

Моделирование систем и процессов

Лекция 7.

Метод сетевого планирования

Метод сетевого планирования или сетевое планирование управления используется для решения задач планирования работ в системах, в которых существенную роль играют последовательность отдельных этапов работ и их взаимосвязей.

Основным исходным материалом для сетевого планирования является список (таблица, перечень) работ, в котором указана их взаимная обусловленность.

Работа	Опирается на работы	t_{ai}
a_1	—	10
a_2	—	5
a_3	—	15
a_4	a_1, a_2	18
a_5	a_2, a_6	19
a_6	a_4	18
a_7	a_5, a_6	8
a_8	a_3, a_5, a_6	25
a_9	a_7	30
a_{10}	a_5, a_8	10

Работы подразделяются на ранги.

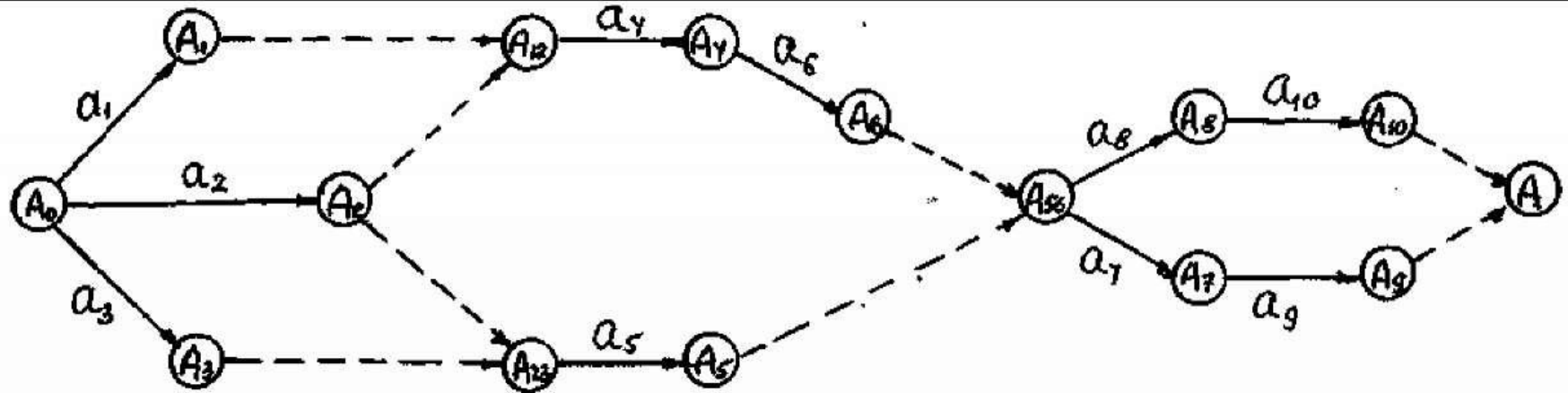
Работы первого ранга - это такие работы, для выполнения которых не требуется выполнение никаких работ.

Работы второго ранга - это такие работы, которые обусловлены (опираются) одной или несколькими работами первого ранга, и т.д.

Работа a - это процесс, приводящий к определённом результату.

Событие A - означает факт завершения предшествующего комплекса работ

Сетевой график, отображающий взаимосвязь работ, перечисленных в таблице



A0- исходное событие;

a1, a2, a3 - работы первого ранга;

A1, A2, A3 , - события, означающие завершение работ a1, a2, a3;

A12 - событие, означающее завершение работ и A1 и A2 (a4 опирается на работы a1 и a2);

A23 - событие, означающее завершение работ и A2 и A3 (a5 опирается на работы a2 и a3);

A56 - событие, означающее завершение работ и A5 и A6 (a5 опирается на работы a2 и a3);

A - событие, означающее завершение всех работ.

Различают следующие виды работ:

- действительные работы, которые сопровождаются затратами времени и ресурсов (изображены сплошными линиями);
- фиктивные работы, которые не требуют затрат ресурсов, но показывают взаимосвязь начала какой-либо работы от окончания другой (изображены пунктирными линиями).

