

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

## **ЛОГИСТИКА. ЭЛЕМЕНТЫ ТЕОРИИ, ЗАДАЧИ И УПРАЖНЕНИЯ**

Учебно-методическое пособие для вузов

Составитель  
И.Н. Булгакова

Издательско-полиграфический центр  
Воронежского государственного университета  
2011

# 1. ПОСТРОЕНИЕ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Сетевой моделью (СМ) называется экономико-математическая модель, отражающая весь комплекс работ и событий, связанных с реализацией проекта в их логической и технологической последовательности и связи.

В сетевом проектном управлении (СПУ) применяются связные, ориентированные графы без циклов, имеющие одну начальную и одну конечную вершину.

Основные понятия сетевой модели: *событие, работа, путь*.

**Работа** характеризует любое действие, требующее затрат времени или ресурсов. Работами считаются и процессы, не требующие затрат времени и ресурсов, а устанавливающие зависимости выполнения работ. Такие работы называются *фиктивными*. Работа обозначается парой чисел  $(i, j)$ , где  $i$  – номер события, являющегося начальным для данной работы,  $j$  – номер события, являющегося конечным для данной работы, в которое она входит. Работа не может начаться раньше, чем свершится событие, являющееся для нее начальным. Каждая работа имеет свою продолжительность  $t(i, j)$ . Работы на графах обозначаются дугами (стрелками), фиктивные работы обозначаются пунктирными стрелками.

**Событиями** называются начало или завершение одной или нескольких работ. Они не имеют протяженности во времени. Событие совершается в тот момент, когда оканчивается последняя работа, входящая в него. На графе события изображаются кружками, внутри которых записывается номер события. В моделях СПУ имеется одно начальное событие (номер 0), одно конечное событие или завершающее (номер  $N$ ) и промежуточные события (номер  $i$ ). В графической интерпретации сетевой модели работы представляются дугами, а события – вершинами графа.

**Путь** – цепочка следующих друг за другом работ (дуг), соединяющих начальную и конечную его вершины. **Полный путь**  $L$  – путь, начало которого совпадает с начальным событием сети, а конец – с завершающим. Продолжительность пути определяется суммой продолжительностей составляющих его работ. Путь, имеющий максимальную продолжительность, называют **критическим** ( $L_{кр}$ ). Продолжительность критического пути обозначается как  $t_{кр}$ . Работы, принадлежащие критическому пути, называются **критическими**. Их несвоевременное выполнение ведет к срыву сроков всего комплекса работ.

При построении сетевого графика необходимо соблюдать ряд правил:

1. В сетевой модели не должно быть «тупиковых событий», т.е. событий, из которых не выходит ни одна работа, за исключением завершающего события (рис. 1.1а).

- **независимый резерв** –  $R_n(i, j) = t_p(j) - t_n(i) - t(i, j)$  – запас времени, при котором все предшествующие работы заканчиваются в поздние сроки, а все последующие – начинаются в ранние сроки. Использование этого резерва не влияет на величину резервов времени других работ.

Работы, лежащие на критическом пути, резервов времени не имеют. Если на критическом пути  $L_{кр}$  лежит начальное событие  $i$  работы  $(i, j)$ , то  $R_n(i, j) = R_l(i, j)$ . Если на  $L_{кр}$  лежит конечное событие  $j$  работы  $(i, j)$ , то  $R_n(i, j) = R_c(i, j)$ . Если на  $L_{кр}$  лежат и событие  $i$ , и событие  $j$  работы  $(i, j)$ , а сама работа не принадлежит критическому пути, то  $R_n(i, j) = R_c(i, j) = R_n(i, j)$

### Характеристики путей

**Продолжительность пути** равна сумме продолжительностей составляющих ее работ.

**Резерв времени пути** равен разности между длинами критического пути и рассматриваемого пути.

Резерв времени пути показывает, на сколько может увеличиться продолжительность работ, составляющих данный путь, без изменения продолжительности срока выполнения всех работ.

В сетевой модели можно выделить так называемый **критический путь**. Критический путь  $L_{кр}$  состоит из работ  $(i, j)$ , у которых полный резерв времени равен нулю  $R_n(i, j) = 0$ ; кроме этого, резерв времени  $R(i)$  всех событий  $i$  на критическом пути равен 0. Длина критического пути определяет величину наиболее длинного пути от начального до конечного события сети и равна  $t_{кр} = t_p(N) = t_n(N)$ . Заметим, что в проекте может быть несколько критических путей.

