ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ
СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР
ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
(Госстрой СССР)

Издание официальное

Указания

ПО РАЗРАБОТКЕ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ И ПРИМЕНЕНИЮ ИХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

СН-391-68

Утверждены
Государственным Комитетом Совета
Министров СССР по делам строительства
31 декабря 1968 г.

Москва 1969

gost.e-ecolog.ru

УДК 69.003:658.513

"Указания по разработке сетевых графиков и применению их в строительстве" разработаны институтом Гипротис Госстроя СССР с участием НИИАСС Госстроя УССР.

При составлении "Указаний" использованы материалы Государственного комитета Совета Министров СССР по науке и технике, Института автоматики и телемеханики (технической кибернетики) АН СССР, физико-технического института низких температур АН УССР, НИИОМТП Госстроя СССР, трестов Харьковоргтехстрой, Доноргтехстрой, Оргтехстрой Главюжуралстроя, Череповецметаллургстрой и ряда других организаций.

В "Указаниях" обобщен опыт строительных организаций по применению сетевых графиков в планировании и управлении строительством в период 1965—1967 гг. (составление графиков в масштабе времени, построение графиков "без событий", способ анализа хода работ по потенциалам); отдельные главы посвящены организации внедрения сетевого планирования и управления; даны перечни программ для расчета сетевых графиков на ЭВМ.

С введением в действие настоящих "Указаний" отменяются "Временные указания по составлению сетевых графиков и применению их в управлении строительством", утвержденные Госстроем СССР в 1964 г.

Отв. редакторы — канд. техн. наук В.В. ЛЕБЕДЕВ,
инженер В.А. ЧЕРНЯК

Государственный Комитет Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР)	Строительные нормы	СН 391–68
	Указания по разработке сетевых графиков и применению их в строительстве	

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Применение сетевых графиков и связанных с ними математических методов для решения задач планирования и управления строительством предусмотрено главой СНиП III А.6–62 "Организационно-техническая подготовка к строительству. Основные положения" и "Инструкцией о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства работ" Госстроя СССР СН 47–67.

Метод сетевого планирования и управления используется в строительстве для решения задач перспективного планирования: определения продолжительности и сроков выполнения основных этапов создания объектов (проектирования, строительно-монтажных работ, поставки технологического оборудования, освоения проектной мощности), а также планирования капитальных вложений по периодам строительства объекта. Эти работы должны выполняться на стадии проектного задания в соответствии с главой СНиП III А.8–62 (п. 2.8) и "Временным положением по разработке комплексных укрупненных сетевых графиков на стадии составления проектного задания (в составе проекта организации строительства)", утвержденным Госстроем СССР 26 августа 1967 г.

Метод сетевого планирования и управления используется также в соответствии с главой СНиП III А.6–62М (п. 2.8) и настоящими "Указаниями" для решения задач оперативного планирования и

Внесены институтом Гипротис Госстроя СССР	Утверждены Государственным Комитетом Совета Министров СССР по делам строительства 31 декабря 1968 г.	Срок введения 1 апреля 1969 г.

управления строительным производством на отдельном объекте или комплексе.

Кроме того, метод сетевого планирования и управления используется в строительстве для решения задач управления производственной деятельностью строительных организаций, а также для управления проектными и научно-исследовательскими работами.

Применение сетевых графиков создает ряд преимуществ в деле планирования и управления строительством, а именно:

— повышает качество планов и технических решений по организации и производству работ в результате точного и обоснованного расчета продолжительности работ и участия в составлении графика всех руководящих работников строительства;

— упрощает процесс управления ходом работ за счет введения понятия "критического пути", ограничения объема и упорядочения информации, перерабатываемой в процессе управления;

— дает возможность прогнозировать ход работ, объективно оценивать влияние возникающих на отдельных работах отклонений на выполнение других работ и на общий срок строительства объекта и на этой основе принимать своевременные меры против возможных нарушений плана;

— обеспечивает точное и своевременное планирование и управление работами на самых сложных и крупных объектах, имеющих большие массивы информации, за счет использования высокопроизводительной электронно-вычислительной техники.

Сетевое планирование и управление (СПУ) качественно улучшает процесс управления строительством, повышает его оперативность и целенаправленность. СПУ позволяет осуществлять планирование и финансирование строительства в строгом соответствии с принятой технологией работ.

Настоящие "Указания" имеют общий характер и предназначены для инженерно-технических работников строительных, монтажных и проектных организаций всех отраслей строительства. Специфика отдельных работ может быть освещена в отраслевых руководствах и инструкциях, утверждаемых соответствующими министерствами и ведомствами.

СЕТЕВОЙ ГРАФИК И ЕГО ЭЛЕМЕНТЫ

1.1. Сетевой моделью называется графическое изображение процессов, выполнение которых необходимо для достижения одной или нескольких поставленных целей, с указанием взаимосвязей между этими процессами.

1.2. Сетевым графиком называется график производства работ с установленными расчетом сроками их выполнения. Сетевой график представляет собой сетевую модель с рассчитанными параметрами.

1.3. Элементы сетевой модели:

а) **работа** – процесс, требующий для его выполнения затрат времени и ресурсов ("отрывка котлована", "монтаж стеновых панелей", "утверждение проектного решения", "поставка оборудования", "перегон механизма" и т.п.);

б) **ожидание** – технологический или организационный перерыв между работами, необходимый при выбранной схеме производства работ; процесс, требующий только затрат времени;

в) **зависимость (фиктивная работа)** – элемент, который вводится для отражения правильной взаимосвязи между работами; не требует затрат времени и труда исполнителей;

г) **событие** – результат выполнения (факт окончания) одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала последующих работ.

Работа и ожидание изображаются сплошной стрелкой с указанием над стрелкой продолжительности работ или ожидания и под стрелкой – ее наименования.

Зависимость (фиктивная работа) изображается пунктирной стрелкой.

Событие изображается кружком и нумеруется.

Работа, а также ожидание и зависимость шифруются номерами двух ограничивающих событий: начального и конечного.

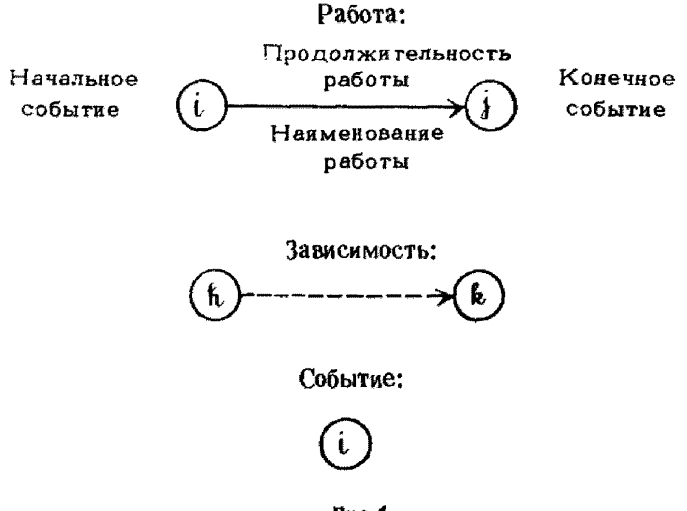


Рис.1

Возможно построение сетевого графика без событий. Подробно этот метод изложен в приложении 4.

1.4. Предшествующие работы – работы, выполнение которых является непосредственным условием начала данной работы. При расчете графика в качестве предшествующих принимаются как работы, так и зависимости (рис. 2).

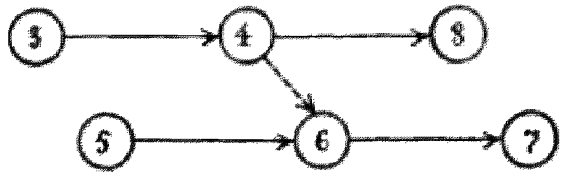


Рис.2

Работе 6–7 предшествует работа 5–6 и зависимость 4–6.

Конечное событие предшествующей работы (зависимости) является одновременно начальным событием данной работы.

1.5. Последующие работы – работы, для которых одним из непосредственных условий их начала является выполнение данной работы.

Конечное событие данной работы (зависимости) является начальным событием последующих работ.

1.6. Исходные работы сетевого графика – работы, для которых в данный сетевой график не вводятся условия их начала (отсутствуют предшествующие работы).

1.7. Исходное событие сетевого графика – начальное событие исходных работ.

1.8. Завершающие работы сетевого графика – работы, выполнением которых достигается поставленная конечная цель.

1.9. Завершающее событие сетевого графика – конечное событие завершающих работ.

1.10. Продолжительность работы – время выполнения данной работы в рабочих днях или в других единицах времени, одинаковых для всех работ данного сетевого графика.

Продолжительность работы определяется в соответствии с принятой технологией ее выполнения по действующим нормам с учетом реальной механовооруженности, фактического или ожидаемого численного состава исполнителей, достигнутой производительности труда и других местных условий.

В случае отсутствия необходимых данных продолжительность работы устанавливается ответственным исполнителем на основании опыта.

1.11. Путь – любая непрерывная последовательность работ и зависимостей в сетевом графике. Продолжительность пути определяется как сумма продолжительностей составляющих его работ.

1.12. Полный путь – путь от исходного до завершающего события сетевого графика.

1.13. Критический путь – полный путь наибольшей продолжительности. Продолжительность критического пути определяет срок достижения поставленной цели.

1.14. Подкритический путь – любой путь, продолжительность которого меньше продолжительности критического пути на величину, меньшую периода контроля.

1.15. Критическая зона – совокупность работ, общие резервы времени которых меньше заданной величины.

ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

2.1. В сетевом графике не должно быть повторяющихся номеров событий.

2.2. При наличии параллельных работ, имеющих общие начальное и конечное события, для их правильного изображения вводятся дополнительные события и зависимости (рис. 3).

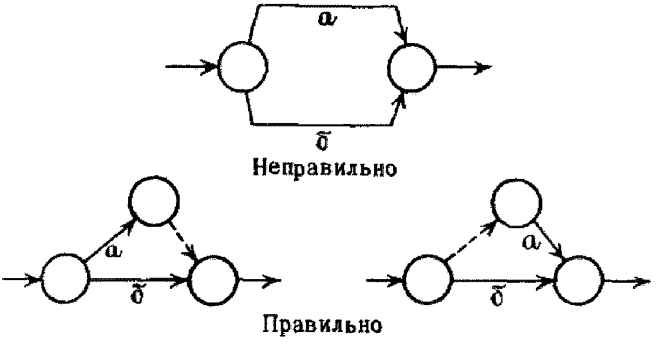


Рис. 3

2.3. Если данная работа "б" может быть начата до полного окончания технологически предшествующей ей работы "а", нужно из общего объема работы "а" выделить часть "$а'_1$", выполнение которой действительно необходимо для начала работы "б", и изобразить ее на графике в виде отдельной работы, предшествующей работе "б" (рис. 4).

