

ЛЕКЦИЯ №
ТЕМА: СЕТЕВОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ
ПРОЦЕССОВ

ПЛАН:

- I. Понятие о моделировании.**
- II. Модели, применяемые в организации строительства.**
- III. Элементы сетевого графика.**

Вопрос I. Понятие о моделировании.

Для любой задачи управления характерна множественность ее решения. Выход из этого положения при решении многих проблем управления строительным производством состоит в применении экономико-математических методов и вычислительной техники. Использование моделей - это характерная черта экономико-математических методов.

Модель – представляет собой абстрактное отображение наиболее существенных характеристик, процессов и взаимосвязей реальных систем.

Модель – это условный образ объекта, сконструированный для упрощения его исследования.

Виды моделей.

Различают два вида моделей:

- 1) физическая
- 2) символическая (абстрактная)

Физическая модель представляет собой некоторую материальную систему, которая отличается от моделируемого объекта размерами, материалами и т.д.

Символическая (абстрактная) модель – создается с помощью языковых, графических, математических средств описания и абстрагирования.

Наибольшее применение получили **математические модели.**

Приняты следующие группировки математических моделей в зависимости от характера математических зависимостей.

а) - линейные – когда все зависимости связаны линейными соотношениями;

- нелинейные – при наличии хотя бы частично нелинейных соотношений.

б) – детерминированные – в которых учитывается только усредненные значения параметра;

- *вероятностные* (статистические)- предусматривающие случайный характер тех или иных параметров или процессов;
- в) - *статистические* - фиксирующие только один период времени;
 - *динамические* – в которых параметры рассматриваются и рассчитываются по различным периодам и этапам;
- г) – *оптимизационные* – в которых выбор элементов и самого процесса осуществляется с учетом экстримизации целевой функции;
 - *неоптимизационные* – с заранее заданными объемным выпуском производства.
- д) - *с высоким уровнем детализации* – когда модель отображает многие факторы процесса;
 - *агрегированные* – укрупненные модели, где объединяются многие параметры, близкие по назначению.

Выбор модели осуществляется исходя из характера процесса, деятельности, его целевой направленности, необходимой информации и требований точности получаемых решений.

К моделям предъявляются два взаимопротивоположных требования:

- а) адекватности(соответствия);
- б) простоты.

Вопрос II. Модели, применяемые в организации строительства

В строительстве основными моделями управляемых систем служат:

- а) *календарные линейные графики (графики Гранда)*- на которых в масштабах времени показывают последовательность и сроки выполнения работ;
- б) *циклограммы* – которые отражают ход работ в виде наклонных линий в системе координат и по существу являются разновидностью линейного графика;
- в) *сетевые модели* – которые изображаются в виде сети.

Календарный линейный график прост в исполнении и наглядно показывают ход работы. Однако динамическая система строительства на линейном графике представлена статической схемой, которая отображает лишь положение на объекте, сложившееся в какой-то определенный момент. Линейный график не может отобразить сложность моделируемого в нем процесса. Модель неадекватна оригиналу. Форма модели

вступает в противоречие с ее содержанием. Отсюда основные недостатки линейного графика:

- а) отсутствие наглядно обозначенных взаимодействий между отдельными операциями (работами). Заложенные в графике технологические и организационные решения принимаются, обычно, как постоянные и теряют свое практическое значение вскоре после начала их реализации;
- б) негибкость, жесткость структуры линейного графика, сложность его корректировки при изменении условий, необходимость его многократного пересоставления;
- в) сложность вариантной проработки и ограниченная возможность прогнозирования хода работ;
- г) сложность применения современных математических методов и компьютеров для механизации расчетов параметров графика.

Сетевая модель – свободно от этих недостатков и позволяет формализовать расчеты для передачи на компьютер.

В основе сетевого планирования лежит *теория графов* – раздел современной математики.

Графом – называют геометрическую фигуру, состоящую из конечного или бесконечного множества точек и соединяющих эти точки линий.

Сетевые графики положены в основу системы сетевого планирования и управления производством (СПУ).

Вопрос III. Элементы сетевого графика.

Сетевая модель – это модель, отражающая технологические и организационные взаимосвязи производства строительно-монтажных работ в процессе строительства объекта.

Сетевой график – представляет собой модель с расчетными временными параметрами.

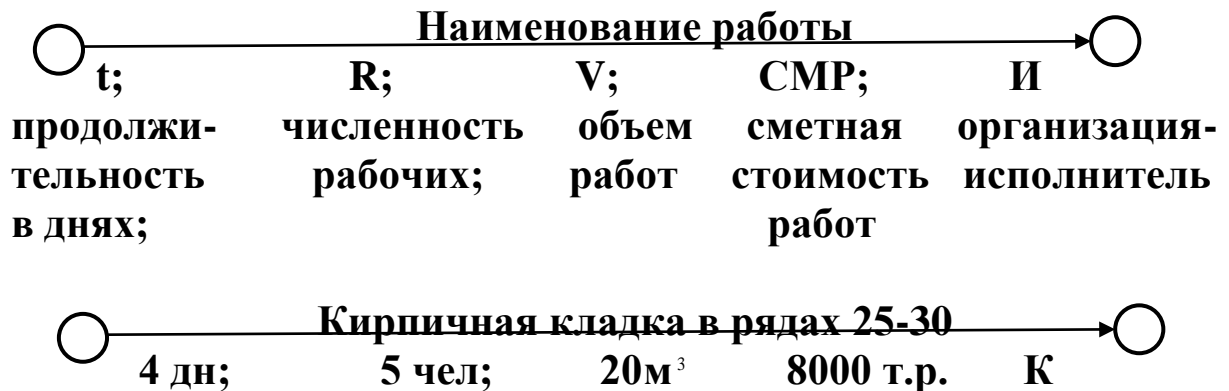
Сетевая модель изображается в виде графика, состоящего из стрелок и кружков. В основе построения сети лежат понятия **работа** и **событие**.

