PH} - t_{ij}^{PO} \quad (6)$$

Для работ, лежащих на критическом пути, общий и частный резерв времени равен 0.

4.1. Расчет СГ в табличной форме.

Кол-во предш. работ	Код работы	Продолжительн. данной работы t_{ij}	t_{ij}^{PH}	t_{ij}^{PO}	t_{ij}^{MH}	t_{ij}^{NO}	R_{ij}	r_{ij}	Дата начала t_{ij}^{PH}
1	2	3	↙ 4	↙ 5	↗ 6	↗ 7	8	9	10
-	1-2	10	0	10	4	14	4	0	20.05.05
-	1-3	18	0	18	0	18	0	0	20.05.05
1	2-3	4	10	14	14	18	4	4	
1	2-4	7	10	17	31	38	21	21	
2	3-4	20	18	38	18	38	0	0	
2	3-5	17	18	35	24	41	6	3	
2	4-5	0	38	38	41	41	3	0	
2	4-6	11	38	49	38	49	0	0	
2	5-6	8	38	46	41	49	3	3	
	6-7	0	49						



Порядок разработки СГ:

1) собирается исходная информация для построения СГ:

- рассчитываются объемы работ;
- выбираются методы производства работ и необходимые машины и механизмы;
- рассчитывается трудоемкость работ (по СНиП, ЕниР)
- определяется продолжительность выполнения каждой работы (делением трудоемкости на состав звена, бригады);

2) составляется карточка-определитель сетевого графика;

3) составляется топология СГ;

4) устанавливаются необходимые связи, зависимости между работами;

5) рассчитываются временные параметры СГ (любым из методов);

6) выполняется корректировка СГ по заданным ограничениям.

$$L_{1-3-4-5-6}=18+20+0+8=46 \text{ дней.}$$

Критический путь – путь с максимальной продолжительностью от начального события до завершающего. На графике такой путь обозначается двойной линией.

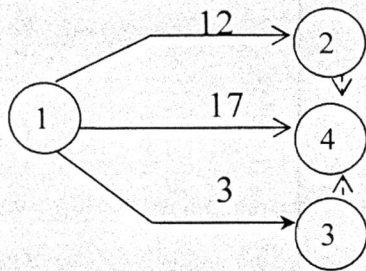
Работы на этом пути также называются критическими (работа 1-3,3-4,4-6). Любой срыв работы, лежащий на критическом пути приводит к срыву общих сроков строительства и не позволит сдать объект в установленные сроки.

Также в сетевом графике различают подкритические пути (путь $L_{1-3-4-5-6}=46$ дней, $L_{1-2-3-4-6}=45$ дней) и ненапряженные ($L_{1-2-4-6}=28$ дней, $L_{1-2-4-5-6}=25$ дней).

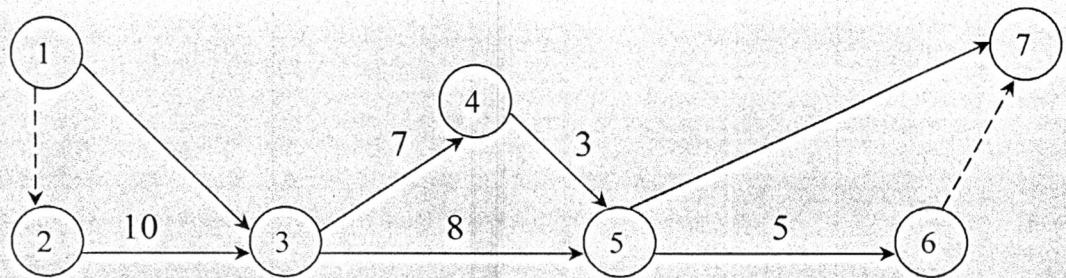
3. Основные правила построения СГ. Порядок разработки СГ.

Основные правила построения СГ:

- 1) в сетевом графике каждая работа имеет свой код



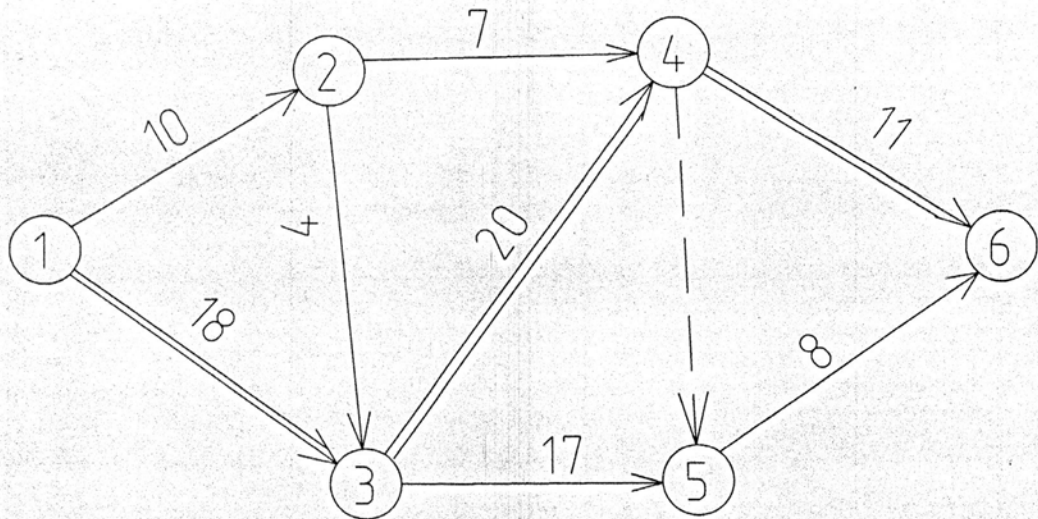
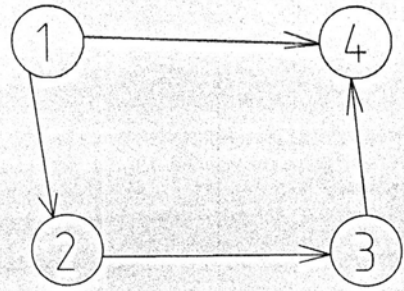
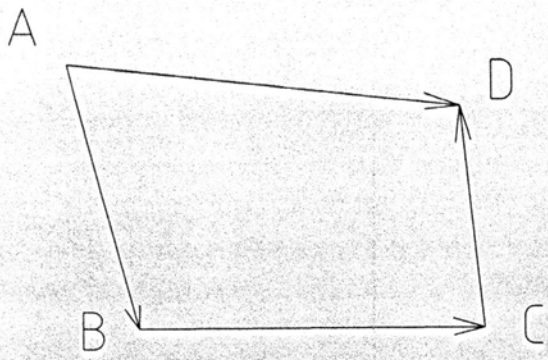
- 2) в сетевом графике не должно быть замкнутых контуров