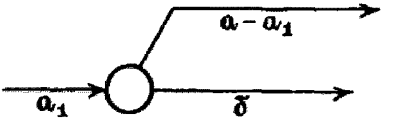
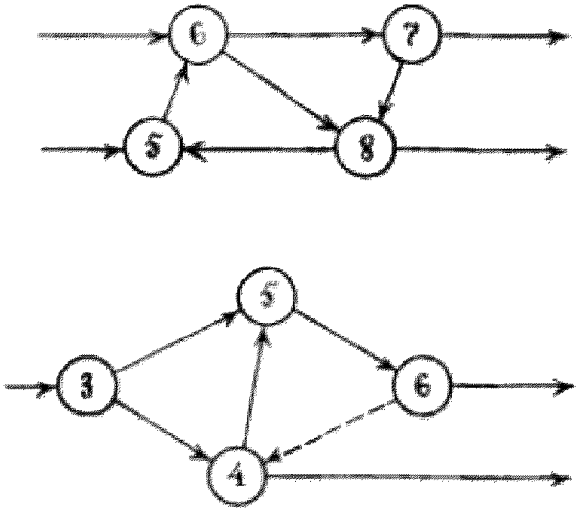


Рис. 4

2.4. В сетевом графике не допускаются замкнутые контуры работ (рис. 5).



Замкнутые контуры:
5–6–8–5
5–6–7–8–5

Замкнутый контур:
4–5–6–4

Рис. 5

Наличие замкнутых контуров свидетельствует либо об ошибке в построении, либо об ошибке в составлении исходных данных.

2.5. Зависимости (фиктивные работы) используются в графике для отражения взаимосвязей между работами в следующих случаях:

а) после окончания работ "а" и "б" можно начать работу "в", а начало работы "г" зависит только от окончания работы "б" (рис. 6).

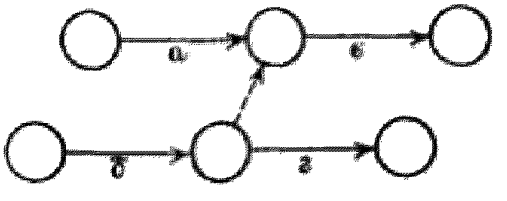


Рис. 6

б) после окончания работ "а" и "б" можно начать работу "в", а начало работы "г" зависит только от окончания работы "а" и начало работы "д" – от окончания работы "б" (рис.7).

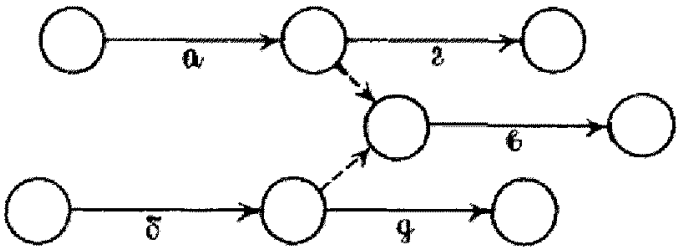


Рис.7

2.6. При организации поточного выполнения работ с разбивкой общего фронта на отдельные участки или захватки технике построения сетевого графика должно быть уделено особое внимание.

В этом случае упрощенный подход к построению сети с выделением в первую очередь последовательности однородных работ, выполняемых на разных участках, может привести к возникновению в сетевом графике нереальных зависимостей между работами (рис.8).

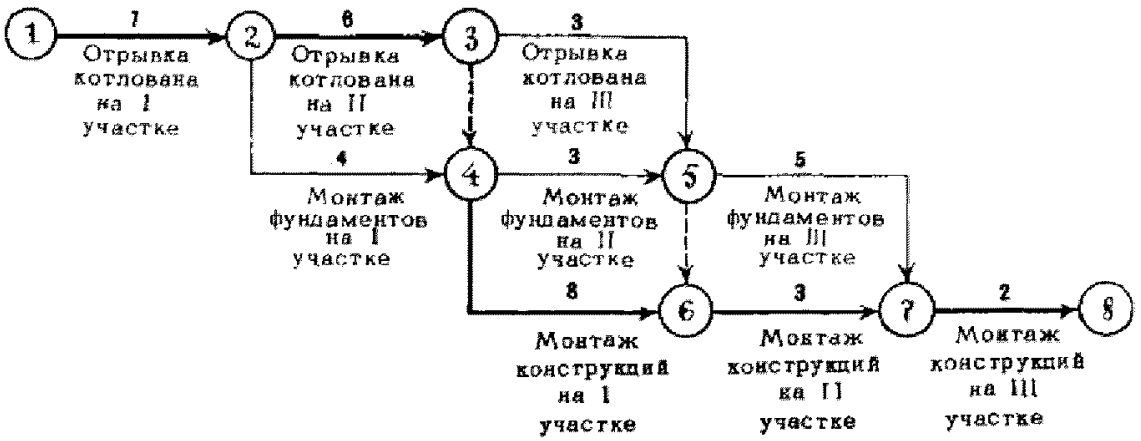


Рис.8

Потоки однородных работ выделены четко, однако критический путь (1–2, 2–3, 3–4, 4–6, 6–7, 7–8), равный 26 дням, является ложным, так как фактически работа 4–6 (монтаж конструкций на I участке) не зависит от окончания работы 2–3 (отрывка котлованов на II участке).

На рис. 9 представлен правильно построенный сетевой график.

Критический путь (1–2, 2–7, 7–8, 8–13, 13–14, 14–16, 15–16, 16–17, 17–18) равен 24 дням.

Если в график не вводится каких-либо дополнительных работ, предшествующих данным (поставка конструкций, перегон или ремонт механизма и т.п.), количество элементов может быть уменьшено за счет исключения ряда зависимостей (фиктивных работ), как это представлено на рис. 10.

Критический путь проходит по работам 1–2, 2–4, 4–8, 8–9, 9–10.

2.7. При большом объеме графика может возникнуть необходимость его укрупнения.

При укрупнении сети группа работ в сетевом графике изображается как одна работа, если эту группу можно рассматривать как самостоятельный сетевой график с одним исходным и одним завершающим событием. Продолжительность новой работы равна величине пути наибольшей продолжительности между этими событиями (рис. 11, 12, 13).

Работы 3–4, 3–5, 4–6, 4–5, 5–6 объединены в укрупненную работу 3–6 продолжительностью 28 дней (рис. 11).

Работы 4–6, 6–10, 10–12, 4–7, 7–11, 11–12 объединены в работу 4–12; работы 5–6, 6–9, 9–12 объединены в работу 5–12 (рис. 12).

Работа 5–11 объединила работы 5–6, 6–7, 7–11, 5–10, 10–11; работа 5–9 объединила работы 5–8, 8–9 (рис. 13).

2.8. Укрупнение сетевого графика не должно идти в ущерб возможностям контроля выполнения работ. Укрупнение участков графика, состоящих из работ, выполняемых различными исполнителями, нецелесообразно.

2.9. Работы, начало и выполнение которых не зависят от других работ данного графика и которые оказывают влияние на ход работ по данному графику только своим окончанием, называются "внешними". К "внешним" работам сетевого графика ин строительно-монтажные работы относятся: поставка оборудования, конструкций и материалов, необходимые проектные работы и т. п. Для внедения этих работ в график они разбиваются на группы.

Каждой группе работ присваивается номер их начального события (рис. 14, 15).

Внешние работы имеют свои временные оценки. Для расчета начальные события внешних работ связываются зависимостями с исходным событием графика.

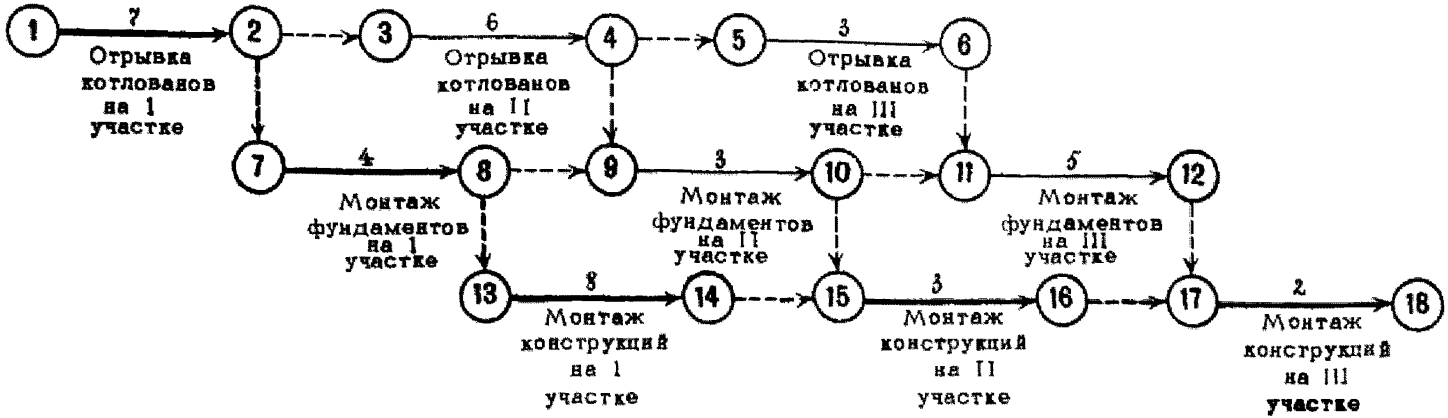

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
7
Отрывка котлованов на I участке
6
Отрывка котлованов на II участке
3
Отрывка котлованов на III участке
4
Монтаж фундаментов на I участке
3
Монтаж фундаментов на II участке
5
Монтаж фундаментов на III участке
8
Монтаж конструкций на I участке
3
Монтаж конструкций на II участке
2
Монтаж конструкций на III участке

