

Семинар – Расчёт параметров сетевой модели

1. Исходное планирование.
2. Параметры сетевой модели расчётом на самом графике.
3. Кодировка сетевой модели.
4. Решение задачи по расчёту параметров сетевой модели.
5. Задание

Исходное планирование предполагает расчёт параметров сетевой модели и её оптимизацию («исходное» по отношению к оптимизации).

Параметры сетевого графика рассчитываются одним из способов: аналитическим, табличным, на самом графике, с применением компьютера и др. Наиболее широко применяют метод расчета на самом графике и табличный метод, при этом используются формулы аналитического метода.

Параметры сетевой модели расчётом на самом графике

Для каждого графика проводится его кодировка (в соответствии с правилами) и рассчитываются его параметры:

- сроки (ранний и поздний) свершения событий – T_{pi}, T_{ni} ;
- сроки (ранний и поздний) начала и окончания работ;
- резервы событий – R_i ;
- резервы работ (полный и свободный) – R_{ni}, R_{cij}
- критический путь.

Для проведения расчёта параметров необходимо знать **продолжительность работ** – t_{ij} , которая чаще всего определяется вероятностным методом. Для некоторых видов работ (конструкторско-технологическая подготовка – разработка рабочих чертежей, технологических карт и маршрутов) может использоваться детерминированный или нормативный метод.

Кодировка сетевой модели

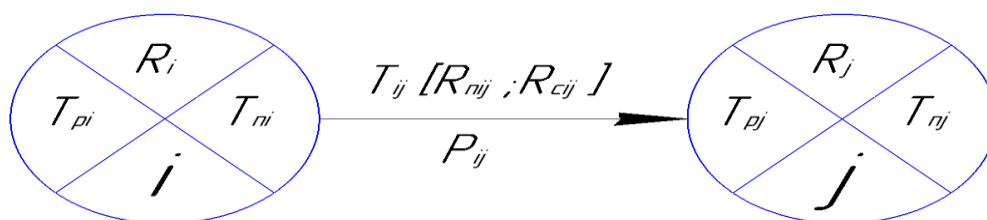


Рисунок 1 – Правила кодировки сетевой модели

Ранний срок свершения исходного события принимают равным нулю

$$T_{pi} = 0$$

Ранний срок свершения события j:

$$T_{pj} = \max (T_{pi} + t_{ij})$$

Рассматривают все работы, входящие в событие данной работы, и выбирают максимальное значение раннего срока свершения события.

Поздний срок свершения завершающего события равен его раннему сроку свершения:

$$T_{nc} = T_{pc}$$

Поздний срок свершения события:

$$T_{ni} = \min(T_{nj} - t_{ij})$$

От завершающего события к исходному последовательно рассматривают все исходящие из события работы и выбирают минимальное значение позднего срока свершения.

Ранний срок начала работы равен раннему сроку свершения её начального события.

Поздний срок начала работы равен позднему сроку свершения её начального события.

Ранний срок окончания работы равен раннему сроку свершения её завершающего события.

Поздний срок окончания работы равен позднему сроку свершения её завершающего события.

Резерв свершения события – разница между величиной позднего срока свершения i -го события и величиной раннего срока свершения i -го события

$$R_i = T_{pi} - T_{ip}$$

Решение задач по расчёту параметров сетевой модели

Задача 1 Построить график выполнения работ по их номерам

Для разработки нового изделия и стенда для его испытания составлен перечень инновационных работ. Необходимо:

1. Определить взаимосвязь работ и последовательность их выполнения.
2. Построить **по номерам работ** сетевой график их выполнения.
3. Провести кодирование работ и событий.
4. Сформулировать содержание событий.

Перечень работ разработки нового изделия и стенда для его испытания:

1. Разработка технических условий на эксплуатацию стенд.
2. Разработка общей компоновки стенда.
3. Проектирование и разработка технологии изготовления электрической части стенда.
4. Проектирование и разработка технологии изготовления механической части стенда.
5. Оформление и размещение заказов на покупные элементы.
6. Изготовление и монтаж элементов электросхемы.
7. Изготовление и подборка элементов механической части стенда
8. Исполнение заказов на покупные элементы стенда.
9. Уточнение технических условий эксплуатации стенда по покупным элементам стенда и результатам изготовления и монтажа электрической и механической схем.
10. Сборка и отладка стенда.
11. Разработка рабочей документации по эксплуатации стенда.
12. Проведение контрольных испытаний стенда и сдача заказчику.