Работа – это производственный процесс, требующий затрат времени и материально-технических ресурсов и приводящий к достижению определенных результатов (например: рытье котлованов, устройство фундаментов, монтаж конструкций и др.). работу на сетевом графике изображают сплошной стрелкой,

длина которой несвязанна с продолжительностью работы (без масштаба).



Над стрелкой указывают наименование работы, а под стрелкой – продолжительность работы (t) в днях, количество рабочих (R), сметную стоимость работ (C), объем работ, организацию-исполнителя.



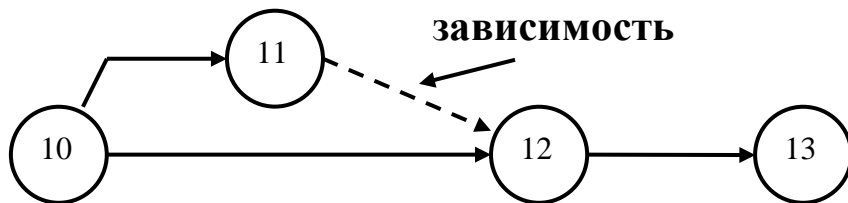
Ожидание – процесс, требующий только затрат времени и не требующий никаких материальных ресурсов. Ожидание по сути является технологическим или организационным перерывом между работами непосредственно выполняемыми друг за другом. (схватывание бетона, сушка штукатурки, т.д.). Ожидание изображается сплошной стрелкой и на стрелке пишут наименование ожидания.



Зависимость (фиктивная работа) или логическая связь – вводится для отражения технологической и организационной взаимозависимости работ и не требует ни времени, ни ресурсов. Зависимость изображается пунктирной стрелкой



Она определяет последовательность свершения событий.



Событие – это факт окончания одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала следующей работы.

В любой сетевой модели события устанавливают технологическую и организационную последовательность работ. События изображаются кружками или любыми другими геометрическими фигурами, внутри которых указывается определенный номер – код события. События ограничивают рассматриваемую работу и по отношению к ней могут быть *начальными* и *конечными*.

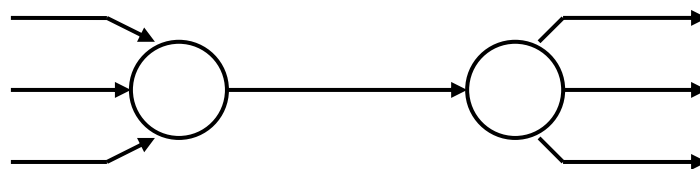
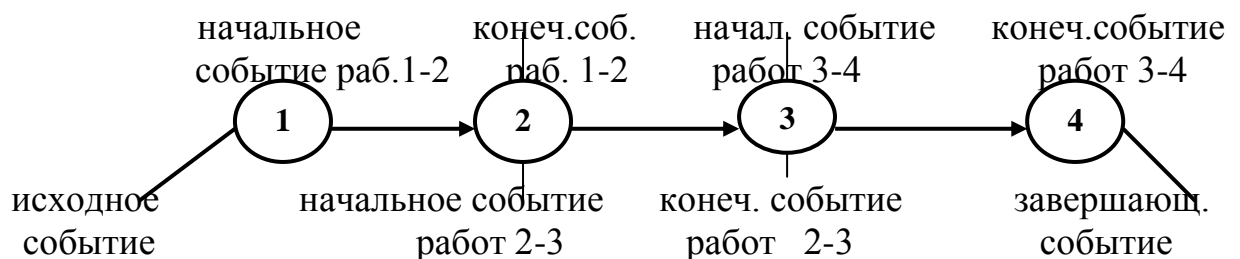
Начальное событие – определяет начало данной работы и является конечным для предшествующей работы.

Конечное событие – определяет окончание данной работы и является начальным для последующей работы.

Исходное событие – это событие, которое не имеет предшествующих работ в рамках рассматриваемого сетевого графика. Исходному событию присваивается №1.

Завершающее событие – это событие, которое не имеет последующих работ в рамках рассматриваемого сетевого графика.

Сложное событие – событие, в которое входит, или из которого выходят две и более работ.