- 3) в сетевом графике не должно быть несколько начальных и несколько конечных событий ;

- 4) в сетевом графике не должно быть ложных зависимостей

рис. 1



Сетевые графики впервые были применены в 1957г. В США для создания объектов военных систем. Их применение позволило сократить продолжительность строительства объектов на 15-20%. В бывшем СССР эти модели были впервые применены в 1958г.

Сетевые модели подразделяют на 2 класса:

- 1) детерминированные сетевые модели;
- 2) вероятностные сетевые модели.

К детерминированным моделям относятся:

- 1) модель одноцелевая простейшая детерминированная (ПДВ);
- 2) модель многоцелевая детерминированная (ДВ);
- 3) модель обобщенная детерминированная (ОДВ).

К вероятностным моделям относятся:

- 1) вероятностная временная с детерминированной сетью (ВВ(д));
- 2) вероятностная временная с альтернативной сетью ВВ(а);
- 3) ресурсная вероятностная модель в которой все параметры графика носят вероятностный характер (СПН).

2. Характеристика и элементы сетевого графика (СГ): событие, работа, путь.

В основу построения сетевой модели положена теория графов (раздел математики). В сетевой модели используют ориентированные графы.

Граф-геометрическая фигура, состоит из конечного или бесконечного множества точек и соединяющих эти точки линий. (рис.1)

Под работой в сетевом графике понимают следующее:

- 1) истинно работа – это процесс, требующий затрат времени и ресурсов (изображается стрелкой);
- 2) ожидание – процесс требующий только затрат времени (сплошная линия);
- 3) связь, зависимость или фиктивная работа – процесс, не требующий ни затрат времени, ни ресурсов (пунктирная линия);
- 4) событие – факт окончания одной или нескольких работ (на графике оно изображается кружком и имеет свой номер (код, шифр). Событие происходит мгновенно.

В сетевом графике типа ПДВ имеется только одно конечное событие, одно начальное и сколько угодно промежуточных.

5) путь в сетевом графике – непрерывная последовательность работ от начального события до завершающего.

$$L_{1-2-4-6} = 10 + 7 + 11 = 28 \text{ дней}$$

$$L_{1-2-3-4-5-6} = 42 \text{ дня}$$

$$L_{1-3-5-6} = 18 + 17 + 8 = 43 \text{ дня}$$

$$L_{1-2-3-4-6} = 10 + 4 + 20 + 11 = 45 \text{ дней}$$

$$L_{1-3-4-6} = 18 + 20 + 11 = 49 \text{ дней}$$

1. Виды организационно-технологических моделей. Виды сетевых графиков.

В настоящее время строительство представляет собой сложную вероятностную систему, для которой характерны целенаправленное управление и многоступенчатая структура. Основой такого управления является моделирование процесса строительного производства.

Модель объекта строительства показывает развитие процесса во времени, отражает с той или иной степенью достоверность и порядок выполнения работ.

Наибольшее распространение получили 3 вида организационно-технологических моделей:

- 1) линейная модель
- 2) циклограммная модель
- 3) сетевая модель.

1) Линейная модель изображается линейным календарным графиком, однозначно определяющий технологическую последовательность работ и соблюдение директивных сроков строительства. Линейный график не имеет математического описания, что существенно ограничивает его применение.

Наим работ	Объем работ		Затра-ты труда чел-дн.	Требуемые машины		Число смен	Числен. рабочих в смену чел.	Состав бригады	Прод. работ. дни	Гра фик.
	Ед. им.	Кол		Мар ка	Число машин					

2) циклограммная модель является развитием линейной и специально приспособлена для наглядного изображения развития потоков. Эта модель имеет частичное математическое описание (для ритмичных потоков, которые встречаются достаточно редко).

3) Сетевые модели наилучшим образом описывают выполнение самых сложных строительных комплексов работ и наиболее адекватны моделируемому объекту. Сетевые модели имеют полное математическое описание при любых зависимостях работ, позволяющие анализировать и прогнозировать ход строительства, относительно просты и наглядны.

Линейные и циклограммные модели относятся к детерминированным моделям, т. е. в них не учитывается вероятностный характер производства.