Условия и ограничения построения сетевого графика выполнения работ:

Результат работы 2 (Разработка общей компоновки стенда) **необходим для начала работ:**

- **3** (Проектирование и разработка технологии изготовления электрической части стенда);
- **4** (Проектирование и разработка технологии изготовления механической части стенда);
- **5** (Оформление и размещение заказов на покупные элементы).

Для начала работы 10 (Сборка и отладка стенда) необходимы результаты работ:

- **6** (Изготовление и монтаж элементов электросхемы);
- **7** (Изготовление и подсборка элементов механической части стенда);
- **8** (Исполнение заказов на покупные элементы стенда).

Для начала работы 11 (Разработка рабочей документации по эксплуатации стенда) необходимы результаты работ:

- **1** (Разработка технических условий на стенд);
- **5** (Оформление и размещение заказов на покупные элементы);
- **9** (Уточнение технических условий эксплуатации стенда по покупным элементам стенда и результатам изготовления и монтажа электрической и механической схем)

Для начала работы 12 (Проведение контрольных испытаний стенда и сдача заказчику) необходимы результаты работ:

- **10** (Сборка и отладка стенда);
- **11** (Разработка рабочей документации по эксплуатации стенда).

Сетевой график выполнения работ (по их номерам)

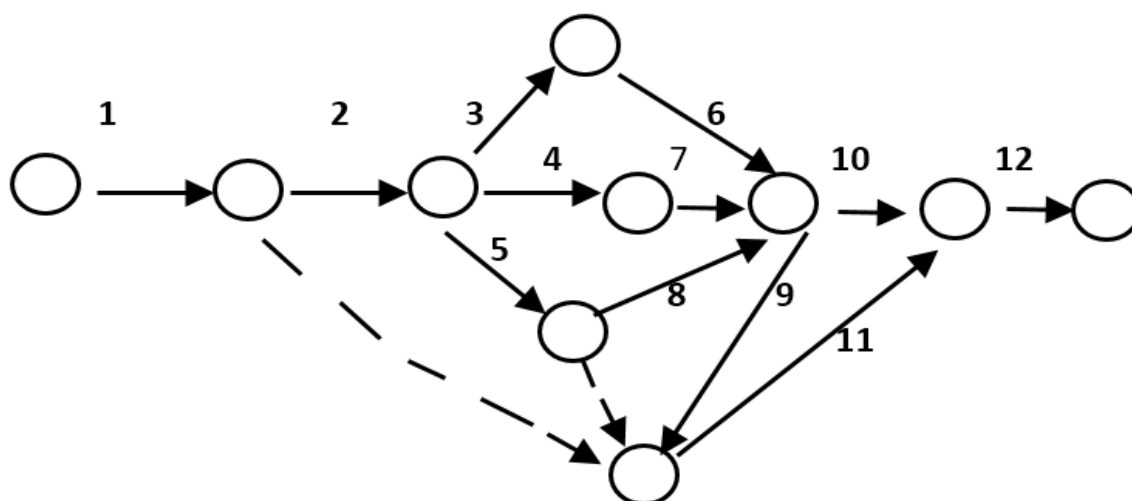


Рис. 2 – График совокупности и порядка выполнения работ (по номерам работ)

Задача 2 Сформировать таблицу работ и событий

Кодирование работ и событий и формулирование содержания событий

Составляем табл. 1. Заполняем графу **Содержание события** и одновременно кодируем работы и события.

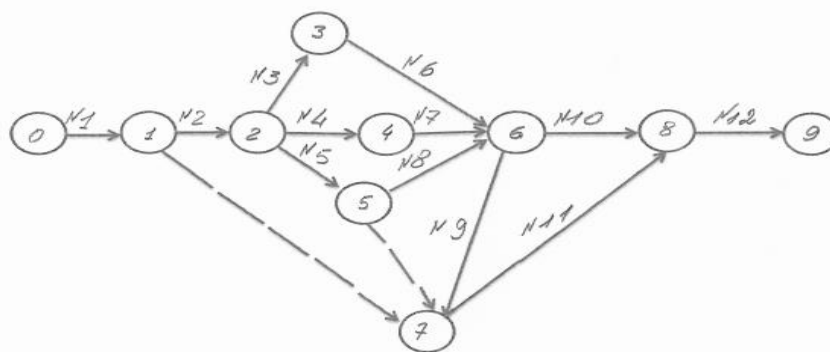
Таблица 1 – Перечень работ разработки нового изделия и стенда для его испытания