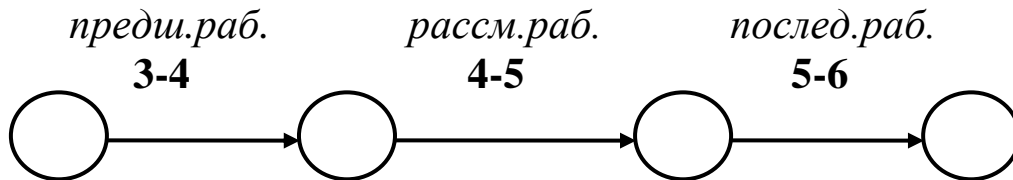
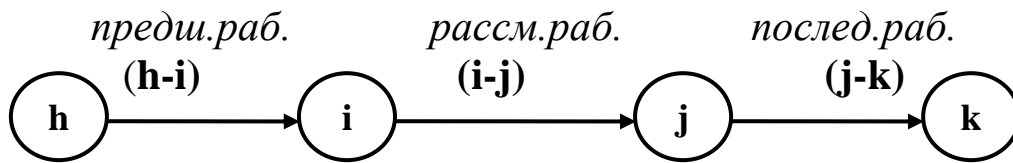


*изображение
сложного события*

Работы могут быть:

- 1) *предшествующими (h-i)*
- 2) *последующими (j-k)*

3) рассматриваемыми (i-j)

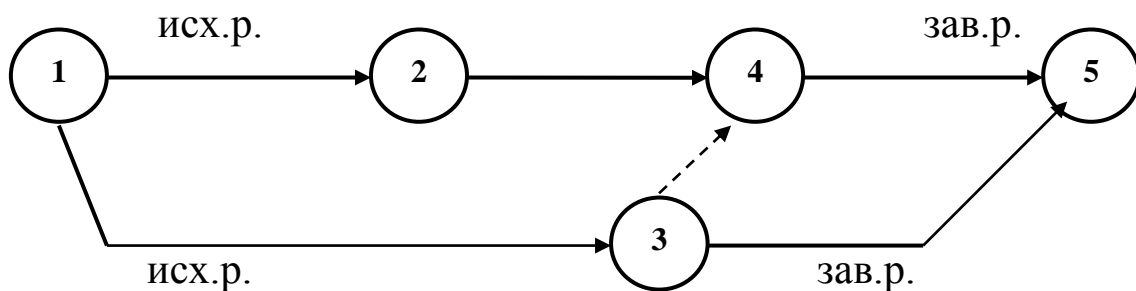


(h) - предшествующее событие;

(k) - последующее событие.

Работы, которые выходят из исходного события называются *исходными* (их может быть одна или несколько).

Работы, которые заканчиваются завершающим событием называются *завершающими*. (их может быть одно или несколько)



Путь – непрерывная последовательность работ на сетевом графике от исходного до завершающего события. Его длина определяется суммарной продолжительностью составляющих его работ. В сетевом графике между исходным и завершающим событием имеется несколько путей. Путь от исходного до завершающего события сетевого графика называется **полным путем**.

Полный путь может подразделяется на:

- предшествующий путь*
- последующий путь*.

Предшествующий путь – это участок полного пути от исходного события до n-го (данного) события сетевого графика.

Последующий путь – это путь от n-го (данного) события сетевого графика до завершающего события.

Критический путь – это полный путь, имеющий наибольшую длину (продолжительность) из всех полных путей. Его длина определяет срок выполнения работ на сетевом графике. В сетевом графике может быть один или несколько критических путей.

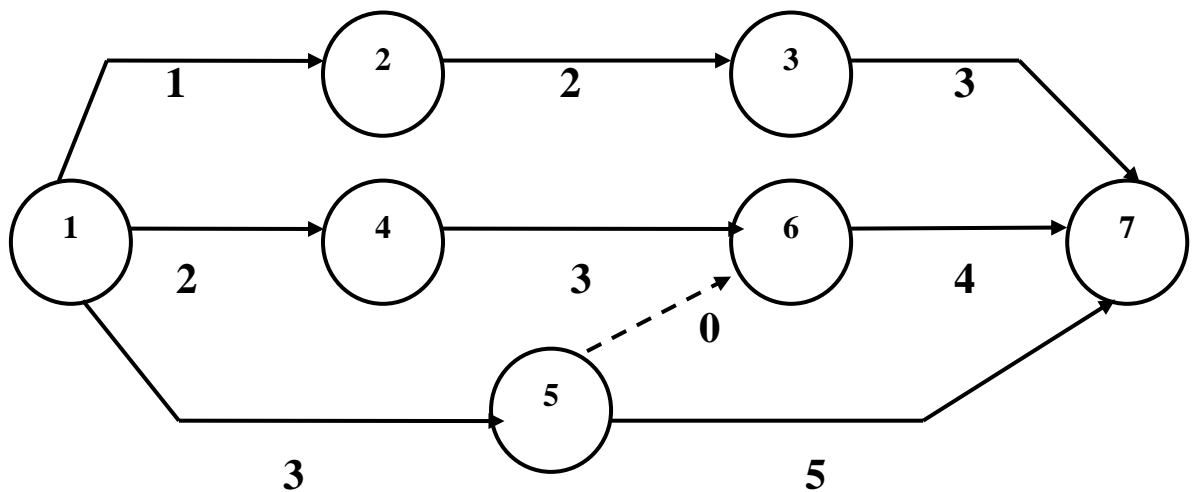
Работы, лежащие на критическом пути, называются *критическими*. Эти работы резервов времени не имеют.

