Федеральное агентство по образованию

Кубанский государственный технологический университет

Кафедра технологии, организации, экономики строительства и управления недвижимостью

по дисциплине

"Организация, управление и планирование строительного производства"

на тему: ''Основные элементы сетевых графиков''



Краснодар - 2005

## 1. Основные элементы и параметры сетевых графиков

**Сетевое планирование** - это метод организационного планирования поточного производства работ, моделирование ритмичного и экономичного ведения работ на объектах строительства.

Метод эффективного ведения работ.

Метод сетевого проектирования позволяет анализировать отклонения сроков выполнения отдельных работ и принимать решения с целью обеспечения в целом запланированной продолжительности строительства.

## 1.1 Элементы сетевых графиков

**Сетевой график** представляет собой сетевую модель, отражающую графически взаимосвязь между процессами, выполнение которых необходимо для достижения одной или нескольких поставленных задач.

**Работа** - это производительный процесс, требующий затрат времени, трудовых и материальных технических ресурсов и приводящих к достижению цели, например, кирпичная кладка.

На сетевом графике работа изображается одной большой стрелкой, длина которой не связана с продолжительностью работы, если график составлен не в масштабе времени.

Над и под стрелкой можно проводить характеристики работ.



Понятие работы используется в широком смысле и включает в себя кроме охарактеризованной действительной работы следующие значения: ожидания - процесс, выполнение которого требует затрат времени, но не требует затрат ресурсов. К этим процессам относят технологические или организационные перерывы между работой, например, процесс твердения бетона. Обозначается сплошной линией с указанием содержания ожидания и его продолжительности.



**Фиктивная работа или зависимость** - работа, не требующая затрат ни времени, ни ресурсов и вводится для отражения правильной взаимосвязи между рабочими. В сетевом графике зависимость обозначается пунктирной линией.



**События** - это промежуточный или окончательный результат одной или нескольких работ. События изображаются кружками или др. геометрическими фигурами, внутри которой указывается определенный номер - **код события**. Общая схема кодирования работ и события сетевого графика может быть представлена в следующем виде.



Непрерывная технологическая последовательность работ ограничиваемая исходным и завершающим событием называется **путем** и обозначается **Т**. Путь с максимальной продолжительностью называется критическим путем и обозначается **Ткр**.



где - продолжительность -й работы,



A - исходное событие сети,

Z - завершенное событие сети.

## 1.2 Временные параметры сетевых графиков и их условное обозначение

код рассматриваемой работы;

код начального события;

код предшествующей работы;

код предшествующего события;

код последующей работы;

код последующего события;

продолжительность рассматриваемого события;

раннее начало работы - это время самое раннее из возможных сроков начала данной работы;

раннее окончание работы - время окончания работы при раннем ее начале;

позднее начало работы - самый поздний из допустимых сроков ее начала, при котором общая продолжительность работ (критический путь) не увеличивается;

позднее окончание работы - время окончания работ при позднем ее начале;

общий (полный) резерв времени работы - это количество времени, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность, не изменяя общее время продолжительности общего срока строительства;

частный (свободный) резерв времени работы - количество времени на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения раннего начала последующих работ.

## 1.3 Алгоритм расчета сетевых графиков

Расчет характеристик (временных параметров) сетевого графика производим следующим образом:

## 1.3.1 Выполняем расчет ранних характеристик последовательного события (исходного) сети , тогда для первой рассматриваемой работы раннее окончание определяется по формуле

.

Для последующей работы:

.

Если в событие входят два и более работ, то:

.

Для завершающего события модели (k):

.

## 1.3.2 Выполняем расчет поздних характеристик последовательно от конечного события работы (завершающего события модели) к начальному

Для завершающего события k:

.

Для последующей работы j-k:

тогда



Для остальных (рассматриваемых работ):

тогда



Для исходного события:



## 1.3.3 Определяем резервы времени

Общий (полный) резерв времени определяем как разность поздних и ранних сроков начала или окончания работы:



Частный (свободный) резерв времени определяем разностью значения раннего начала последующей работы и раннего окончание данной работы:



Для работ лежащих на критическом пути общий и частный резервы времени равны нулю:



## 1.3.4 В ходе расчетов параметров сетевого графика выполним следующие проверки

при расчете поздних характеристик для исходного события h:



общий резерв времени для любой работы должен быть больше или равен частному резерву времени 

Критический путь проходит непрерывно от исходного события к завершающему. Возможно его разветвление, в этом случае критический путь должен соединиться. Критических путей на сетевом графике может быть несколько.

Существует несколько методов расчета сетевых моделей:

табличный;

секторный или расчет графика на графике;

метод потенциалов.

## 2. Основные правила построения сетевых графиков

При построении сетевых графиков выбирают логическую схему построения работ, включающую решение 3 вопросов:

какая работа предшествует данной работе;

какая работа сопутствует данной работе;

какая работа следует за данной работой.