События		Работы				
Код	Содержание события	№	Содержание работы	Код	T_{ij}^1	P_{ik}^2
0	ТЗ на проектирование и изготовление испытательного стенда получено	1	Разработка технических условий на эксплуатацию стенд (в событие 7!)	0-1	6	2 _{констр}
1	Технические условия на стенд разработаны	2	Разработка общей компоновки стенда	1-2	8	3 _к
2	Общая компоновка стенда разработана	3	Проектирование и разработка технологии изготовления электрической части стенда	2-3	4	2 _{технолога}
3	Проектирование и разработка технологии изготовления механической части стенда закончены	4	Проектирование и разработка технологии изготовления механической части стенда	2-4	6	2 _т
4	Проектирование и разработка технологии изготовления механической части стенда закончены	5	Оформление и размещение заказов на покупные элементы (в событие 7!)	2-5	1	1 _{инж}
5	Заказы на покупные элементы оформлены и размещены	6	Изготовление и монтаж элементов электросхемы	3-6	2	2 _{инж}
		7	Изготовление и подборка элементов механической части стенда	4-6	10	2 _{инж}
6	Изготовление и монтаж элементов электросхемы, изготовление и подборка элементов механической части стенда завершены, исполнены заказы на покупные элементы стенда	8	Исполнение заказов на покупные элементы стенда	5-6	3	2 _{инж}

¹ Продолжительность работы (раб. дн.)

² Количество исполнителей работы по категориям (чел.)

		9	Уточнение технических условий эксплуатации стенда по покупным элементам стенда и результатам изготовления и монтажа электрической и механической схем	6-7	2	1 _к
7	Технические условия эксплуатации стенда по покупным элементам и результатам изготовления и монтажа электрической и механической схем уточнены; Оформление и размещение заказов на покупные элементы выполнено (р-т 2-5 или №5); Разработка технических условий на эксплуатацию стенд (р-т 0-1 или №1)	10	Сборка и отладка стенда	6-8	12	3 _{инж}
		11	Разработка рабочей документации по эксплуатации стенда	7-8	6	2 _т
8	Стенд собран и отлажен, Рабочая документация по эксплуатации стенда разработана	12	Проведение контрольных испытаний стенда и сдача заказчику	8-9	8	4 _{инж}
9	Контрольные испытания стенда и сдача его заказчику проведены					



По данным таблицы 1 проставляем на графике для каждой работы значения продолжительности каждой работы T_{ij} (над стрелкой) и количество исполнителей по категориям P_{ik} (под стрелкой). Далее проводим расчёт параметров сетевой модели и их значения заносим на график.

Расчёт параметров

Ранний срок свершения события $T_{pj} = 0$; $T_{pj} = \max (T_{pi} + t_{ij})$		
$T_{p0} = 0.$ $T_{p1} = T_{p0} + T_{01} = 0 + 6 = 6$ $T_{p2} = T_{p1} + T_{12} = 6 + 8 = 14$ $T_{p3} = T_{p2} + T_{23} = 14 + 4 = 18$ $T_{p4} = T_{p2} + T_{24} = 14 + 6 = 20$ $T_{p5} = T_{p2} + T_{25} = 14 + 1 = 15$	$T_{p6} = T_{p3} + t_{36} = 18 + 2 = 20$ $T_{p6} = T_{p4} + t_{46} = 20 + 10 = 30$ $T_{p6} = T_{p5} + t_{56} = 15 + 3 = 18$ $T_{p7} = T_{p1} + T_{17} = 6 + 0 = 6$ $T_7 = T_{p5} + T_{57} = 15 + 0 = 15$ $T_7 = T_{p6} + T_{67} = 30 + 3 = 32$	$T_{p8} = T_{p6} + T_{68} = 30 + 12 = 42$ $T_{p8} = T_{p7} + T_{78} = 32 + 6 = 38$ $T_{p9} = T_{p8} + T_{89} = 42 + 8 = 50$
Поздний срок свершения события: $T_{пс} = T_{pс}$; $T_{пi} = \min (T_{пj} - t_{ij})$		
$T_{п9} = T_{p9} = 50$ $T_{п8} = T_{п9} - T_{89} = 50 - 8 = 42$ $T_{п7} = T_{п8} - T_{87} = 42 - 6 = 36$ $T_{п6} = T_{п8} - T_{86} = 42 - 12 = 30$ $T_{п5} = T_{п6} - T_{56} = 30 - 3 = 27$ $T_{п5} = T_{п7} - T_{57} = 36 - 0 = 36$	$T_{п4} = 30 - 10 = 20$ $T_{п3} = 30 - 2 = 28$ $T_{п2} = 28 - 4 = 14$ $T_{п2} = 20 - 6 = 14$ $T_{п2} = 27 - 1 = 26$	$T_{п1} = 14 - 8 = 6$ $T_{п1} = 36 - 0 = 36$ $T_0 = 6 - 6 = 0$ $T_{пj} = T_{pj} = 0$