Рис. 9

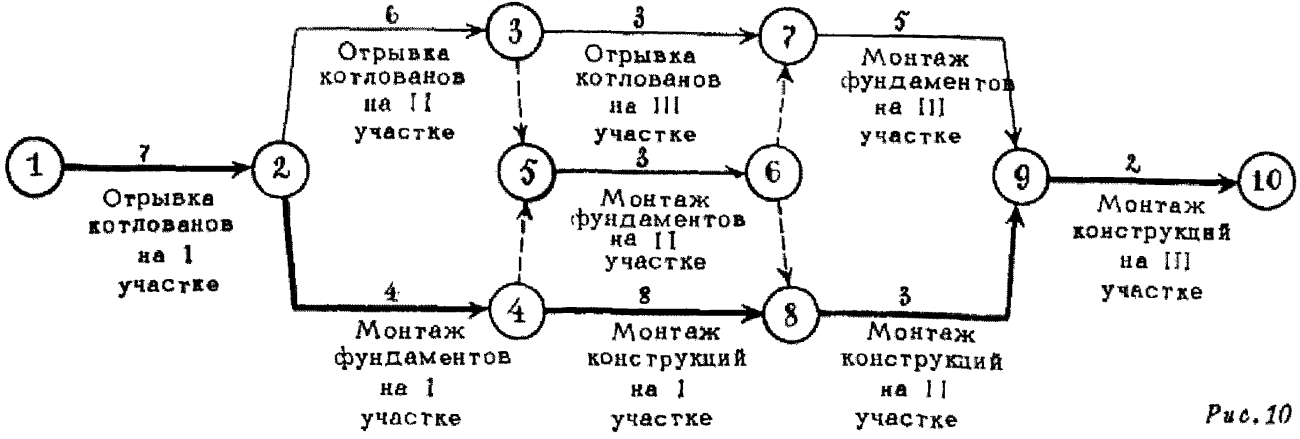
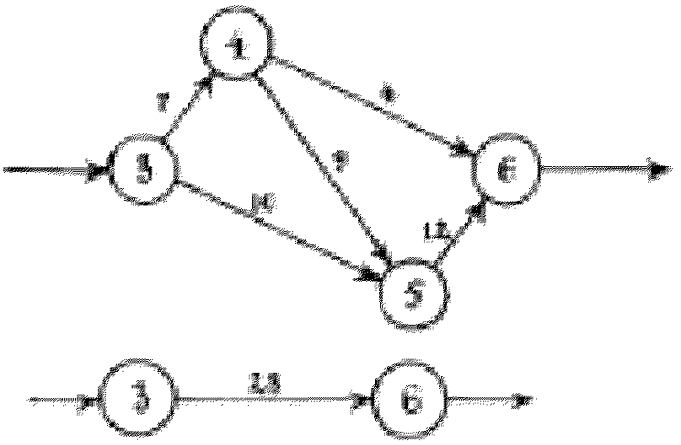

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
7
Отрывка котлованов на I участке
6
Отрывка котлованов на II участке
3
Отрывка котлованов на III участке
5
Монтаж фундаментов на III участке
3
Монтаж фундаментов на II участке
4
Монтаж фундаментов на I участке
8
Монтаж конструкций на I участке
3
Монтаж конструкций на II участке
2
Монтаж конструкций на III участке

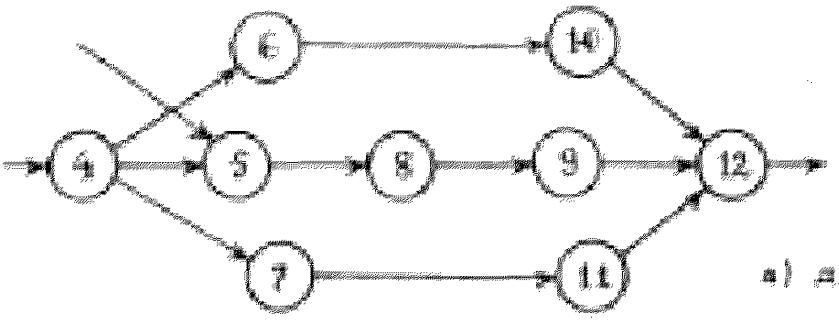
Рис. 10



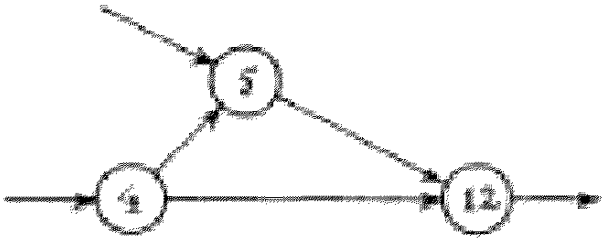
а) до укрупнения

б) после укрупнения

Рис. 11

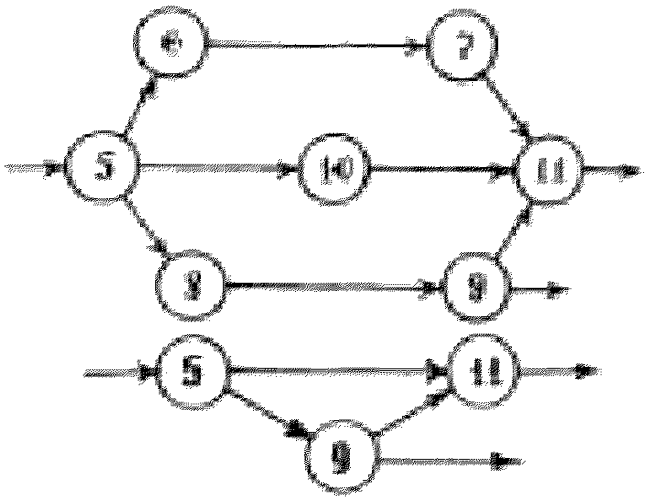


а) до укрупнения



б) после укрупнения

Рис. 12



а) до укрупнения

б) после укрупнения

Рис. 13

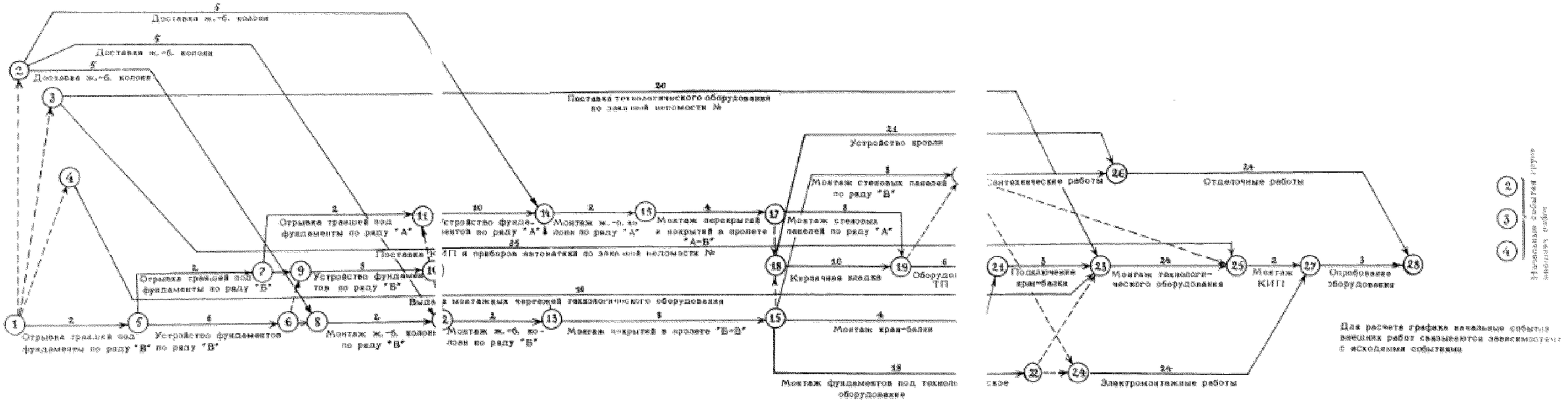


Рис. 14. Изображение в сетевом графике линии работ

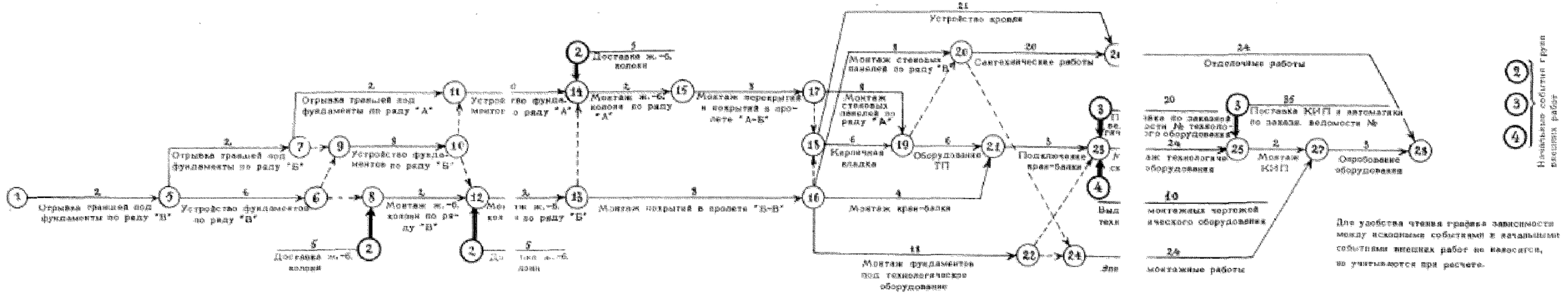


Рис.15. Условные изображения в сетевом графике внешних работ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАСЧЕТНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

После составления сетевой модели производится расчет графика.

При расчете сетевого графика определяются следующие параметры:

- ранние начала и ранние окончания работ;
- продолжительность критического пути;
- поздние начала и поздние окончания работ;
- общие и частные резервы времени работ.

3.1. Условные обозначения:

t_{i-j} – продолжительность работы;

$t_{кр}$ – продолжительность критического пути;

$T_{i-j}^{рн}$ – раннее начало работы;

$T_{i-j}^{ро}$ – раннее окончание работы;

$T_i^{р}$ – раннее свершение события;

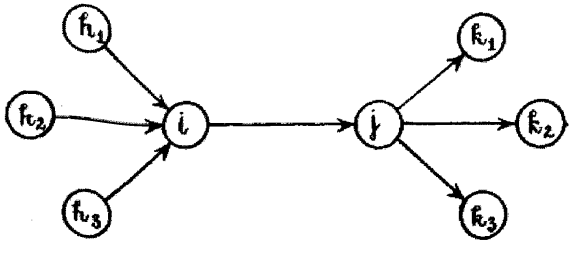
$T_{i-j}^{пн}$ – позднее начало работы;

$T_{i-j}^{по}$ – позднее окончание работы;

$T_j^{п}$ – позднее свершение события;

R_{i-j} – общий резерв времени работы;

r_{i-j} – частный резерв времени работы.