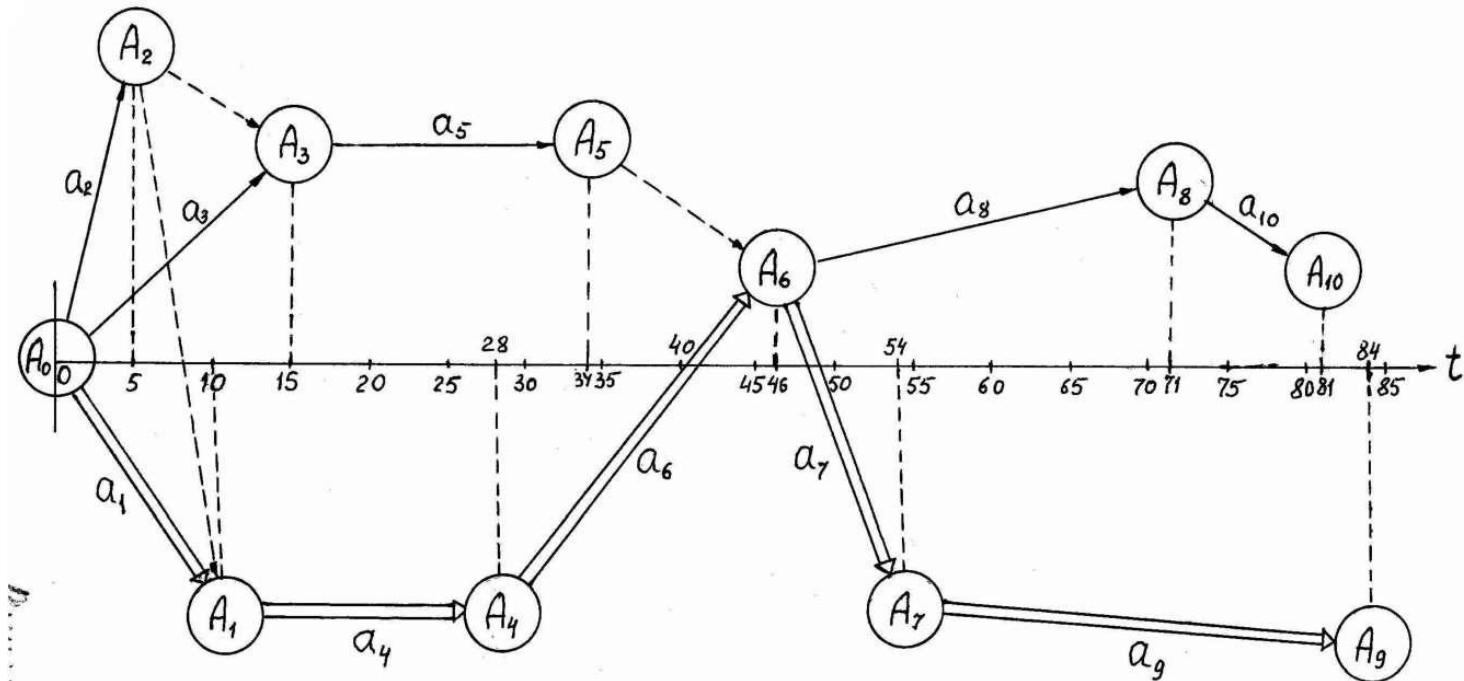
Основными характеристиками каждой работы являются ресурсы, необходимые для её выполнения: время, количество специалистов, материальные ресурсы (оборудование, запчасти, сырьё и т.п.).

Разновидностью действительной работы является ожидание - процесс, требующий только затрат времени (например, простой специалистов в ожидании освобождения салона самолёта).

Основные правила составления сетевого графика

- на графике не должно быть событий, кроме завершающего, с которых не начинается ни одной работы;
- не должно быть событий, кроме исходного, в которое не входит ни одной работы;
- не должно быть замкнутых контуров работы;
- при наличии между двумя событиями нескольких работ, выполняемых параллельно, для определённости вводят дополнительные события и фиктивные работы (фиктивные работы вводят также для обозначения зависимости отдельных работ в сети).