Увеличение продолжительности критического пути увеличивает общую продолжительность работ на сетевом графике, т.е. увеличивает срок строительства, что недопустимо.

Пути, продолжительность которых несколько меньше продолжительности критического пути на заданную величину называют *подкритическими*. Такой величиной может быть **период контроля** (съемка информации о ходе выполнения работ).

Совокупность всех критических и подкритических путей называют **критической зоной**.

Работы, лежащие на этих путях требуют к себе внимания, так же как и работы критического пути. Пути записывают в соответствии с нарастанием значений кодов событий, составляющих путь.



Путь $L_1=1-2-3-7=1+2+3=6$ дн.

$L_2=1-4-6-7=2+3+4=9$ дн.

$L_3=2-5-6-7=3+0+4=7$ дн.

$L_4=1-5-7=3+5=8$ дн.

В этом сетевом графике критический путь описывается следующими событиями: $1-4-6-7=2+3+4=9$

Критический путь на сетевом графике выделяется (жирной стрелкой, красной пастой). В сетевом графике может быть несколько критических путей.

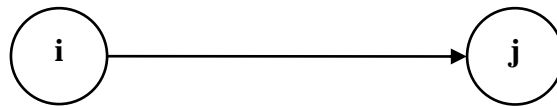
ЛЕКЦИЯ №9
ТЕМА: ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕВЫХ МОДЕЛЕЙ
ПЛАН

- I. Правила построения сетевых моделей.**
- II. Порядок разработки и построения сетевых моделей.**

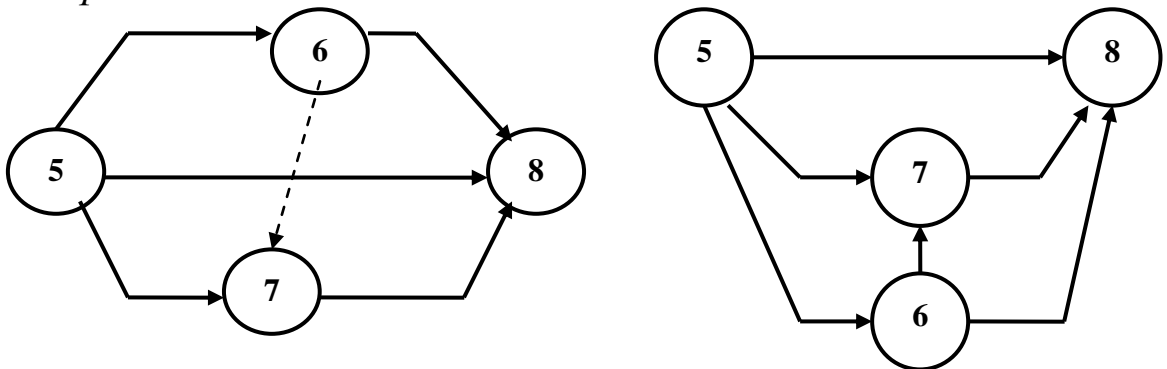
Вопрос I. Правила построения сетевых моделей.

Основные правила построения сетевых моделей (графиков) следующие:

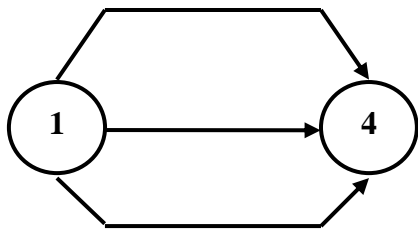
- 1) *Направление стрелок на сетевом графике следует применять слева направо*



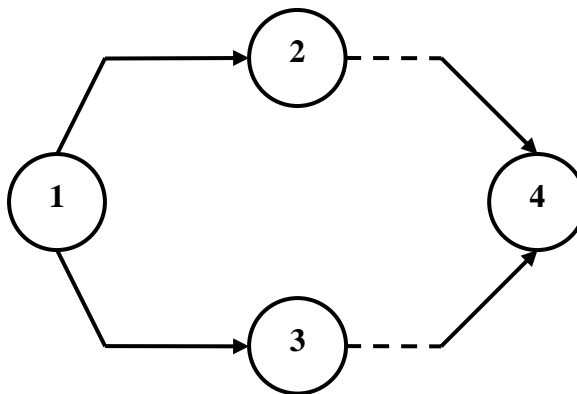
- 2) *Форма сетевой модели должна быть простой. Без лишних пересечений, большинство работ следует изображать горизонтальными линиями*



- 3) *При выполнении параллельных работ, т.е. одно событие служит началом двух работ и более, заканчивающихся другим событием, то для (n-1) работы вводится дополнительное событие и логическая связь, иначе разные работы будут иметь одинаковый код.*

