

4 ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ МОНТАЖА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Продолжительность 2ч.

1 Цель работы

1. Освоить порядок и правила построения сетевых графиков
2. Разработать и построить сетевой график для монтажа оборудования
3. Произвести расчет и оптимизацию сетевого графика

2 Общие сведения

Для того чтобы составить план работ по осуществлению больших и сложных проектов, состоящего из определенного количества операций, необходимо описать его с помощью математической модели. Таким средством описания проектов (комплексов) является сетевая модель.

Сетевая модель представляет собой план выполнения некоторого комплекса взаимосвязанных работ (операций), заданного в специфической форме сети, графическое изображение которой называется сетевым графиком. Отличительной особенностью сетевой модели является четкое определение всех временных взаимосвязей предстоящих работ.

Главными элементами сетевой модели являются события и работы.

Термин работа используется в сетевом планировании и управлении в широком смысле. Во-первых, это действительная работа – протяженный во времени процесс, требующий затрат ресурсов (например, сборка изделия, испытание прибора и т. п.). Каждая действительная работа должна быть конкретной, четко описанной и иметь ответственного исполнителя.

Во-вторых, это ожидание — протяженный во времени процесс, не требующий затрат труда (например, процесс сушки после покраски, твердение бетона и т.п.).

В-третьих, это зависимость, или фиктивная работа — логическая связь между двумя или несколькими работами (событиями), не требующих затрат труда, материальных ресурсов или времени. Она указывает, что возможность одной работы непосредственно зависит от результатов другой. Естественно, что продолжительность фиктивной работы принимается равной нулю.

Событие – это момент завершения какого-либо процесса, отражающий отдельный этап выполнения проекта. Событие может являться частным результатом отдельной работы или суммарным результатом нескольких работ. Событие может свершиться только тогда, когда закончатся все работы, ему предшествующие. Последующие работы могут начаться только тогда, когда событие свершится.

В учебных целях, при выполнении курсового проекта предпочтительнее использовать вероятностные и смешанные методы оценок. Перечень работ и время для их выполнения привести в виде таблицы 4.1.

По данным таблицы 4.1 и технических требований на монтаж оборудования строится сетевой график монтажа оборудования ПТЛ и производится расчет затрат времени на выполнение работ.

Правила построения сетевых графиков, и пример построения приведены в соответствующих разделах данных методических указаний.

Таблица 4.1 - Перечень работ, необходимых для монтажа ПТЛ

№ п/п	Наименование работы	Продолжительность работы, часов		
		возможная минимальная t_{\min}	возможная максимальная t_{\max}	средняя t
1.	Например: Подготовка приказа о начале работ	1	3	2
2.	Подготовка монтажной площадки	6	10	8
3.	Доставка оборудования с базы и проверка комплектности	12	20	16
4.	и т.д.			

Правила построения сетевых графиков

После того, как составлена таблица 4.1, производят «сшивку графика». После упорядочения сетевого графика рассчитываются параметры событий и ремонт, определяются резервы времени и критический путь. Затем проводятся анализ и оптимизация сетевого графика, который при необходимости вычерчивается заново с пересчетом параметров событий и работ.

Критическим путем называется наиболее длительный вариант выполнения работ от начального до завершающего события.

Событие – это момент завершения какого-либо процесса, отражающий отдельный этап выполнения проекта (на графике изображаются кружками)

При разработке сетевого графика монтажа оборудования необходимо четко подразделить все виды работ на действительные и фиктивные.

Действительная работа – протяженный во времени процесс, требующий затрат ресурсов (например: сборка изделия, испытания прибора и т. п.). Эти работы на сетевом графике изображаются стрелками.

Фиктивная работа – логическая связь между двумя или несколькими работами (событиями), не требующая затрат труда, материальных ресурсов или времени.

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 (рисунок 4.1).

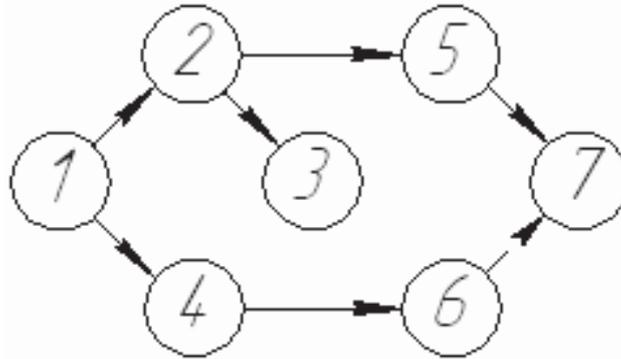


Рисунок 4.1 - Пример «тупикового» события на графике
событие 3 – тупиковое, событие 7 – завершающее