$i-j$ – рассматриваемая работа;

$h-i$ – предшествующие работы;

$j-k$ – последующие работы.

Рис. 16

3.2. Ранние начала и ранние окончания работ

Раннее начало работы – самый ранний из возможных сроков начала работы, который обуславливается выполнением всех предшествующих работ.

Раннее начало работы равно продолжительности максимального пути от исходного события графика до начального события данной работы.

Значения ранних начал работ, имеющих общее начальное событие, равны.

Раннее окончание работы – самый ранний из возможных сроков окончания работы.

3.3. Расчет ранних параметров работ сетевого графика ведется последовательно от исходных работ до завершающих по формулам:

$$t_{i-j}^{рн} = \max T_{h-i}^{ро} = T_i^{р} \qquad (1)$$

(раннее начало данной работы равно наибольшему из ранних окончаний предшествующих работ или раннему сроку свершения ее начального события);

$$T_{i-j}^{ро} = T_{i-j}^{рн} + t_{i-j} \qquad (2)$$

(раннее окончание данной работы равно сумме ее раннего начала и продолжительности).

3.4. Для исходных работ сетевого графика:

– раннее начало принимается равным 0;

$$T_{1-j}^{рн} = 0; \qquad (3)$$

– раннее окончание численно равно продолжительности работы:

$$T_{1-j}^{ро} = 0 + t_{ij} = t_{ij} \qquad (4)$$

3.5. Продолжительность критического пути (общая продолжительность выполнения работ по данному графику) определяется максимальным из ранних окончаний завершающих работ:

$$t_{кр} = \max T_{i-s}^{ро}; \qquad (5)$$

$i-s$ – завершающая работа.

3.6. Поздние начала и поздние окончания работ

Позднее начало работы — самый поздний срок начала работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется.

Позднее окончание работы — самый поздний допустимый срок окончания работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется.

Позднее окончание работы определяется разностью между продолжительностью критического пути и продолжительностью максимального пути от конечного события данаой работы до завершающего события графика.

3.7. Расчет поздних параметров ведется последовательно от завершающих работ сетевого графика к исходным по формулам:

$$T_{i-j}^{\text{по}} = \min T_{j-k}^{\text{пн}} = T_j^{\text{п}} \tag{6}$$

(позднее окончание данной работы равно наименьшему из поздних начал последующих работ или позднему сроку свершения ее конечного события);

$$T_{i-j}^{\text{пн}} = T_{i-j}^{\text{по}} - t_{i-j} \tag{7}$$

(позднее начало данной работы равно разности между величинами ее позднего окончания и продолжительности).

3.8. Для завершающих работ графика:

— позднее окончание равно величине продолжительности критического пути:

$$T_{i-z}^{\text{по}} = t_{\text{кр}} = \max T_{i-z}^{\text{ро}}; \tag{8}$$

— позднее начало завершающей работы равно разности между продолжительностью критического пути и продолжительностью данной работы:

$$T_{i-z}^{\text{пн}} = t_{\text{кр}} - t_{i-z}. \tag{9}$$

3.9. Общий резерв времени работы — максимальное количество времени, на которое можно отдалить окончание данной работы за счет увеличения продолжительности или задержки ее начала, не изменяя срока достижения конечной цели (продолжительности критического пути).

3.10. Численно общий резерв времени работы определяется как разность между одноименными поздними и ранними параметрами этой работы:

$$R_{i-j} = T_{i-j}^{\text{по}} - T_{i-j}^{\text{ро}} = T_{i-j}^{\text{пн}} - T_{i-j}^{\text{рн}}. \tag{10}$$

3.11. Частный резерв времени работы — максимальное количество времени, на которое можно отдалить окончание данной работы за счет увеличения продолжительности или задержки срока ее начала, не изменяя при этом срока раннего начала последующих работ. Частный резерв имеет место, когда выполнение нескольких работ является условием начала одной последующей работы.

3.12. Численно частный резерв времени работы определяется как разность между ранним началом последующих работ и ранним окончанием данной работы:

$$r_{i-j} = T^{\text{ри}}_{j-k} - T^{\text{ро}}_{i-j}. \qquad (11)$$

3.13. Перечисленные в настоящей главе параметры рассчитываются на ЭВМ или вручную. Методика расчета сетевых графиков вручную приводится в приложении 1. Программы расчета сетевых графиков на ЭВМ перечислены в приложении 7.

ОРГАНИЗАЦИЯ ВНЕДРЕНИЯ СЕТЕВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ (СПУ) НА СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОТДЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ И КОМПЛЕКСОВ

4.1. Внедрению СПУ должна предшествовать тщательная подготовка к этой работе и широкое ознакомление руководства и инженерно-технического состава генподрядной и субподрядных организаций с методом сетевого планирования и управления.

4.2. Система СПУ на строительстве объекта или комплекса вводится на основе совместного приказа генподрядной организации, субподрядных организаций и заказчика.

Этим приказом создается при генподрядном тресте (комбинате или отдельном СМУ) оперативная группа СПУ, определяется ее состав и руководство, а также предусматривается:

— порядок и план разработки сетевого графика;

— поручение подведомственным отделам и службам генподрядной организации, субподрядных организаций и заказчика представлять в группу СПУ все необходимые данные и материалы для составления сетевого графика;

— назначение ответственных исполнителей от всех строительно-монтажных организаций и заказчика;

— порядок и сроки представления ответственными исполнителями информации в группу СПУ, сроки обработки информации и проведения оперативных совещаний;

— обеспечение группы СПУ помещением, средствами связи, вычислительной техникой.

4.3. Состав группы СПУ определяется в зависимости от объема и особенностей работ по строительству объекта. В ее состав могут входить:

– инженер группы ПОР строительного треста – генподрядчика,

– инженеры производственно-технического отдела, строительного управления, ведущего строительство объекта,

– инженеры основных монтажных и специализированных организаций,

– представитель от дирекции строящегося предприятия (от заказчика).

Кроме того, в состав группы СПУ могут быть включены для методологической помощи в разработке сетевого графика специалисты треста Оргтехстрой.

4.4. Руководство группой СПУ возлагается на представителя генподрядной строительной организации: начальника технического (производственно-технического) отдела, главного технолога треста, или начальника ПТО стройуправления.

В случае большого объема работ по монтажу технологического оборудования представитель ведущей монтажной организации назначается заместителем руководителя группы СПУ.

4.5. Руководитель группы СПУ имеет право:

– получать от организаций (субподрядчиков и заказчика) все документы и материалы, необходимые для построения графика;

– проводить совещания всех ответственных исполнителей для согласования смежных работ и принятия других решений.

4.6. Представитель в группе СПУ от дирекции строящегося предприятия (от заказчика) совместно с инженером ведущей монтажной организации осуществляет руководство разработкой участков сетевых графиков по монтажу, наладке и пуску технологического оборудования.

4.7. Ответственными исполнителями являются руководители отдельных подразделений генподрядной и субподрядных организаций, ведущих работы на строительстве объекта или комплекса, а также руководители отделов организации–заказчика, обеспечивающих строительство объекта технической документацией, технологическим оборудованием, фондируемыми материалами.

ПОРЯДОК И ЭТАПЫ РАЗРАБОТКИ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

5.1. Сетевые графики, предназначенные для управления ходом строительства, именуемые в дальнейшем "рабочие" сетевые графики, разрабатываются генеральной подрядной организацией с участием специализированных организаций и заказчика и являются составной частью проекта производства работ (ППР).

5.2. Рабочий сетевой график должен отражать работы всех организаций, занятых на строительстве данного объекта (комплекса), а также работы, связанные с комплектацией строящегося объекта,

в том числе поставки оборудования и технической документации, представляемые на графике "внешними" работами.

5.3. Конечная цель ("завершающее событие") графика устанавливается директивным органом или заказчиком. В каждом конкретном случае конечная цель должна быть четко определена и точно сформулирована.

5.4. В случае, если ввод в действие предприятия или объекта планируется осуществлять самостоятельными пусковыми комплексами, окончание работ по каждому из этих комплексов должно представлять в графике самостоятельную цель, что учитывается при расчете графика.

5.5. Разработка рабочих сетевых графиков ведется четырьмя последовательными этапами.

5.6. На первом этапе группой СПУ изучается проектно-сметная документация и составляются технические задания ответственным исполнителям на разработку исходных данных и составление первичных сетевых моделей выполняемых ими работ.

В технических заданиях указываются:

— объекты или части объектов, на которых должны выполняться работы данного ответственного исполнителя;

— результаты, которые должны быть получены после выполнения данным исполнителем основных работ на объекте;

— ответственные исполнители смежных работ;

— код, которым обозначаются работы данного исполнителя.

5.7. На втором этапе каждый ответственный исполнитель составляет исходные данные для сетевого графика, которые представляют собой полный перечень работ, выполняемых его организацией, их характеристики и последовательность выполнения, а также первичные сетевые модели.

При разработке исходных данных необходимо точно формулировать результат окончания каждой работы.

5.8. Исходные данные заносятся в "Карточки-определители работ сетевого графика" (приложение 5, форма № 1).

5.9. Материалами для подготовки исходных данных служат:

— комплексный укрупненный сетевой график, разработанный и утвержденный в составе проектного задания, и принятые на его основе решения;

— проектно-сметная документация;

— действующие нормы на строительно-монтажные работы;

— типовые технологические решения по производству работ;

— данные о наличии ресурсов и материально-технической базе строительства;

— данные об особых условиях строительства и о производительности труда, достигнутой в конкретных организациях.

5.10. На третьем этапе группой СПУ с участием ответственных исполнителей производится построение сетевой модели строительства объекта или комплекса в целом.

Работы отдельных исполнителей могут обозначаться на чертеже условными символами, проставляемыми вместе с наименованием работ.

5.11. Для упрощения работы по составлению сетевых графиков и сокращения ее трудоемкости рекомендуется использовать типовые сетевые модели как для целых сооружений, так и для отдельных участков, а также применять типовые бланки, формы и соответствующие материалы аналогичных строек.

5.12. После построения сетевой модели производится нумерация событий и первоначальный расчет графика.

5.13. На четвертом этапе производится анализ и корректировка сетевого графика, заключающаяся в выявлении и сокращении путей, продолжительность которых превышает установленный срок окончания строительства.