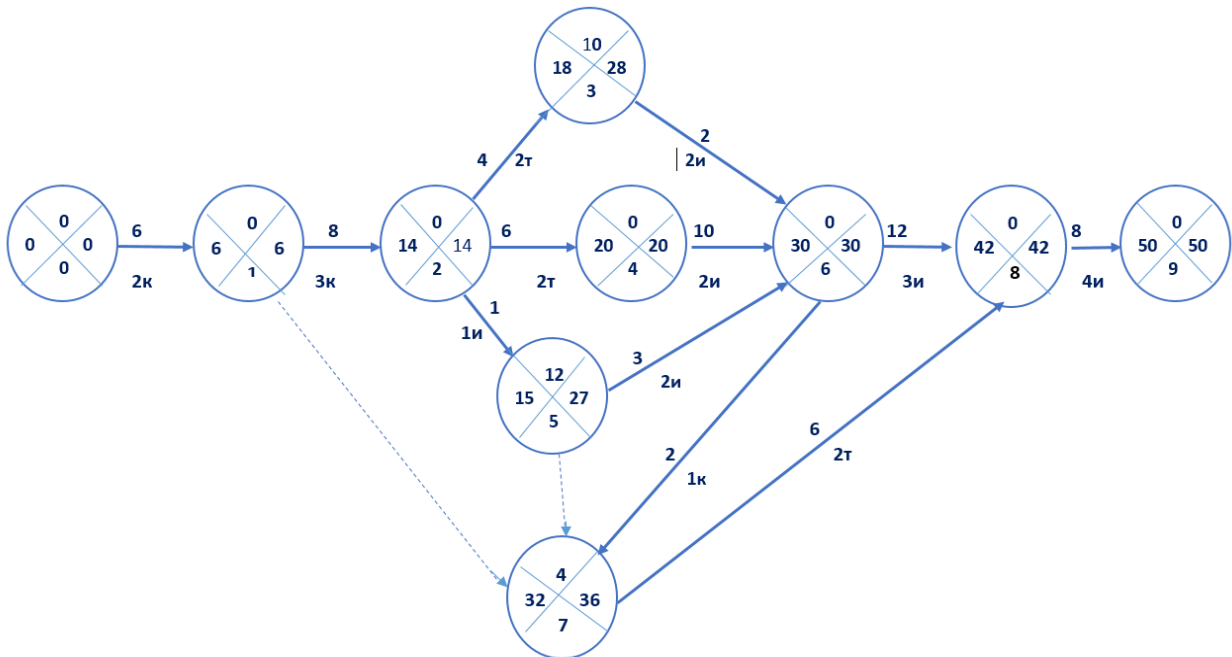


Рис. 3 – Сетевой график с рассчитанными значениями параметров событий

Пути сетевой модели – цепочки работ, ведущих от исходного к завершающему событию.

Различают следующие пути:

1. **Полный путь** – от исходного события до завершающего события — $L_n(J - C)$;
2. **Путь, предшествующий** данному событию – от исходного события до данного — $L(J - i)$;
3. **Путь, последующий** за данным событием – от данного события до завершающего — $L(i - C)$;
4. **Путь между двумя** какими-то промежуточными событиями i и j — путь между событиями $L(i - j)$;
5. **Критический путь** – **максимальный** по продолжительности путь между исходным и завершающим событиями — $(L_{кр})$.

Пути сетевой модели:

1. $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 9 = 6 + 8 + 6 + 10 + 12 + 8 = 50$;
2. $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 9 = 6 + 8 + 4 + 2 + 12 + 8 = 40$;
3. $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 = 6 + 8 + 4 + 2 + 2 + 6 + 8 = 36$;
4. $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 4 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 = 6 + 8 + 6 + 10 + 2 + 6 + 8 = 46$;
5. $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 8 \rightarrow 9 = 6 + 8 + 1 + 3 + 12 + 8 = 38$;
6. $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 = 6 + 8 + 1 + 3 + 2 + 6 + 8 =$
7. $0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 5 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 = 6 + 8 + 1 + 0 + 6 + 8 = 29$;
8. $0 \rightarrow 1 \rightarrow 7 \rightarrow 8 \rightarrow 9 = 6 + 0 + 6 + 8 = 20$.