2. В сетевом графике не должно быть «хвостовых» событий (кроме исходного), которым не предшествует хотя бы одна работа (событие 3 на рисунке 4.2)

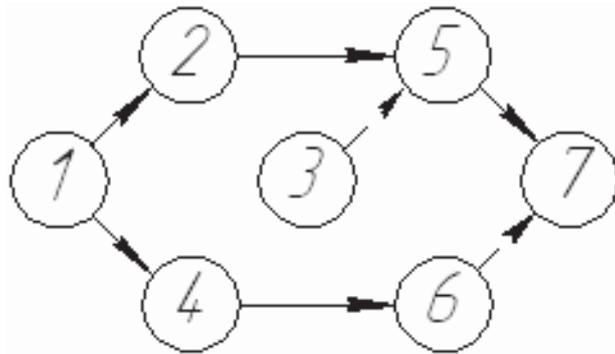


Рисунок 4.2 - Пример «хвостового» события на графике

Событие 3 не может свершиться, т.к. ему не предшествует никакая работа.

3. В сети не должно быть замкнутых контуров и петель, т.е. путей, соединяющих некоторые события с ними же самими (рисунок 4.3).

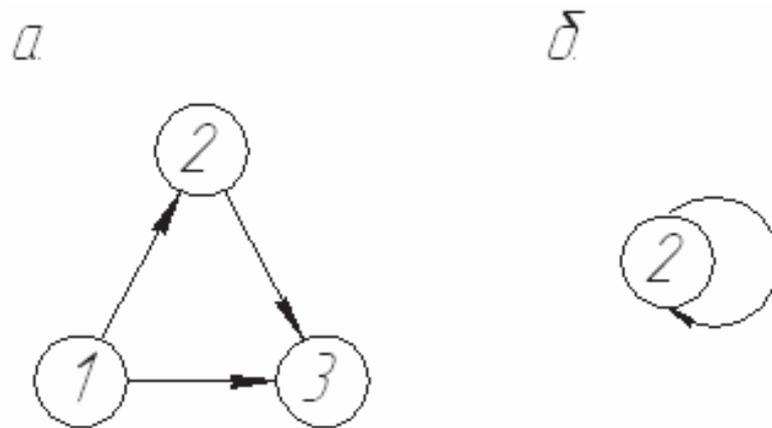


Рисунок 4.3 - Пример замкнутых контуров (а) и петель (б) на сетевом графике.

При возникновении контура необходимо пересмотреть график и состав работ и добиться его устранения (контура).

4. Любые два события должны быть непосредственно связаны не более чем одной работой – стрелкой (рисунок 4.4).

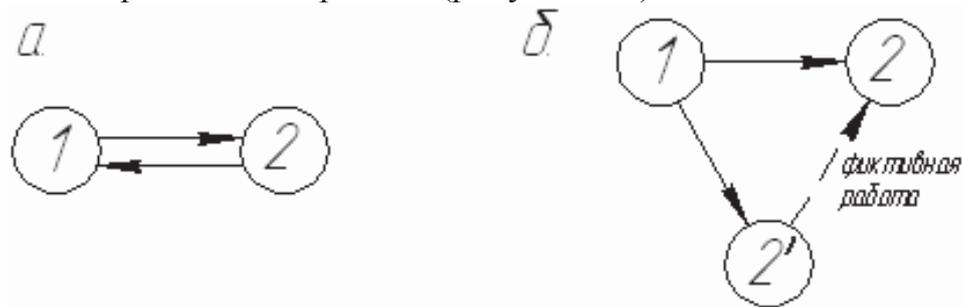


Рисунок 4.4 - Пример неправильного (а) и правильного (б) построения сетевого графика

В этом случае, во избежание путаницы с номерами работ, вводится фиктивная работа и событие $2'$. При этом одна из параллельных работ (1, $2'$) замыкается на это фиктивное событие. Фиктивные работы изображаются на графике пунктирными линиями.

5. В сети рекомендуется иметь одно исходное и одно завершающее событие. Если это не так (рисунок 4.5,а), то добиться желаемого можно путем введения фиктивных событий и работ (рисунок 4.5,б).