5.14. Сокращение продолжительности критического и других напряженных путей производится за счет сокращения продолжительности работ их составляющих или за счет организации параллельных потоков работ.

Осуществление этих мер достигается добавлением на напряженные работы ресурсов (в первую очередь, за счет работ, имеющих значительные резервы времени), изменением технологической последовательности работ, применением более индустриальных конструкций и более производительных механизмов, переносом сроков поставки оборудования и другими способами.

Эффективность планируемых мер проверяется расчетом.

5.15. Согласованный со всеми организациями-исполнителями сетевой график, продолжительность критического пути которого приведена в соответствие с директивным сроком, утверждается руководством генподрядной организации.

УПРАВЛЕНИЕ ХОДОМ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

6.1. Для успешного применения СПУ на стадии управления необходимо создание устойчивого и ритмичного процесса сбора, передачи и обработки информации о ходе работ, соблюдение сроков и форм представления и обработки отчетности, а также своевременное принятие решений по поступающей информации.

6.2. В ходе управления строительством группа СПУ выполняет следующие работы:

а) сбор периодической информации от ответственных исполнителей, ее обработку и корректировку на ее основе сетевого графика и карточек-определителей работ;

б) подготовку предложений по сокращению продолжительности критического пути, изменению способов ведения работ (осуществляется совместно с ответственными исполнителями);

в) составление донесения руководству строительства для принятия решений, направленных на улучшение хода работ;

г) корректировку графика на основе принятых решений.

6.3. Информация о выполнении работ представляется ответственными исполнителями в группу СПУ по форме № 2 (приложение 5).

6.4. На основе результатов обработки очередной информации группа СПУ представляет руководству генподрядной строительной организации следующие сведения:

а) даты окончания строительства (по плану и по расчету графика);

б) продолжительность всех путей, превышающих установленный срок строительства, и перечни работ, их составляющих;

в) перечень работ планируемого периода, на которых уменьшились общие резервы времени;

г) предложения группы СПУ, согласованные с ответственными исполнителями, в отношении дальнейшего хода работ, перераспределения ресурсов;

д) перечень работ, ликвидация отклонений по которым не зависит от данного уровня руководства.

6.5. Донесение группы СПУ руководству генподрядной организации представляется по форме, постоянной для данного строительства.

6.6. Весь процесс обработки информации и выработки предложений в группе СПУ должен занимать не более двух дней.

6.7. Руководство генподрядной организации на основе представленных донесений принимает согласованное с ответственными исполнителями решение о дальнейшем ходе работ, в первую очередь, о ликвидации отставаний от графика и поручает группе СПУ корректировку сетевого графика.

6.8. Учтя внесенные в сетевой график изменения, группа СПУ выдает планово-производственному аппарату генподрядной организации данные о новом критическом пути, резервах времени и сроках выполнения работ для составления планово-производственных заданий всем ответственным исполнителям (форма № 3, приложение 5). Задания выдаются на два отчетных периода с целью лучшего сопряжения последовательных заданий.

6.9. Служба диспетчеризации осуществляет повседневный контроль за выполнением решений, принятых на основе периодического контроля хода работ по сетевому графику.

*

МЕТОДЫ РАСЧЕТА СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ ВРУЧНУЮ

Расчет сетевых графиков вручную можно вести табличным способом, способом расчета на графике и по потенциалам.

Табличный способ расчета

1. Для расчета графика в табличной форме события должны быть занумерованы с соблюдением правила: номер начального события работы (зависимости) должен быть меньше номера ее конечного события.

2. *Заполнение таблицы расчета сетевого графика* ведется в следующем порядке:

1) В первые три графы таблицы заносятся исходные данные по каждой работе: шифр и продолжительность работы, номера начальных событий предшествующих работ.

Работы сетевого графика записываются в графу 2 строго по порядку возрастания номеров их начальных событий (записываются все работы, "выходящие" из первого события, затем все работы, "выходящие" из второго события и т.д.).

2) Производится расчет ранних параметров работ (заполняются построчно для каждой работы графы 4 и 5).

Расчет ведется от исходных работ до завершающих.

Величины ранних начал и ранних окончаний исходных работ определяются по формулам (3) и (4).

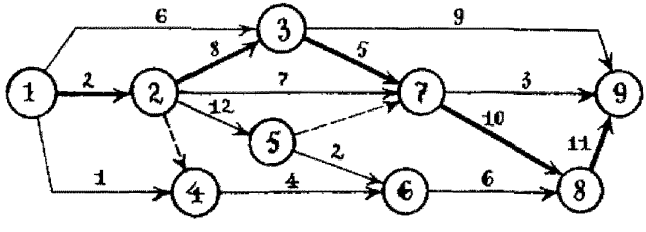


Рис. 17

В примере (рис.17) для работ 1-2, 1-3, 1-4:

$$T^{рн}_{1\text{-}2} = T^{рн}_{1\text{-}3} = T^{рн}_{1\text{-}4} = 0;$$

$$T^{ро}_{1\text{-}2} = 0 + 2 = 2;$$

$$T^{ро}_{1\text{-}3} = 0 + 6 = 6;$$

$$T^{ро}_{1\text{-}4} = 0 + 1 = 1.$$

Таблица расчета сетевого графика

Номера начальных событий предшествующих работ h	Шифры работ $i-j$	Продолжительности работы t_{i-j}	Ранние		Поздние		Резервы	
			начала работ $T_{i-j}^{рн}$	окончания работ $T_{i-j}^{ро}$	начала работ $T_{i-j}^{пн}$	окончания работ $T_{i-j}^{по}$	общие R_{i-j}	частные r_{i-j}
1	2	3	4	5	6	7	8	9
–	1–2	2	0	2	0	2	0	0
–	1–3	6	0	6*	4	10	4	4
–	1–4	1	0	1*	14	15	14	1
1	2–3	8	2	10	2	10	0	0
1	2–4	0	2	2	15	15	13	0
1	2–5	12	2	14	3	15	1	0
1	2–7	7	2	9*	8	15	6	6
1;2	3–7	5	10	15	10	15	0	0
1;2	3–9	9	10	19*	27	36	17	17
1;2	4–6	4	2	6*	15	19	13	10
2	5–6	2	14	16	17	19	3	0
2	5–7	0	14	14*	15	15	1	1
4;5	6–8	6	16	22*	19	25	3	3
2;3;5	7–8	10	15	25	15	25	0	0
2;3;5	7–9	3	15	18*	33	36	18	18
6;7	8–9	11	25	36	25	36	0	0

Расчет ранних параметров всех остальных работ производится по формулам (1) и (2).

Запись работ в порядке возрастания номеров начальных событий обеспечивает к моменту определения раннего начала работы расчет ранних окончаний всех предшествующих работ.

В примере работам 3–7 и 3–9 предшествуют работы 1–3 и 2–3 (в графе 1 в соответствующих строках указываются номера начальных событий предшествующих работ – 1 и 2).

Ранние окончания работ 1–3 и 2–3 соответственно равны 6 и 10. По формуле (1) раннее начало последующих работ 3–7 и 3–9 равно 10, по формуле (2) ранние окончания этих работ соответственно равны:

$$T^{\text{ро}}_{3\text{-}7} = 10 + 5 = 15;$$

$$T^{\text{ро}}_{3\text{-}9} = 10 + 9 = 19.$$

3) Определяется продолжительность критического пути, равная согласно формуле (5) максимальному из ранних окончаний завершающих работ.

В примере: $t_{\text{кр}} = T^{\text{ро}}_{8\text{-}9} = 36$,

$$T^{\text{ро}}_{8\text{-}9} > T^{\text{ро}}_{3\text{-}9} > T^{\text{ро}}_{7\text{-}9}.$$

4) Производится расчет поздних параметров работ (заполняются построчно для каждой работы графы 7 и 6).

Расчет ведется от завершающих работ до исходных.

Величины поздних окончаний и поздних начал завершающих работ определяются по формулам (8) и (9).

В примере: $T^{\text{по}}_{3\text{-}9} = T^{\text{по}}_{7\text{-}9} = T^{\text{по}}_{8\text{-}9} = 36$;

$$T^{\text{пн}}_{3\text{-}9} = 36 - 9 = 27;$$

$$T^{\text{пн}}_{7\text{-}9} = 36 - 3 = 33;$$

$$T^{\text{пн}}_{8\text{-}9} = 36 - 11 = 25.$$

Расчет поздних параметров всех остальных работ производится по формулам (6) и (7).

5) Определяются общие резервы времени работ по формуле (10);

6) Определяется перечень работ, составляющих критический путь (работ, имеющих общий резерв времени, равный 0).

7) Определяются частные резервы времени по формуле (11).

Примечание. При определении раннего начала работы, после выбора наибольшего из ранних окончаний предшествующих работ все остальные ранние окончания этих работ следует отмечать условным значком (•). Частные резервы времени имеются только у этих работ. У всех остальных частные резервы равны 0.

3. *Проверка правильности расчета графика:*

а) ранние параметры работ должны быть меньше или равны соответствующим поздним параметрам;

$$T_{i-j}^{\text{рн}} \leqslant T_{i-j}^{\text{пн}};$$

$$T_{i-j}^{\text{ро}} \leqslant T_{i-j}^{\text{по}};$$

частный случай этого положения: позднее начало хотя бы одной из исходных работ сетевого графика должно равняться 0;

б) критический путь должен представлять собой непрерывную последовательность работ и зависимостей от исходного события сетевого графика до завершающего;

в) частный резерв работы должен быть меньше или равен ее общему резерву:

$$r_{i-j} \leqslant R_{i-j} .$$

Расчет сетевого графика в табличной форме целесообразно вести двум исполнителям с постраничным контролем.

Методика ручного расчета на графике

1. Расчет ведется непосредственно на графике. Для этого каждое событие делится на 4 сектора, в которых указываются все необходимые для расчета данные о работах и событиях графика (рис.18).