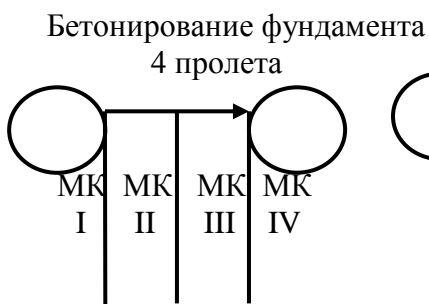


**неправильное
изображение**

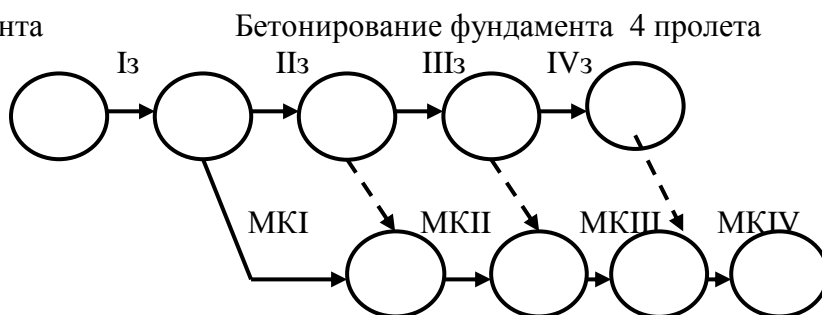


**правильное
изображение**

4) Если те или иные работы начинаются после частичного выполнения предшествующей работы, то эту работу следует разбить на части. При этом каждая часть работы на графике считается самостоятельной и имеет свои предшествующие и последующие события.

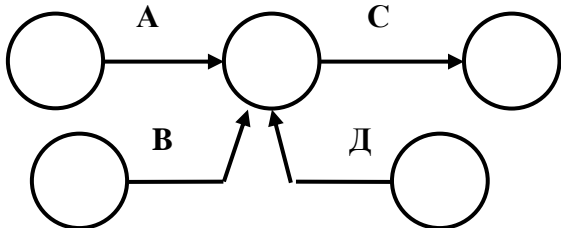


неправильное изображение

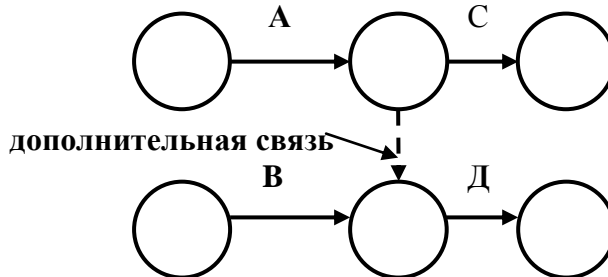


правильное изображение

5) Изображение дифференцированно зависимых работ
 а) при ситуации технологической взаимозависимости работ, т.е. работа С зависит от работы А
 работа Д зависит от работ В. В этом случае необходимо ввести логическую связь.

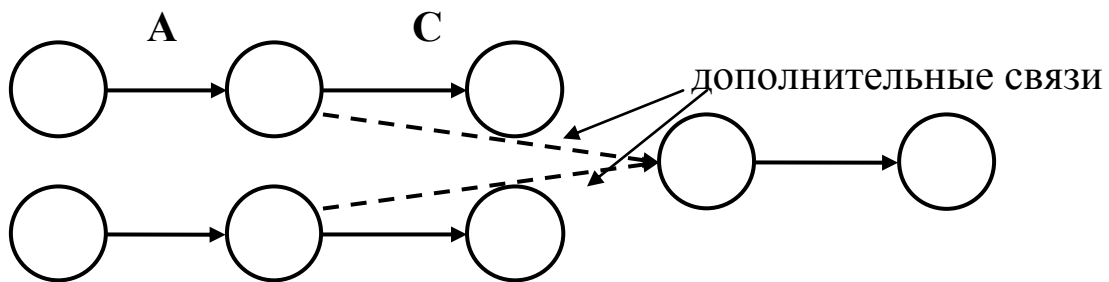


**неправильное
изображение**



**правильное
изображение**

б) При ситуации технологической взаимозависимости работ, т.е. работа С зависит от работы А; работа Д зависит от работы В; работа Е зависит от работ А, В, т.е. зависит от двух работ одновременно. В этом случае вводится две дополнительные логические связи.



б) *Изображение поточности работ*

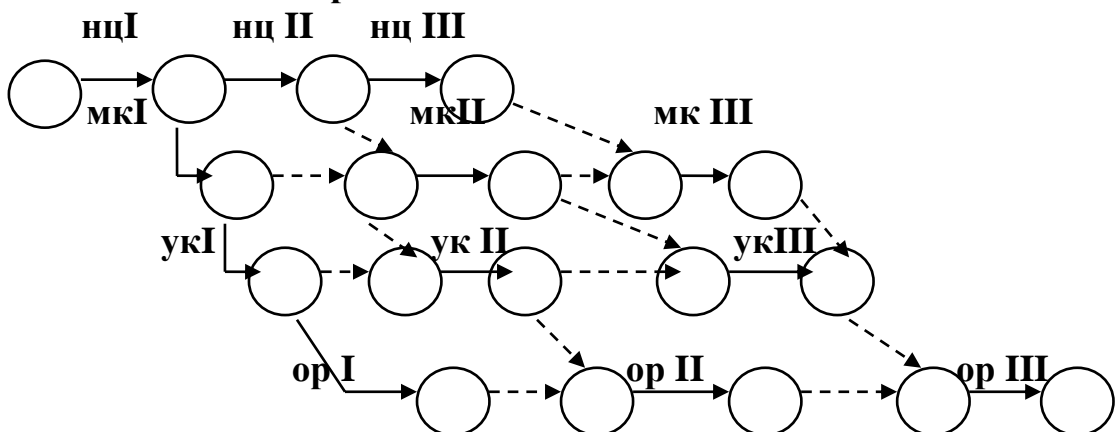
При изображении поточности работ на сетевой модели здания разбиваются на захваты.