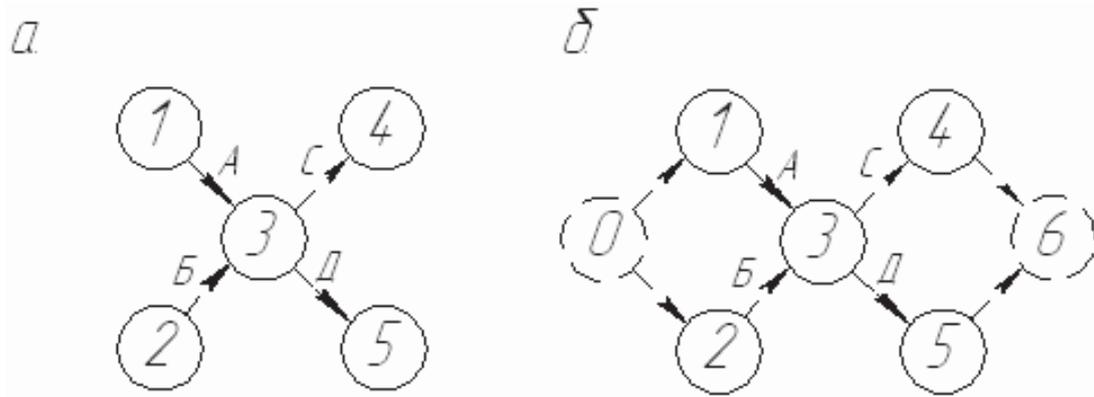


Рисунок 4.5 - Пример ввода в сеть фиктивных событий и работ
 а – график до ввода; б – график после ввода.

6. Фиктивные работы и события вводятся и в ряде других случаев. Один из них – отражение зависимости событий, не связанных с реальными работами. Например, работы А и Б (рисунок 4.6,а) могут выполняться независимо друг от друга, но по условиям производства работа Б не может начаться раньше, чем окончится работа А. Это требует введения фиктивной работы С.

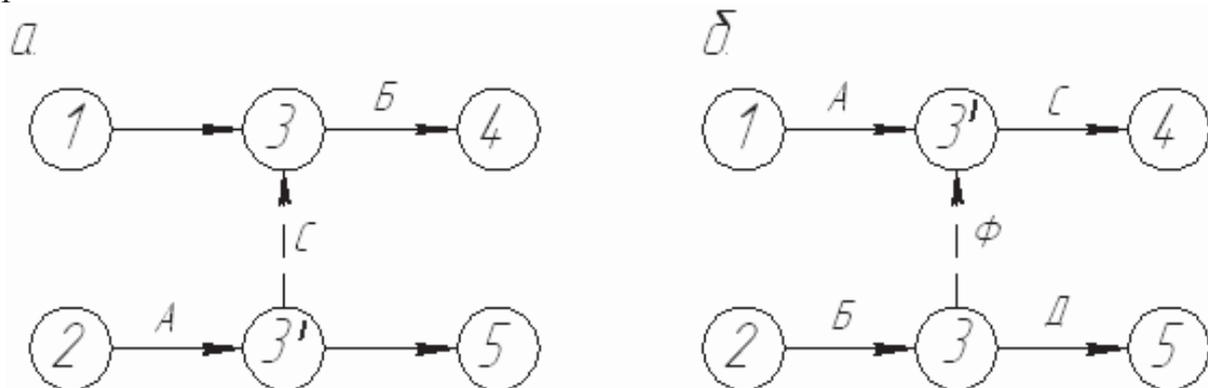


Рисунок 4.6 - Пример ввода фиктивных работ и событий
 а – при отражении зависимости событий, не связанных с реальными работами;
 б – при неполной зависимости работ.

Пример построения сетевого графика. Рассмотрим это на примере монтажа технологического оборудования отделений обвалки, жиловки, фаршеприготовления и термического в производственном корпусе комплекса по производству колбасных изделий.

Для построения графика (рисунок 4.7) следует заполнить таблицу 4.2, в которую записать с достаточной степенью детализации все работы по монтажу оборудования, присвоить им соответствующие номера и указать продолжительность выполнения каждой из них.

Таблица 4.2 – Перечень работ, необходимых для монтажа оборудования

№ события	Наименование работы	Продолжительность работы, часов		
		возможная минимальная t_{min}	возможная максимальная t_{max}	средняя t
1	Подготовка приказа о начале работ	1	3	2
2	Подготовка монтажной площадки	6	10	8
3	Доставка оборудования с базы и проверка комплектности	14	18	16
4	Монтаж пути электротали	5	11	8
5	Монтаж шприца вакуумного	1,5	2,5	2
6	Установка стола для вязки колбас	-	-	0,5
7	Монтаж подъемника	1	3	2
8	Монтаж термодымовой камеры (1)	6	10	8
9	Монтаж термодымовой камеры (2)	6	10	8
10	Монтаж куттера	3	5	4
11	Монтаж волчка	2	4	3
12	Монтаж шпигорезки	2	3	2,5
13	Монтаж фаршемешалки	1	3	2
14	Монтаж стола для обвалки и жиловки мяса	-	-	0,5
15	Подвод и подключение электроэнергии к оборудованию термического отделения	3	5	4
16	Подвод и подключение электроэнергии к оборудованию отделения фаршеприготовления	5	7	6
17	Пробный пуск	-	-	0,5
18	Регулировка	1	3	2
19	Режим обкатки на холостом ходу	-	-	3
20	Замена масла	1	3	2
21	Запуск оборудования под нагрузкой до достижения проектной мощности	-	-	6
22	Сдача линии заказчику	1	3	2