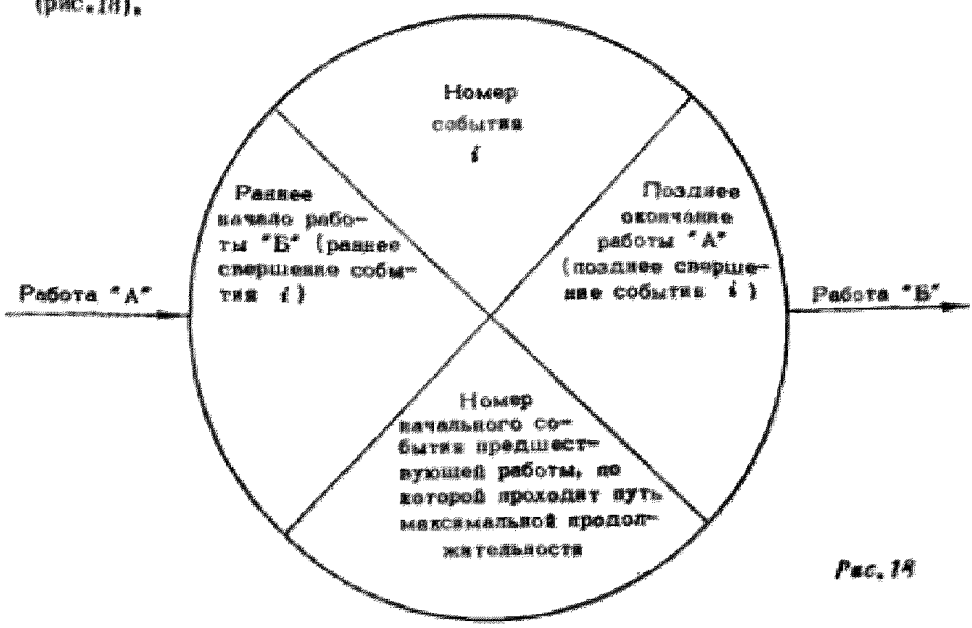


Рис. 18

2. Порядок расчета на графике аналогичен изложенному в методике расчета по табличной форме, но параметры работ определяются по несколько видоизмененным формулам.

1) Раннее начало исходных работ равно 0. Раннее начало любой работы графика равно наибольшей из сумм ранних начал и продолжительностей предшествующих работ:

$$T_{i-j}^{\text{рн}} = \max\left(T_{h-i}^{\text{рн}} + t_{h-i}\right).$$

Для работ 3–7 и 3–9 (рис.17)

$$T_{1-3}^{\text{рн}} + t_{1-3} = 0 + 6 = 6;$$

$$T_{2-3}^{\text{рн}} + t_{2-3} = 2 + 8 = 10;$$

$$T_{3-7}^{\text{рн}} = T_{3-9}^{\text{рн}} = 10.$$

Рассчитанные параметры, а также номера данного и предшествующего событий записываются в сектора в соответствии с рис.18. Например, для работ 3–7 и 3–9 начальное событие принимает следующий вид:

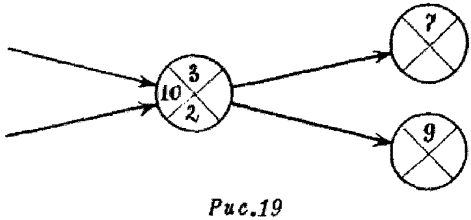


Рис.19

Таким образом, последовательно от исходного события до завершающего определяются все ранние начала работ. Завершающее событие графика рассматривается как начальное событие условной работы с нулевой продолжительностью.

2) Время позднего свершения завершающего события графика (рис.17) (позднее окончание завершающих работ) равно времени его раннего свершения:

$$T_9^{\text{п}} = T_9^{\text{р}} = 36.$$

Позднее окончание любой работы сетевого графика равно наименьшей из разностей поздних окончаний последующих работ и их продолжительностей:

$$T_{i\text{-}j}^{\text{по}} = \min\left(T_{i\text{-}k}^{\text{по}} - t_{j\text{-}k}\right).$$

Для работ 3–7, 2–7, 5–7:

$$T_{7\text{-}9}^{\text{по}} - t_{7\text{-}9} = 36 - 3 = 33;$$

$$T_{7\text{-}8}^{\text{по}} - t_{7\text{-}8} = 25 - 10 = 15;$$

$$T_{3\text{-}7}^{\text{по}} = T_{2\text{-}7}^{\text{по}} = T_{5\text{-}7}^{\text{по}} = 15.$$

График с рассчитанными ранними и поздними свершениями событий имеет следующий вид:

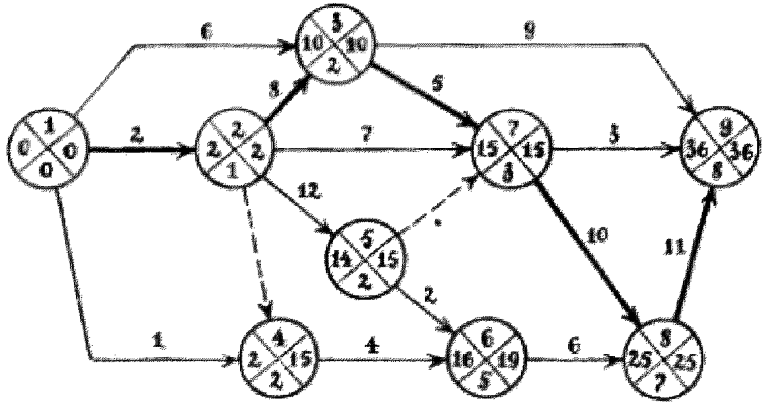


Рис. 20

3) Критический путь определяется по событиям, ранние и поздние сроки свершения которых (числа в правых и левых секторах) равны между собой.

На рис. 20 критический путь проходит по событиям 1–2–3–7–8–9.

Критический путь может быть прослежен от завершающего события до исходного сразу после расчета ранних начал работ по номерам, записанным в нижних секторах событий.

4) Резервы времени работ определяются по формулам:

$$R_{i-j} = T^{\text{по}}_{i-j} - (T^{\text{рн}}_{i-j} + t_{i-j});$$

$$r_{i-j} = T_{j-k} - (T^{\text{рн}}_{i-j} + t_{i-j}).$$

Например, для работы 4—6:

$$R_{4-6} = T^{\text{по}}_{4-6} - (T^{\text{рн}}_{4-6} + t_{4-6}) = 19 - (2+4) = 13;$$

$$r_{4-6} = T^{\text{рн}}_{6-8} - (T^{\text{рн}}_{4-6} + t_{4-6}) = 16 - (2+4) = 10.$$

Значения резервов времени записываются в отдельной таблице или непосредственно на графике, как показано на рис.21.

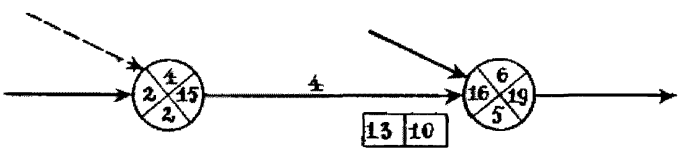


Рис.21

3. Сравнение табличного способа расчета и способа расчета на графике позволяет выявить преимущества и недостатки последнего:

а) преимущества:

— для расчета на графике необязательна строго упорядоченная нумерация событий;

— исключаются ошибки, возникающие при записи в таблицу исходных данных для расчета (три первых графы);

— при наличии у расчетчиков должного навыка расчет на графике может быть проведен быстрее, чем по таблице;

б) недостатки:

— записываемые на графике параметры работ в процессе строительства часто изменяются. Постоянные исправления быстро приводят график в негодность и заставляют его заново перечерчивать;

— исправление расчетных данных на графике не дает возможности накапливать результаты предыдущих расчетов, а набор этих результатов отражает всю динамику строительства.

Методика ручного расчета по потенциалам событий

1. Потенциал события представляет собой величину наиболее продолжительного пути от данного события до завершающего.

2. Расчет потенциалов событий производится непосредственно на графике аналогично расчету ранних начал, но ведется последовательно от завершающего события до исходного.

Потенциал завершающего события равен 0.

Далее расчет ведется по формуле:

$$t_i^{\text{п}} = \max\,(t_i^{\text{п}} + t_{i-j}),$$

где $t_i^{\text{п}}$ – потенциал события.

На рис.22 представлен сетевой график с рассчитанными потенциалами событий:

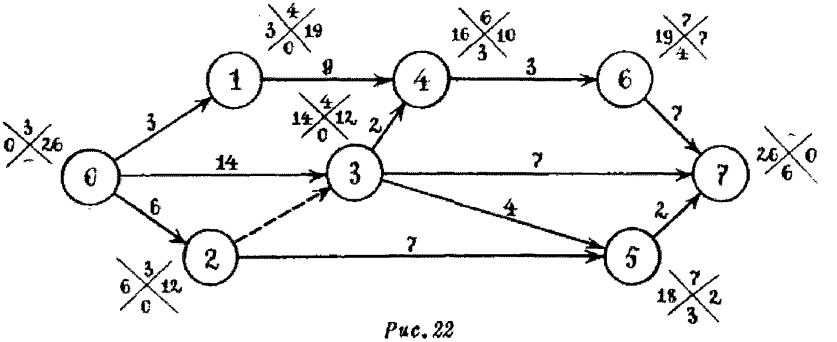


Рис. 22

В × – образный знак около события заносятся следующие данные:

– в левый сектор – величина наиболее продолжительного пути от исходного события до данного (раннее начало работ $T_{i-j}^{\text{рн}}$);

– в нижний сектор – номер предшествующего события, через которое к данному подходит наиболее продолжительный путь;

} Определяются при прямом просчете сетевого графика

– в правый сектор – потенциал данного события;

– в верхний сектор – номер последующего события, через которое проходит путь наибольшей продолжительности от данного события до завершающего.

} Определяются при обратном просчете сетевого графика

3. При анализе хода работ по сетевому графику для определения потенциала начального или промежуточного (если часть работы выполнена) события какой-либо работы достаточно к имеющемуся потенциалу конечного события этой работы прибавить оставшуюся продолжительность.

Например, для работ 1–4, 3–7, 0–1, 0–2 (рис.22) потенциалы соответственно равны:

$$t^{\text{п}}_{1\text{-}4} = t^{\text{п}}_{4} + t_{1\text{-}4} = 10 + 9 = 19;$$

$$t^{\text{п}}_{3\text{-}7} = t^{\text{п}}_{7} + t_{3\text{-}7} = 0 + 7 = 7;$$

$$t^{\text{п}}_{0\text{-}1} = t^{\text{п}}_{1} + t_{0\text{-}1} = 19 + 3 = 22;$$

$$t^{\text{п}}_{0\text{-}2} = t^{\text{п}}_{2} + t_{0\text{-}2} = 12 + 6 = 18.$$

Поскольку любые изменения, происшедшие или намечающиеся в ходе выполнений той или иной работы, не влияют на продолжительность пути от ее конечного события до завершающего, т.е. потенциалы всех последующих событий остаются без изменения, оперативный пересчет графика вручную занимает короткое время.