Допустим, здание разбивается на три захватки (Iз, IIз, IIIз). Необходимо поточно выполнить следующие циклы работ.

- а) нулевой цикл (нц)
- б) монтаж каркаса (мк)
- с) устройство кровли (ук)
- д) отделочные работы (ор)

Iз	IIз	IIIз
----	-----	------

Первоначальная сетевая модель



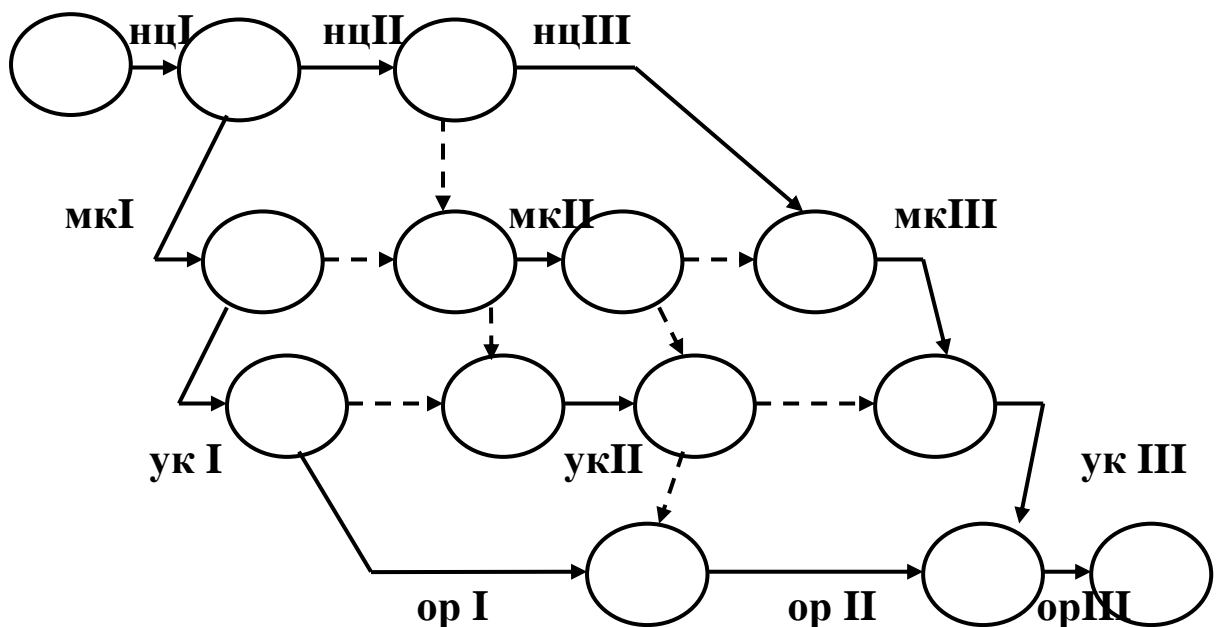
1. после окончания НЦ на I захватке мы приступаем к МК на Iз
2. затем приступаем к МК на следующей захватке. Для этого должен быть готов фронт работ по НЦ на IIз и бригада по МК должна перейти на IIз. Следовательно работа по МК на IIз зависит технологически от НЦ на второй захватке и от МК на

Из. Поэтому мы должны провести две зависимости. Далее МК на Шз зависит от окончания НЦ на Шз и от окончания МК на Пз. Необходимо ввести две логические связи.

3. выполнение работ по УК на Из можно начать после окончания МК на Из. Затем процедура построения графика продолжается как в предыдущем случае.

4. Ликвидация лишних зависимостей и событий.

Оптимизированный график

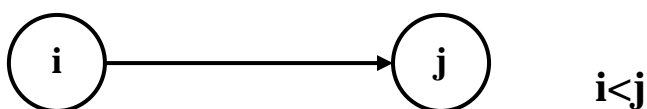


Для того чтобы изобразить поточность работ, необходимо начиная со второй поточной линии и заканчивая предпоследней поточной линией, работы на них разорвать и ввести дополнительно логическую связь.