$$L_{кр} = L_{max} = 50$$

Резерв времени событий и работ

Резерв времени событий равен разности между поздним сроком свершения события и ранним сроком события:

$$R_i = T_{pi} - T_{ip}$$

Полный резерв работы – максимальное количество времени, на которое можно увеличить продолжительность данной работы или задержать ее начало, не изменяя при этом продолжительности критического пути:

$$R_{pi} = T_{pj} - T_{pi} - t_{i-j}$$

Свободный резерв работы – максимальное количество времени, на которое можно увеличивать продолжительность данной работы или задержать ее начало, не изменяя при этом ранних сроков начала последующих за ней работ:

$$R_{cij} = T_{pj} - T_{pi} - t_{ij}$$

Для событий, лежащих на критическом пути, **резерв времени событий равен 0**.

Но событие может не иметь резерва и располагаться не на критическом пути. Резервы времени работы позволяют маневрировать сроками начала и окончания работ, их продолжительностью.

Работы, не лежащие на некритических путях, располагают полным и свободным резервами.

На основе произведенного расчета параметров сети определяют критический путь сетевой модели как цепь событий с $R_{ni} = 0$ и его продолжительность $T_{кр}$.

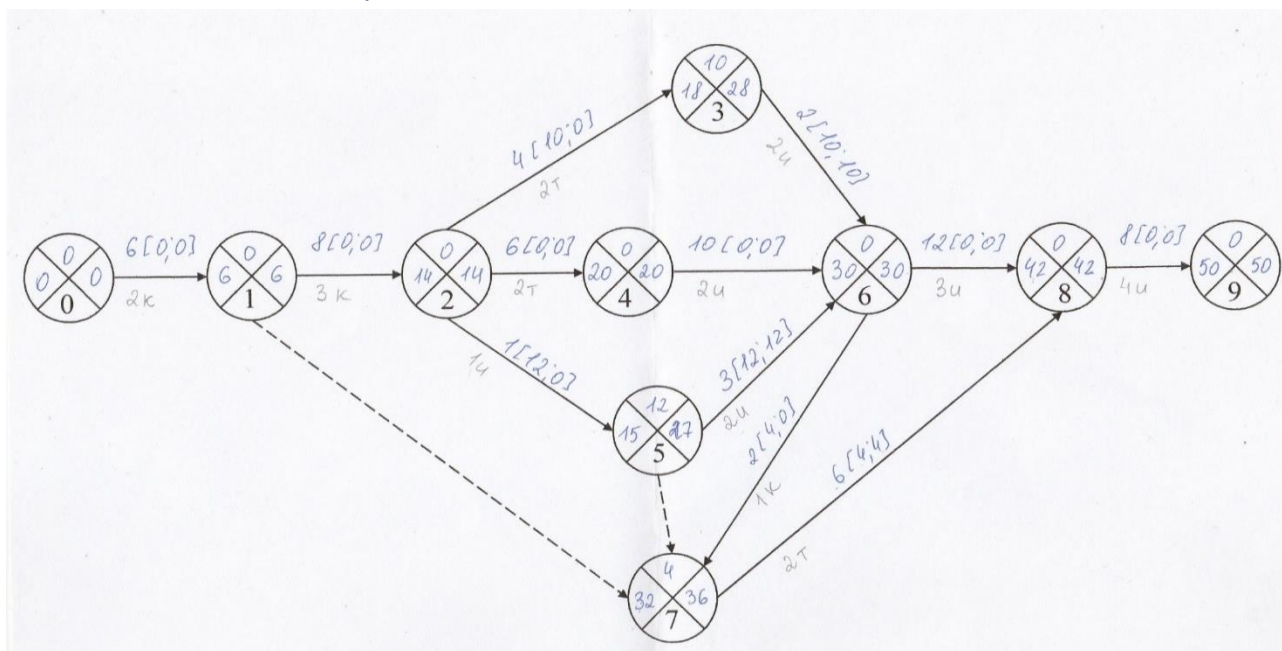


Рисунок 4 – Сетевой график со значениями параметров

Задание:

По исходным данным (Табл.1):

1. Проверить построение сетевой модели (по номерам работ).
2. Провести кодирование событий и сформулировать (проверить!) содержание событий (табл.1).
3. Рассчитать параметры сетевой модели (ранние и поздние сроки событий; критический путь; резервы событий и работ).
4. Построить сетевую модель с указанием рассчитанных параметров.