Это положение остается верным и в том случае, если изменяется технологическая последовательность ведения работ или обнаруживается ошибка в построении сетевого графика.

Общие резервы времени работ определяются по формуле:

$$R_{i\text{-}j} = t_{\text{кр}} - (t^{\text{п}}_{i} + t_{i\text{-}j} + T^{\text{рн}}_{i\text{-}j}) = t_{\text{кр}} - (t^{\text{п}}_{i\text{-}j} + T^{\text{рн}}_{i\text{-}j}).$$

4. Отклонения в ходе строительства от исходного сетевого графика часто приводят к изменению сроков раннего начала работ и в конечном итоге к изменению продолжительности критического пути. При этом продолжительность, превышающую установленный срок, могут иметь не только критический путь, но и ряд других путей. Поэтому величины общих резервов времени работ, составляющих эти пути, следует определять не сравнением с критическим путем, а исходя из фактического времени, оставшегося до установленного срока достижения цели.

Отрицательное значение резерва (отставание) показывает величину превышения установленного срока. Резерв времени или отставание определяются по потенциалу начального события работы (таким событием может быть и промежуточная точка выполняющейся работы) и времени, оставшемуся до установленного срока достижения цели.

$$R_{i\text{-}j} = t_{\text{ф}} - t^{\text{п}}_{i\text{-}j},$$

где $t_{\text{ф}}$ – фактическое время, оставшееся до установленного срока.

5. Примеры оперативного анализа хода работ по потенциалам

Пример 1. Данные информации о выполнении работ по сетевому графику (рис. 23) на 44 рабочий день строительства:

– до установленного срока окончания строительства – 103 дня (147 – 44 = 103);

– выполнены работы: 1–6, 1–5, 1–2, 1–10, 2–4;

– до окончания работы 2–3 осталось 2 дня (отрезок а–3);

– до окончания работы 10–11 осталось 3 дня (отрезок в–11);

– до окончания работы 10–12 осталось 20 дней (изменилась временная оценка).

Расчет потенциалов (производится на графике):

– потенциал начального события работы 5–6

$$t^{\text{п}}_{5-6} = 100 + 7 = 107;$$

– потенциал начального события работы а–3 (окончание работы 2–3)

$$t^{\text{п}}_{\text{а}-3} = 115 + 2 = 117;$$

– работы в–11 (окончание работы 10–11)

$$t^{\text{п}}_{\text{в}-11} = 100 + 3 = 103;$$

– работы с–12 (окончание работы 10–12)

$$t^{\text{п}}_{\text{с}-12} = 90 + 20 = 110.$$

Таблица анализа хода работ

Работа	Время, оставшееся до установленного срока строительства	Потенциал начального события работы	Резерв	Отставание
5–6	103	107	–	4
2–3 (а–3)	103	117	–	14
10–11 (в–11)	103	103	0	0
10–12 (с–12)	103	110	–	7

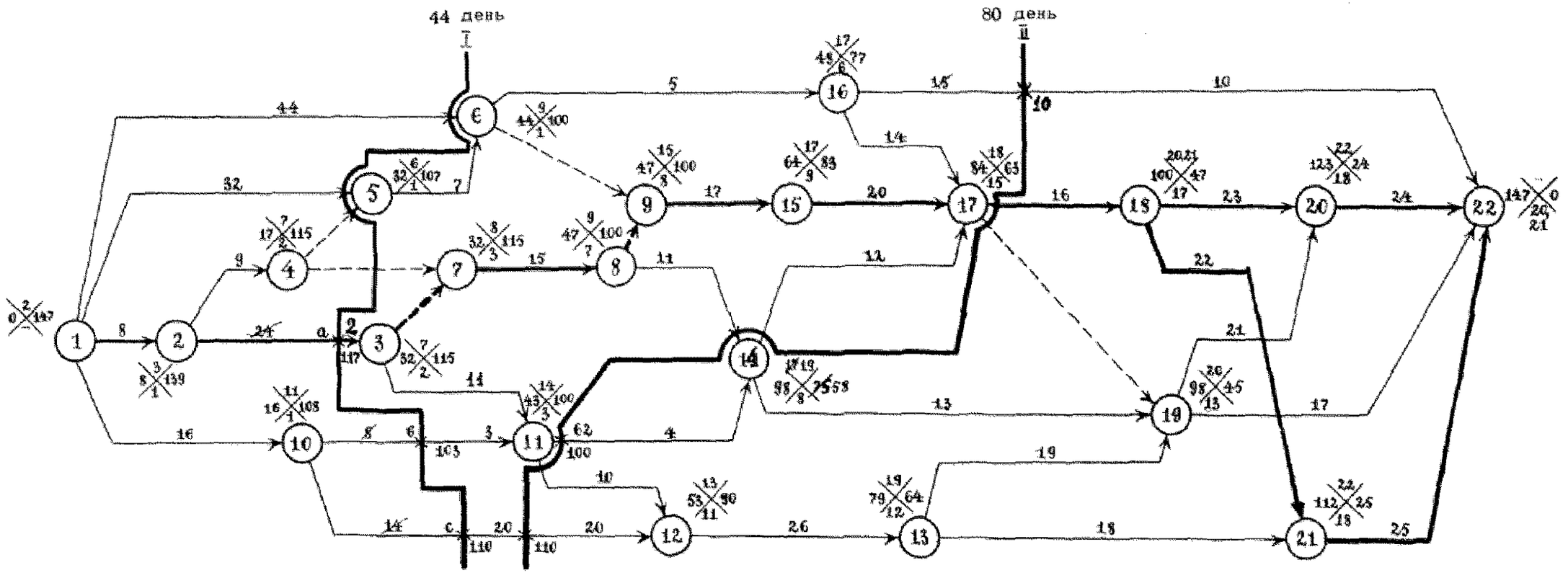


Рис. 23. Анализ хода строительства по потенциалам

На новом критическом пути лежит работа 2–3 (а–3). Однако работы 5–6 и 10–12 (с–12) лежат на путях хотя и меньшей продолжительности, чем новый критический, но все же превышающих установленный срок окончания строительства. Поэтому меры по сокращению отставаний планируются на работах 5–6, 2–3, 10–12.

Пример 2. Данные информации на 80 день строительства:

– до установленного срока окончания строительства осталось 67 дней (147–80 = 67);

– выполнены работы: 16–17, 15–17, 8–14, 14–17, 3–11, 10–11;

– начало работы 14–17 (следовательно и остальных работ этой цепи) не зависело от окончания работы 11–14 (ошибка в построении графика);

– осталось до окончания работы:

16–22 – 10 дней,
17–18 – 16 дней,
11–14 – 4 дня,
11–12 – 10 дней,
10–12 – 20 дней.

Расчет потенциалов:

$t^{п}_{16-22} = 0 + 10 = 10$,

$t^{п}_{17-18} = 47 + 16 = 63$ (без изменения),

$t^{п}_{14-18} = 45 + 13 = 58$,

$t^{п}_{11-14} = 58 + 4 = 62$,

$t^{п}_{11-12} = 90 + 10 = 100$ (без изменения),

$t^{п}_{10-12} = 90 + 20 = 110$ (без изменения).

Таблица анализа хода работ

Работа	Время, оставшееся до установленного срока строительства	Потенциал начального события работы	Резерв	Отставание
16–22	67	10	57	–
17–18	67	63	4	–
11–14	67	62	5	–
11–12	67	100	–	33
10–12	67	110	–	43
14–18	67	58	9	–

ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕВОГО ГРАФИКА В МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

1. Построение сетевого графика в масштабе времени повышает его наглядность; оно может производиться:

а) по ранним срокам свершения событий (по ранним началам работ);

б) по поздним срокам свершения событий (по поздним окончаниям работ).

2. Определение ранних или поздних сроков свершения событий графика производится расчетом немасштабной сетевой модели (см. рис. 24 и таблицу).

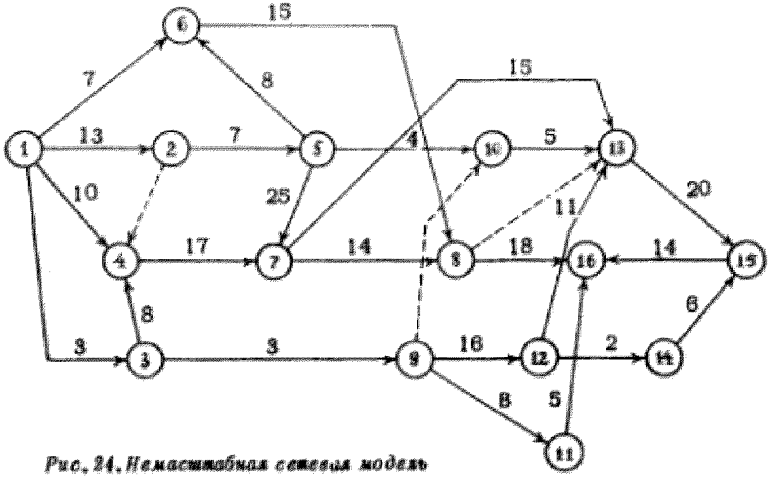


Рис. 24. Немасштабная сетевая модель

Таблица расчета сетевого графика

Номера начальных событий, предшествующих работ	Шифры работ	Продолжительности	Ранние		Поздние		Резервы	
			начала	окончания	начала	окончания	общие	частные
h	$i-j$	t_{i-j}	$T_{i-j}^{рн}$	$T_{i-j}^{ро}$	$T_{i-j}^{пн}$	$T_{i-j}^{по}$	R_{i-j}	r_{i-j}
–	1–2	13	0	13	0	13	0	0
–	1–6	7	0	7*	38	45	38	21
–	1–4	10	0	10*	18	28	18	3
–	1–3	3	0	3	17	20	17	0
1	2–5	7	13	20	13	20	0	0
1	2–4	0	13	13	28	28	15	0
1	3–4	8	3	11*	20	28	17	2
1	3–9	3	3	6	30	33	27	0
1,3,2	4–7	17	13	30*	28	45	15	15
2	5–6	8	20	28	37	45	17	0
2	5–7	25	20	45	20	45	0	0
2	5–10	4	20	24	51	55	31	0
1;5	6–8	15	28	43*	45	60	17	16
4,5	7–8	14	45	59	46	60	1	0
4,5	7–13	15	45	60	45	60	0	0
6,7	8–16	18	59	77*	76	94	17	17
6,7	8–13	0	59	59*	60	60	1	1
3	9–10	0	6	6*	55	55	49	18
3	9–11	6	6	12	88	89	77	0
3	9–12	16	6	22	33	49	27	0
5,9	10–13	5	24	29*	55	60	31	31
9	11–16	5	12	17*	89	94	77	77
9	12–13	11	22	33*	49	60	27	27
9	12–14	2	22	24	72	74	50	0
7,8,10,12	13–15	20	60	80	60	80	0	0
12	14–15	6	24	30*	74	80	50	50
13,14	15–16	14	80	94	80	94	0	0

3. События наносятся на чертеж в соответствии с принятым масштабом времени по найденным срокам их свершения (ранним или поздним в зависимости от выбранного способа).