7) кодирование событий

а) исходному событию присваивается №1

б) начальное событие работы должно быть меньше конечного события работы

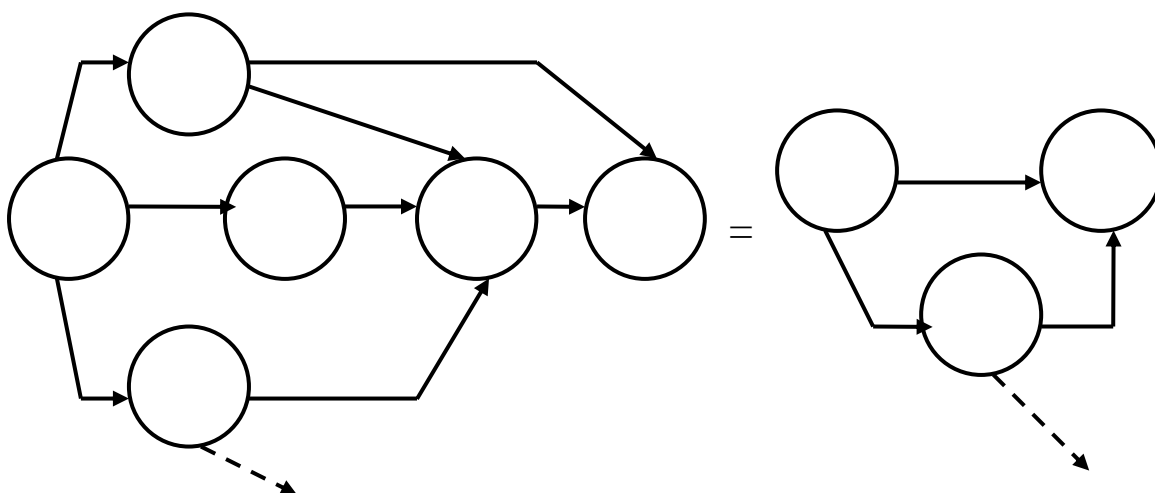
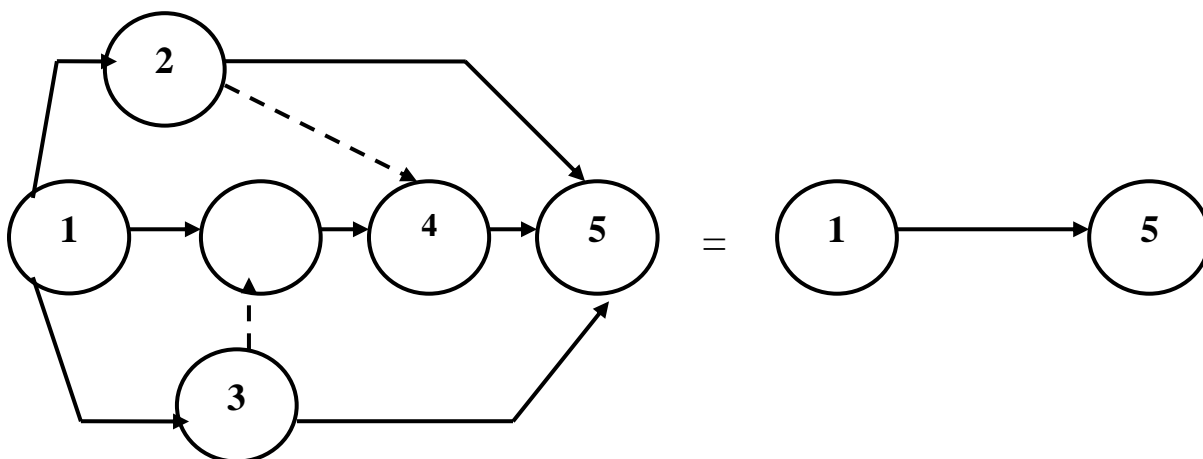


с) проставляем номера остальных событий.

8) укрупнение сетей производится с использованием следующих правил:

а) группа работ на сетевом графике изображается как одна работа, если у этих работ имеется одно начальное и одно конечное событие.

б) укрупнять в одну работу следует только такие работы, которые закреплены за одним исполнителем.

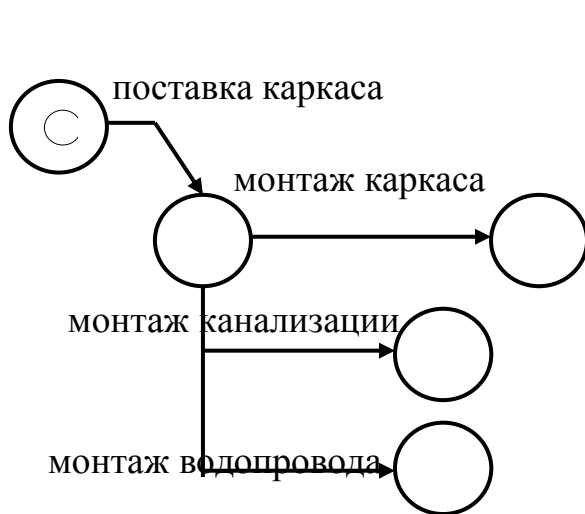
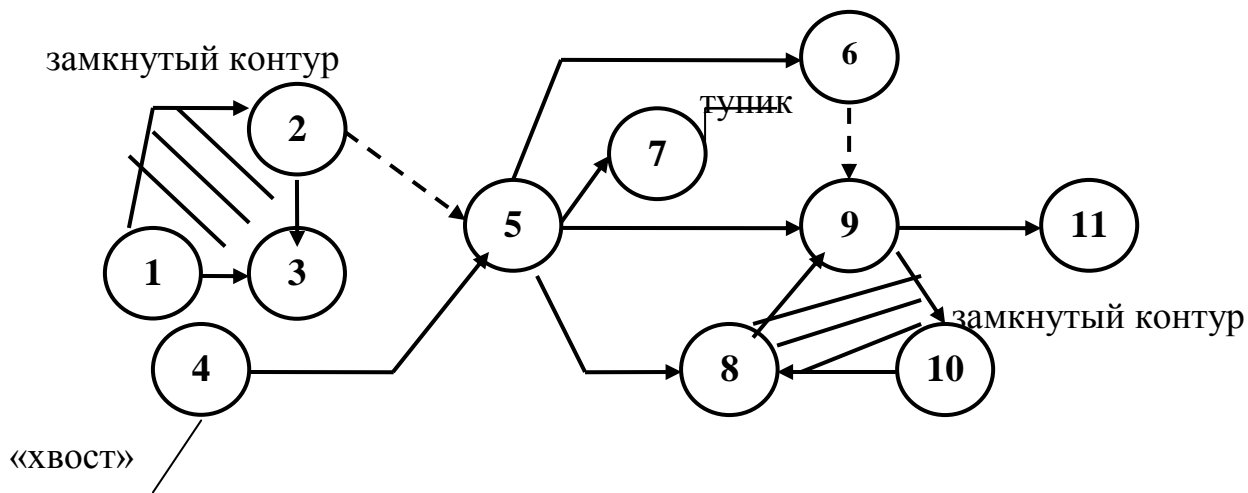