Временные сетевые графики



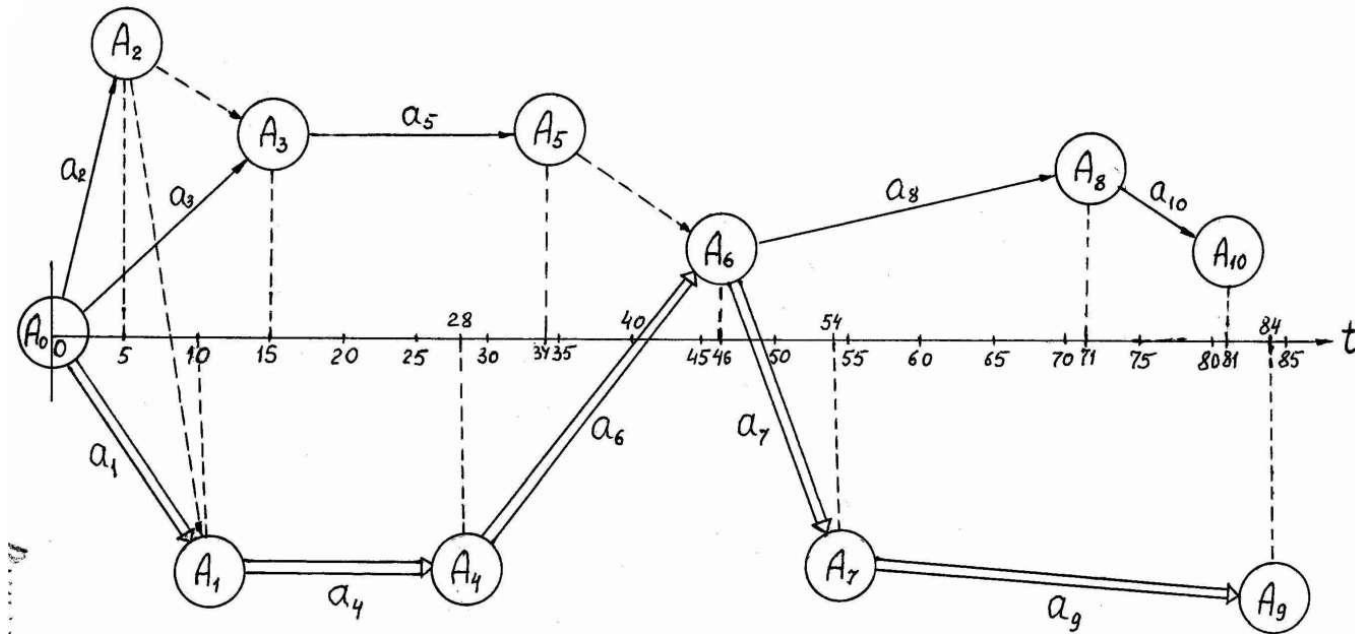
Если соединить сетевой график с осью времени, то мы получим временной сетевой график.

На этом графике проекция длины каждой стрелки будет соответствовать времени выполнения этой работы, t_{ai} взяты из таблицы

Общее время выполнения работ:

$$T = t_{a1} + t_{a4} + t_{a6} + t_{a7} + t_{a9} = 10 + 18 + 18 + 8 + 30 = 84$$

Временные сетевые графики

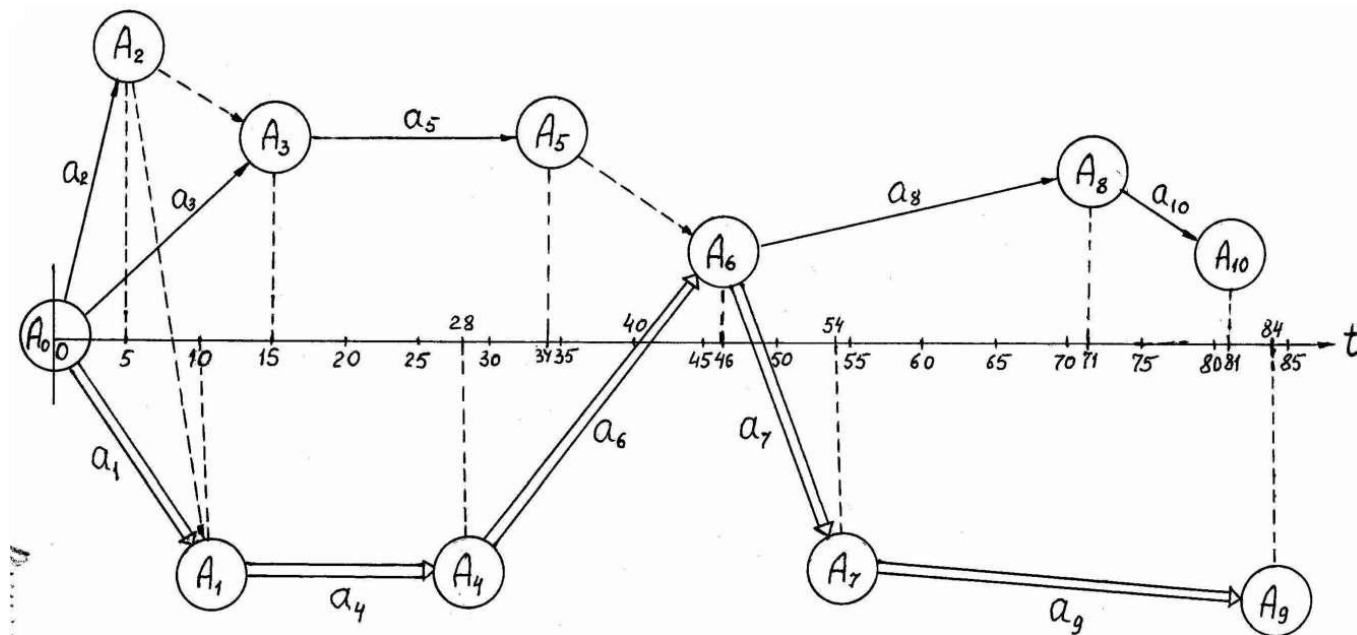


Работы a_1 , a_4 , a_6 , a_7 и a_9 называются критическими работами, а цепочка, обозначенная двойными стрелками, является критическим путём.

По временному сетевому графику могут быть определены резервы, соответствующие некритическим работам (a_2 , a_3 , a_5 , a_8 и a_{10})

Некритические дуги - совокупность некритических работ, начинающихся и кончающихся на критическом пути

Временные сетевые графики



"некритические дуги":

$A_0 - a_2 - A_2 - A_1$ (одна некритическая работа a_2);

$A_0 - a_3 - A_3 - a_5 - A_5 - A_6$ (две некритические работы a_3 и a_5);

$A_0 - a_2 - A_2 - A_3 - a_5 - A_5 - A_6$ (две некритические работы a_2 и a_5);

$A_6 - a_8 - A_8 - a_{10} - A_{10}$ (две некритические работы a_8 и a_{10}).