Полученные в результате этих вопросов сочетания стрелок образуют сетевой график. Для правильности отражения связи между работами сетевого графика необходимо соблюдать при его построении ряд правил. После построения модели необходимо проверять логичность работ и зависимость, а так же достаточность и необходимость событий и зависимостей. Нумерация событий должна соответствовать последовательности работ во времени, то есть предшествующим событиям присваиваются меньшие номера.

## 2.1 Правила построения сетевых графиков

## 2.1.1 Направление стрелок может быть произвольным, но предпочтительно слева направо и сверху вниз

## 2.1.2 Форма графика должна быть простой, график не должен иметь лишних пересечений, большинство работ следует изображать горизонтальными линиями

## 2.1.3 При последовательном выполнении работ они изображаются на графике одна за другой

1

2

3

4

## 2.1.4 При выполнении параллельных работ, т.е. если одно событие служит началом двух работ или более, заканчивающееся другим событием, вводятся зависимость и дополнительное событие, иначе одинаковые события будут иметь одинаковый ход

1

2

3

4

не правильно

1

3

2

4

5

правильно

## 2.1.5 Если те или иные работы начинаются после частичного выполнения предшествующей работы, то эту работу следует разбить на части, при этом каждая часть работы в графике считается самостоятельной работой и имеют свои предшествующие и последующие события

**Кирпичная кладка**

**Установка столярных блоков**

1

7

6

5

4

3

2

**1 захватка**

**2 захв.**

**3 захв.**

**2 захв**.

**3 захв**.

**1 захв.**

## 2.1.6 При изображении поточных работ особое внимание уделяется правильной разбивке работ на захватки и выявление взаимосвязи смежных работ. На горизонтальном участке сетевого графика можно показывать или однородные работы по всем захваткам или весь комплекс работ на одной захватке

В сетевом графике моделирующим поточное строительство объекта не должно быть ''прострелом'', т.е. не правильной взаимозависимости работ, при построении модели лишь с учетом зависимости между работами смежных потоков, проверкой устанавливается недостающие зависимости и события.

**Земляные работы**

11

10

7

9

4

6

8

1

2

3

5

1 захватка

2 з.

3 з.

4 з.

4 з.

1 з.

2 з.

3 з.

1 з.

2 з.

3 з.

4 з.

**Монтаж стен**

Монтаж фундаментов

**НЕ ПРАВИЛЬНО**

Рассматривая сетевой график можно выявить, что работа:

**7-9** монтаж стен на 2 захватке зависит от окончания 3 работ;

**3-5** земляных работ на 3 захватке через зависимости 5-6 и 6-7;

**4-6** монтажа фундамента на 2 захватке через зависимости 6-7;

**4-7** монтажа стен на 1-й захватке.

На самом деле имеются только две реальные зависимости: от окончания монтажа стен на предыдущей захватке (4-7), т.к4**-7** выполняется одними ресурсами, и окончания работы **4-6**, окончанием которого (монтаж фундаментов на 2 захватке) **7-9** связана технологической зависимостью.

**Земляные работы**

1

1 захв.

12

10

3

5

6

9

13

7

14

11

2

4

8

2 з.

3 з.

4 з.

2 з.

3 з.

1 з.

4 з.

1 з.

2 з.

3 з.

4 з.

Монтаж стен

Монтаж фундаментов

Особенностью модели поточной формы строительного производства является отсутствие зависимости в первой и последней цепочке специализированных потоков, т.е. монтаж стен не зависит от земляных работ.