в) в укрупненную сеть нельзя вводить новые события, которых не было на более детальном графике до укрупнения

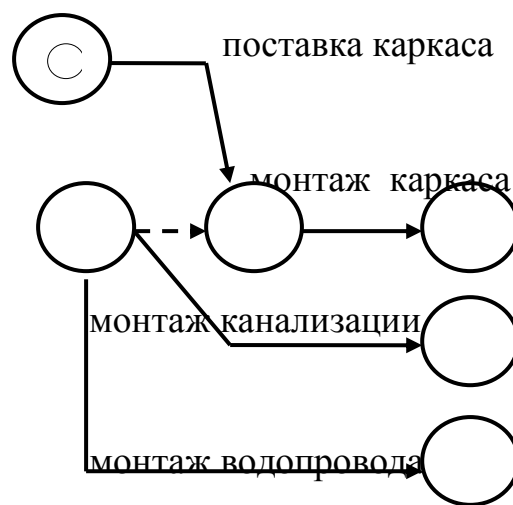
г) наименование работ в укрупненном графике должно быть увязано с наименованием укрупненных работ, например: штукатурка, затирка, покраска могут быть заменены укрупненной работой, которая будет называться отделочной работой.

д) номера событий, которые сохраняются в укрупненном событии, должны быть такими же, как и в детальном графике.

9) На сетевой модели (графике) не должно быть замкнутых контуров, «хвостов», и тупиков.



неправильно



правильно

Чтобы правильно показать поставку конструкций, материалов, механизмов или внешние работы необходимо работу, для которой поставляются ресурсы разорвать внести зависимость и добавить событие и стрелку внешней поставки привести к дополнительному событию. Внешние поставки обозначаются двойным кружком и номер не проставляется.

Вопрос II. Порядок разработки и построения сетевой модели.

Прежде чем приступить к составлению сетевого графика. Надо тщательно изучить технологию и организацию строительства проектируемого объекта.

Исходными данными для разработки первичных сетевых графиков, охватывающих сферу работ каждого ответственного исполнителя на строящемся объекте являются: рабочая документация, сметы, проект производства работ, технологические карты, данные о

поставке ресурсов, типы машин и оборудования, которые намечается использовать для производства работ, данные о составе бригад, действующие нормативные документы, калькуляции трудовых затрат, основные данные о фактической производительности труда, достигаемой при выполнении аналогичных видов работ в тех же условиях.

Построению графика предшествуют расчеты, которые могут оформляться в виде карточки – *определителя работ*, являющейся исходной документацией для составления сетевой модели.

Сетевой график строят от исходного к завершающему событию.

В ходе построения сети последовательность и взаимосвязь работ могут выявиться такими вопросами:

1. Какие работы необходимо выполнить и какие условия необходимо обеспечить, чтобы можно было начать новую работу.
2. Какие работы можно и целесообразно выполнять параллельно с данной работой.
3. Какие работы можно начинать только после окончания данной работы.

Эти работы выражают технологическую взаимосвязь между отдельными работами и обеспечивают логическую строгость сетевого графика, его соответствие моделируемому комплексу работ.

Первоначально сетевые графики строят без учета продолжительности составляющих ее работ и поэтому длина стрелок зависит только от необходимости обеспечить простую и ясную структуру сети и систематизировано расположить показатели и записать наименования по каждой работе.

После того, как составлен первый вариант сети, проверяют правильность построения, просматривая ее от исходного события до завершающего и обратно, и устанавливают, соблюдены ли все правила построения сети.

При составлении первичных сетевых графиков, имеющих наибольшую детализацию, учитывают следующие требования к детализации работ:

- а) технология работ должна быть полной;
- б) каждая стрелка должна выявлять отдельную работу;
- в) детализация работ должна обеспечивать планирование и управлять деятельностью самостоятельных ресурсов;

г) позволять рассчитывать сроки и объемы поставок материалов и контролировать ход поставок.