Временные сетевые графики

Резерв времени, приходящийся на работу а2, равен

$$R_2 = t_1 - t_2 = 10 - 5 = 5$$

Резерв времени на работы а3 и а5

$$R_{3,5} = t_1 + t_4 + t_6 - (t_3 + t_5) = 10 + 18 + 18 - (5 + 19) = 22$$

Резерв времени на работы а8 и а10

$$R_{8,10} = t_7 + t_9 - (t_8 + t_{10}) = 8 + 30 - (25 + 8) = 5.$$

Вывод

Знание критического пути

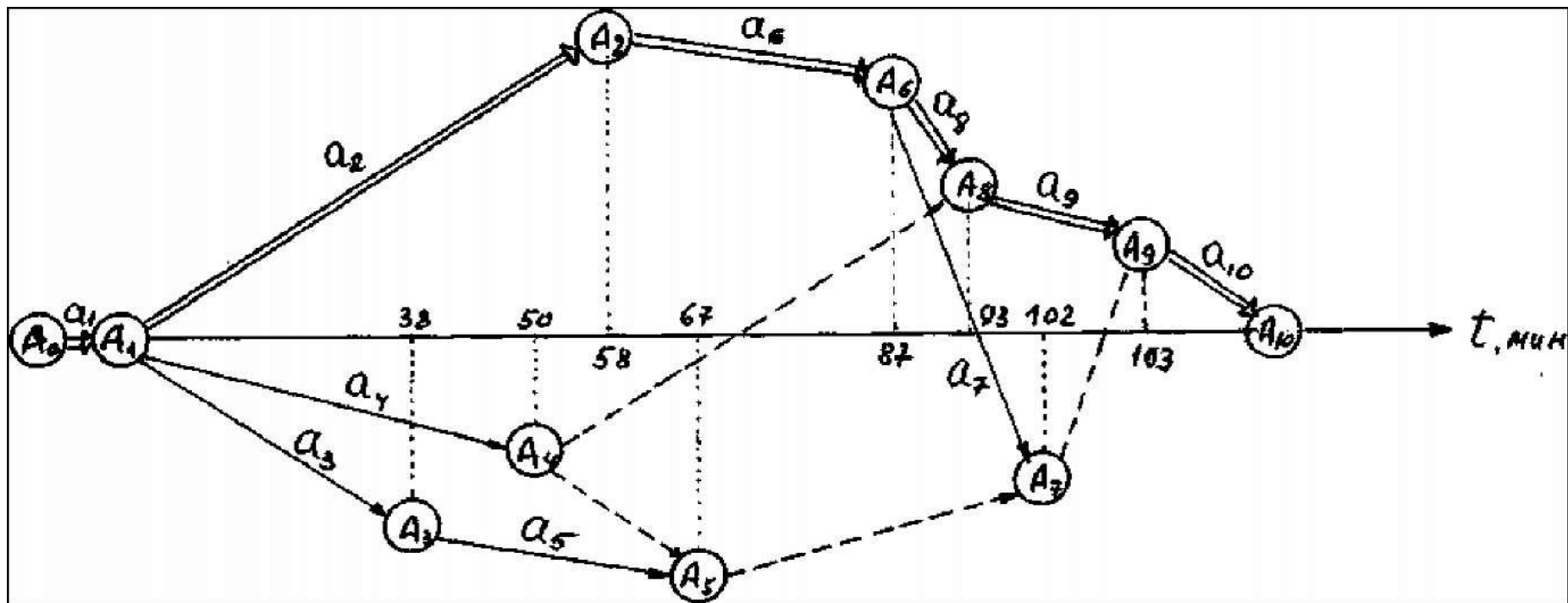
Во-первых, позволяет выявить совокупность наиболее "угрожаемых" работ, в случае необходимости их форсировать.

Во-вторых, даёт возможность ускорить выполнение всего комплекса работ за счёт привлечения ресурсов, скрытых в некритических работах (за счёт их замедления перебросить часть сил и средств на более важные критические работы).

Пример составления сетевого графика

Условное Обозначение работы	Содержание работы	Опирается на работы	t_{ai}
a_1	Руление самолёта к аэровокзалу после приземления	-	8
a_2	Разгрузка самолёта	a_1	50
a_3	Выход пассажиров из самолёта	a_1	3
a_4	Техническое обслуживание самолёта	a_1	42
a_5	Заправка самолёта топливом	a_3	29
a_6	Загрузка самолёта	a_2	29
a_7	Посадка пассажиров в самолёт	a_5, a_6	15
a_8	Подсоединение к самолёту тягача	a_5, a_6	6
a_9	Выруливание самолёта на предварительный старт	a_4, a_7	10
a_{10}	Взлёт самолёта	a_9	10

Временной сетевой график рассматриваемых работ



Критический путь:

A0- a1- A1- a2- A2- a6- A6- a8- A8- a9 - A9 - a10- A10

Общая продолжительность работ равна сумме критических работ.

$$T = t_{a1} + t_{a2} + t_{a6} + t_{a8} + t_{a9} + t_{a10} = 80 + 50 + 29 + 60 + 10 + 10 = 113 \text{ мин.}$$

Некритические дуги:

1. $A1 - a3 - A3 - a5 - A5 - A6$;

Некритические работы $a3$ и $a5$.

Резерв времени $(a2 + a6) - (a3 + a5) = (50 + 29) - (30 + 20) = 20$ мин. Этот резерв может быть использован между выходом пассажиров из самолёта (работа $a3$) и заправкой самолёта (работа $a5$).

2. $A1 - a4 - A4 - A6$;

Некритическая работа $a4$.

Резерв времени $(a2 + a6 + a8) - a4 = (50 + 29 + 6) - 42 = 43$ мин. Это время может быть использовано для технического обслуживания самолёта (работа $a4$).

3. $A6 - a7 - A7 - a9$;

Некритическая работа $a7$.

Резерв времени $(a8 + a9) - a9 = (6 + 10) - 15 = 1$ мин. Этот резерв может быть использован для посадки пассажиров в самолёт (работа $a7$).