Для оценки трудности своевременного выполнения работ служит **коэффициент напряженности работ**:

$$K(i, j) = \frac{t(L_{\max}(i, j)) - t'_{кр}}{t_{кр} - t'_{кр}} = \frac{1 - R_n(i, j)}{t_{кр} - t'_{кр}},$$

где  $t(L_{\max}(i, j))$  – продолжительность максимального пути, проходящего через работу  $(i, j)$ ;  $t_{кр}$  – продолжительность отрезка пути  $L_{\max}(i, j)$ , совпадающего с критическим путем.

Видно, что  $K_n(i, j) < 1$ . Чем ближе  $K_n(i, j)$  к 1, тем сложнее выполнить данную работу в установленный срок. Напряженность критических работ полагается равной 1. Все работы сетевой модели могут быть разделены на 3 группы: напряженные ( $K_n(i, j) > 0,8$ ), надкритические ( $0,6 < K_n(i, j) < 0,8$ ) и резервные ( $K_n(i, j) < 0,6$ ).

В результате перераспределения ресурсов стараются максимально уменьшить общую продолжительность работ, что возможно при переводе всех работ в первую группу.

**Задача 1.** По данным табл. 1.1 построить сетевой график, найти продолжительность выполнения комплекса работ, временные характеристики событий и работ, коэффициенты напряженности работ.

Таблица 1.1

*Перечень выполнения работ для составления согласованных графиков доставки продукции потребителям*

Номер события		Перечень работ	Продолжительность работ, дни	Где и как рассчитать указанную работу
<i>i</i>	<i>j</i>			
0	1	Базовый рынок и его рациональный радиус действия	15	Практическое исследование
1	2	Определение потребителей продукции и составление карты их дислокации	6	Практическое исследование
2	3	Прогнозирование объема перевозок и необходимого количества продукции на предприятиях оптовой торговли	8	Логистический менеджмент
3	4	Расчет полезной площади и определение технологического процесса на предприятиях оптовой торговли	5	Логистика складирования
4	5	Расчет оптимальной партии поставки продукции потребителям	5	Логистика запасов
2	6	Передача информации о потребителях продукции	1	Практическое исследование
6	7	Определение возможностей разгрузочных работ у потребителей	7	Практическое исследование
7	8	Обоснование и выбор подвижного состава для поставки продукции потребителю	6	Практическое исследование
8	9	Передача транспортной информации	4	
5	9	Расчет рациональных маршрутов перевозки продукции	15	Транспортная логистика
9	10	Составление согласованных графиков доставки продукции потребителям	20	Совместно с предприятиями

### Задачи для самостоятельного решения

**Задача 1.1.** По данным табл. 1.2 и 1.3 построить сетевой график, найти продолжительность выполнения комплекса работ, временные характеристики событий и работ.

Таблица 1.2

*Работы, связанные с внедрением новой модели заготовок обуви*

Код работы	Наименование работы	Продолжительность работы по вариантам, дни										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,1	Подготовка модели и наряда на проведение первой пробы	2	1	1	2	2	1	3	2	1	3	2
1,2	Проведение первой пробы в экспериментальном цехе	9	8	7	10	6	10	11	0	10	8	7
2,3	Корректировка модели после первой пробы	1	1	2	1	1	1	2	1	2	2	1
2,4	Составление технологического перечня для пошива заготовок	2	1	3	3	2	4	3	2	4	3	4
3,5	Определение процента укладываемости деталей верха	1	2	1	1	2	1	1	1	2	1	1
5,6	Градация крайних размеров деталей верха и вырезка металлических шаблонов, подготовка картонных деталей	3	2	2	3	3	2	3	2	3	2	2
6,7	Проведение второй пробы	8	7	9	10	10	9	11	10	9	12	11
7,8	Подготовка деталей для градации, градация и вырезка металлических шаблонов всей серии деталей верха	6	5	7	6	6	7	6	5	4	6	5
8,11	Разработка сборочного чертежа, зарисовка деталей верха в альбом	1	2	1	1	2	2	1	1	2	1	1
8,10	Составление модельного паспорта	2	1	3	2	3	2	1	2	3	2	2