Определим затраты времени по каждому из путей и найдем критический путь из них:

1. Первый путь L_1 проходит через события: 0, 1, 3, 8, 9, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время на этом пути составит

$$t(L_1) = 2 + 16 + 8 + 8 + 4 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 53 \text{ ч.}$$

2. Второй путь L_2 пролегает через события: 0, 1, 2, 8, 9, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ на этом пути равно

$$t(L_2) = 2 + 8 + 8 + 4 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 37 \text{ ч.}$$

3. Третий путь проходит через события: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит

$$t(L_3) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 2,5 + 2 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 54 \text{ ч.}$$

4. Четвертый путь L_4 отмечен событиями: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ на этом пути равно

$$t(L_4) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 49,5 \text{ ч.}$$

5. Пятый путь L_5 проходит через события: 0, 1, 3, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время на этом пути составит

$$t(L_5) = 2 + 16 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 49 \text{ ч.}$$

6. Шестой путь L_6 пролегает через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит

$$t(L_6) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 2,5 + 2 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 56 \text{ ч.}$$

7. Седьмой путь L_7 проходит через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит

$$t(L_7) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 0,5 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 51,5 \text{ ч.}$$

8. Восьмой путь L_8 отмечен через события: 0, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22; суммарное время выполнения работ составит

$$t(L_8) = 2 + 8 + 8 + 2 + 0,5 + 2 + 4 + 3 + 6 + 0,5 + 2 + 3 + 2 + 6 + 2 = 51 \text{ ч.}$$

Из всех рассмотренных путей критическим будет шестой:

$$t_{кр} = t(L_6) = 56 \text{ ч.}$$

Найдем резерв времени для всех событий. Поскольку события, лежащие на критическом пути, не имеют резерва времени, для примера возьмем событие 9.

Ранний срок свершения события составит

$$t_p(9) = 2 + 16 + 8 + 8 = 34 \text{ ч.}$$

Поздний срок свершения событий будет равен

$$t_n(9) = 56 - (2 + 6 + 2 + 3 + 2 + 4) = 37 \text{ ч.}$$

Резерв времени для события 9 определится разностью

$$R(9) = 37 - 34 = 3 \text{ ч.}$$

Это означает, что свершение события 9 может быть отсрочено на 3 часа без нарушения всего цикла работ.

Аналогичным образом можно определить все имеющиеся резервы, а данные занести в таблицу (при выполнении курсового проекта требуется рассчитать все резервы времени).

Анализ сетевого графика и выявление критических (и подкритических) путей и резервов времени на менее напряженных путях позволяют распределить ресурсы, сосредоточить рабочую силу и средства на отстающих участках.

Исходя из данных табл.1, для оборудования ПТЛ студентом разрабатывается сетевой график.

Задание

На основании перечня оборудования и плана помещения, разработать перечень монтажных работ для оборудования и построить сетевой график монтажа.

3 Порядок выполнения задания

1. Ознакомиться с общими сведениями и правилами построения сетевых графиков
2. Для выданного перечня оборудования (по заданию преподавателя), составить ведомость оборудования с указанием массы, габаритных размеров способа крепления к фундаменту
3. Составить план помещения, где будет смонтировано оборудование
4. Разработать перечень монтажных работ
5. Разработать сетевой график монтажа оборудования
6. Откорректировать сетевой график и устранить обнаруженные ошибки
7. Произвести расчет резервов времени

Форма отчета

1. Ведомость оборудования с техническими характеристиками
2. Перечень монтажных работ в форме таблицы 2
3. Сетевой график монтажных работ
4. Ответы на контрольные вопросы

Контрольные вопросы

1. В какой последовательности разрабатывается сетевой график, какие исходные данные требуются?
2. Что такое «критический путь», «событие», «действительная» и «фиктивная работа»?
3. Как определить количество резервов времени?
4. Как сократить сроки поведения монтажных работ?