## 2.1.7 При построении сетевых графиков возможны следующие ошибки: тупики, хвосты и циклы

**Тупик** - это событие (кроме завершающего) из которого выходит ни одна работа.

**Хвост** - событие (кроме исходного), в который не входит ни одна работа.

**Цикл** - замкнутый контур, в который работы возвращаются к тому событию из которого вышли.

**Индивидуальное задание:**

**Номер схемы: 15**

**Номер колонки: 5**

## 3. Методы расчета сетевых графиков вручную

## 3.1 Расчет сетевых графиков в табличной форме

2-I-5

2

5

1

3

6

8

7

3-I-5

2-II-3

3-II-4

3-II-4

4-I-6

2-II-10

5-I-6

3-I-2

1-II-6

4

2-II-5

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № начальных  событий | Ход  работы | Прод.  работ | Ранние сроки | | Поздние сроки | | Полный резерв    времени | Свобод.  резерв    времени | Отметка критического пути |
| начало  работ | оконч.  работ | начало  работ | оконч.  работ |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| - | 1-2 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | + |
| - | 1-3 | 2 | 0 | 2 | 1 | 3 | 1 | 1 |  |
| - | 1-5 | 3 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 0 | + |
| 1 | 2-3 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | + |
| 1 | 2-4 | 2 | 3 | 5 | 7 | 9 | 4 | 1 |  |
| 1,2 | 3-4 | 3 | 3 | 6 | 6 | 9 | 3 | 3 |  |
| 1,2 | 3-5 | 0 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | + |
| 1,2 | 3-6 | 4 | 3 | 7 | 4 | 8 | 1 | 1 |  |
| 2,3 | 4-8 | 2 | 6 | 8 | 9 | 11 | 3 | 3 |  |
| 1,3 | 5-6 | 5 | 3 | 8 | 3 | 8 | 0 | 0 | + |
| 1,3 | 5-8 | 1 | 3 | 4 | 10 | 11 | 7 | 7 |  |
| 3,5 | 6-7 | 3 | 8 | 11 | 8 | 11 | 0 | 0 | + |
| 3,5 | 6-8 | 2 | 8 | 10 | 9 | 11 | 1 | 1 |  |
| 6 | 7-8 | 0 | 11 | 11 | 11 | 11 | 0 | 0 | + |



**ЭТАП 1:** Заполняем первые 3 графы таблицы, при этом начинаем заполнение со 2-ой графы, придерживаясь следующего правила, сначала записываем в графу 2 все работы выходящие из 1 события, в порядке возрастания номеров, а затем проставляем продолжительность в графу 3.

**ЭТАП 2:** Определяется ранний срок начала и ранний срок окончания. Расчет ведет от исходного события к завершающему событию сетевого графика. Ранний срок начала не исходной работы вычисляется по формуле: 

1

''Хвост''

3

5

6

7

11

9

2

8

10

''Цикл''

''Цикл''

''Тупик''

Критическое время продолжительности критического пути равно **max** из ранних окончаний завершающих работ ().

**ЭТАП 3:** Расчет поздних сроков начала окончания работ. Графы заполняются снизу вверх от завершающего события до исходного события сетевого графика, позднее окончание всех завершающих работ равны продолжительности критического пути.

Поздний срок начала работы равен:



Поздний срок окончания незавершенных работ равен наименьшему из поздних начал работ следующих данной работой. **ЭТАП 4:** Определяем полный и свободный резерв времени и отмечаем знаком ''+'' работы лежащие на критическом пути и заполняем последние 3 колонки:



Работы, не имеющие резервов времени, т.е. полный и свободный резервы работ, лежат на критическом пути.

## 3.2 Расчет сетевого графика на графике

Номер события

Ранний срок

начала работы Б

Поздний срок

окончания работы А

Номер предшествующего события, через которое к данному событию идет **max** путь





А

Б

4

6 9

3

2

3 3

1

2-II-5

3-I-5

2-II-3

3-II-4

3-II-4

4-I-6

2-II-10

5-I-6

3-I-2

1-II-6



1

0 0

-

3

3 3

2

5

3 3

1

6

8 8

5

7

11 11

6

8

11 11

7









2-I-5















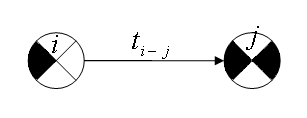
**ЭТАП 1**: Определяем ранние сроки начала работ, т.е. заполняем левый сектор событий. Расчет ведем от начального события к завершающему событию. Одновременно заполняем нижний сектор событий. Ранний срок определяем по формуле:



**ЭТАП 2**: Заполняем правый сектор. Расчет ведем от завершающего события к исходному событию. Поздний срок окончания завершающих работ равен продолжительности критического пути. Поздний срок окончания предшествующих работ определяется по формуле:



**ЭТАП 3**: Определение резервов времени может быть проведено, как чисто механическая операция.



**ЭТАП 4**: Определяем критический путь работы.

## 4. Построение сетевого графика в масштабе времени, графика движения рабочих, его стабилизация

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Год | | | | 2005 | | | | | | | | | | | |
| Месяцы | | | | Февраль | | | | | | Март | | | | | |
| Даты рабочих дней | | | | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 3 | | 4 | 5 | 6 | 7 | 10 |
| Порядок № дней | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Линейная диаграмма | Шифры работ | 1-2  1-2  1-5  2-3  2-4  3-4  3-5  3-6  4-8  5-6  5-8  6-7  6-8  7-8 | 3-I-5  2-II-3  3-II-4  2-I-5  3-II-4  4-I-6  2-II-5  5-I-6  1-II-6  3-I-2  2-II-10 |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |
| График движения рабочих | | До оптимизации | |  | | | | | | | | | | | |
| После оптимизации | |  | | | | | | | | | | | |
| Сетевой график в масштабе времени  3-I-5 | | | | 3-II-4  2-II-3 |  |  | 3-II-4  2-I-5 | 1-II-6  5-I-6  4-I-6 |  | | 2-II-5 |  | 2-II-10 | 3-I-2 |  |