4. При построении графика по ранним срокам свершения событий величина проекции на ось времени стрелки, соединяющей два события, равна сумме продолжительности соответствующей работы и ее частного резерва времени (рис. 25).

5. При построении графика по поздним срокам свершения событий величина проекции на ось времени стрелки, соединяющей два события, равна сумме продолжительности соответствующей работы и части ее общего резерва времени, оставшейся после использования общих резервов времени на всех предшествующих работах (рис. 26).

6. Построение сетевого графика в масштабе времени позволяет:

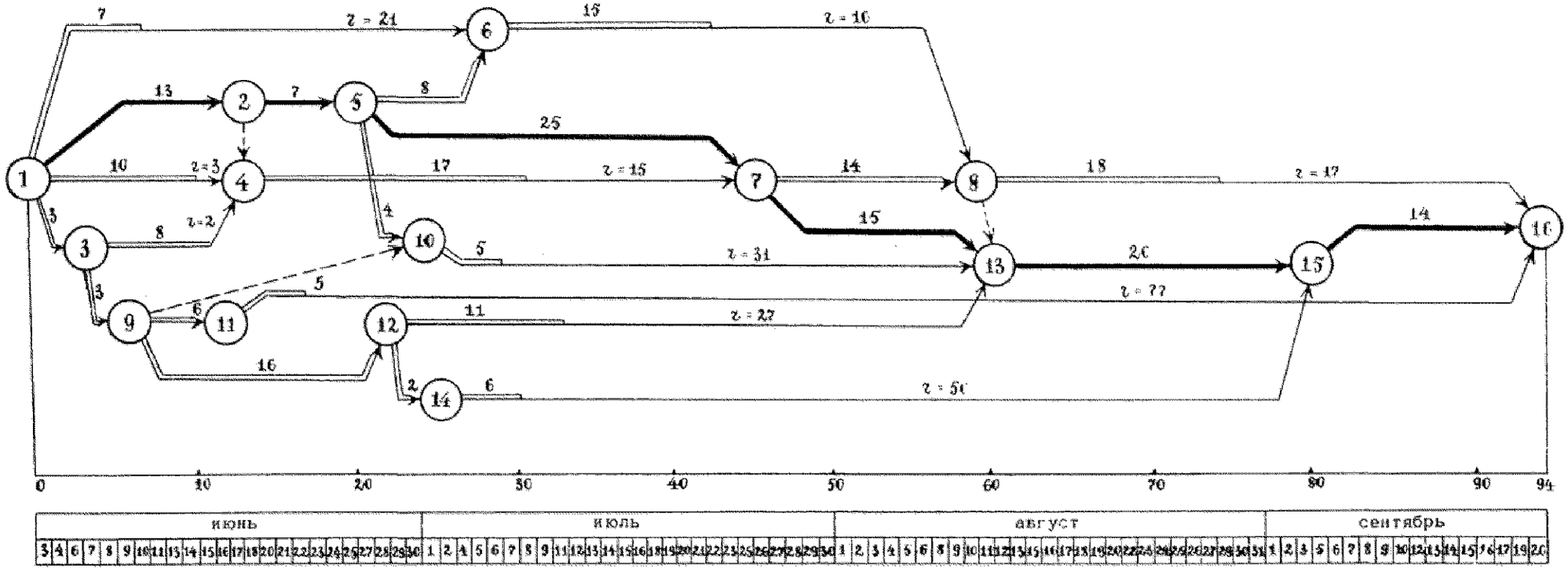
а) без многочисленных перестроений получить удобочитаемый график;

б) определять перечень работ, выполняемых в определенный период времени быстрее, чем по таблице расчета;

в) производить перераспределение ресурсов, занятых на этих работах, с целью их равномерного использования: *

г) при наличии подробных характеристик работ (стоимость, фонд зарплаты и т. д.) организовать получение информации по этим показателям на любой период времени. Это облегчает увязку планов отдельных организаций, участвующих в строительстве, с общим направлением работ на достижение конечной цели;

** Следует учитывать, что планирование использования ресурсов по всем работам графика в целом — задача сложная, требующая использования ЭВЧ. Использование для этой цели сетевого графика, построенного в масштабе времени, целесообразно при перераспределении ресурсов на небольшом количестве работ в процессе оперативного управления.*

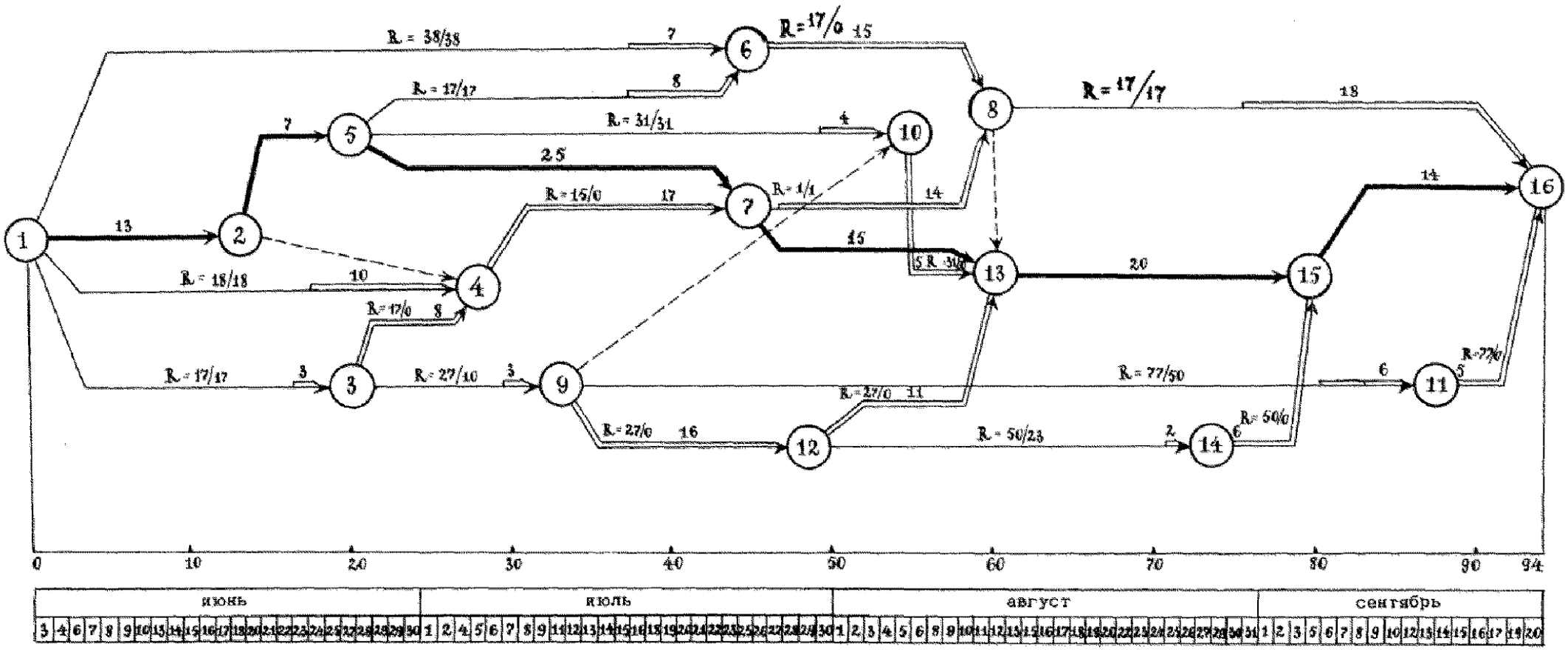


7 — продолжительность работы

z = 21 — частный резерв времени

Примечание: Выделение в примере продолжительности работы и ее частного резерва сделано для наглядности. При построении реальных графиков такое выделение необязательно.

Рис. 25. Сетевой график, построенный в масштабе времени по ранним началам работ



7 — продолжительность работы

R = 27/10 — в числителе указан общий резерв времени работы, в знаменателе — часть этого резерва, оставшаяся после использования общих резервов времени всех работ, предшествующих данной

Рис. 26. Сетевой график, построенный в масштабе времени по поздним окончаниям работ

д) при анализе хода работ легко устанавливать величину отставания (или опережения) тех или иных работ по отношению к исходному графику.

7. Особенностью сетевого графика, построенного в масштабе времени, является его большая зависимость от изменений, происходящих в ходе строительства. Введение в график новых работ, исключение ранее намеченных, изменение продолжительности работ изменяют сроки свершения событий, что приводит к перестройке графика. Кроме того, построение графика в масштабе времени значительно увеличивает его размеры.

*

ПРИВЯЗКА СЕТЕВОГО ГРАФИКА К КАЛЕНДАРЮ

1. Для удобства контроля и управления по сетевому графику определяются календарные даты выполнения работ.

Привязку сетевого графика к календарю целесообразно производить с помощью таблицы подсчета рабочих календарных дат.

Схема таблицы подсчета календарных дат:

1. Календарная часть	2. Переводной график
4. Табель-календарь	3. Табель рабочих дней

2. Заполнение таблицы:

1) в календарной части таблицы записываются годы, месяцы и числа с исключением выходных и праздничных дней (месяцы записываются в верхней строке; числа – в вертикальных колонках);

2) строки переводного графика представляют собой непрерывные ряды чисел от 1, заполняемые от диагонали квадрата влево. Наибольшее число в последней строке равно 23 – максимальному количеству рабочих дней в месяце;

3) табель рабочих дней строительства представляет собой непрерывный ряд чисел; строки таблиц соответствуют месяцам; количество чисел в строке равно количеству рабочих дней в данном месяце;

4) в левой нижней части помещаются табели – календари. Они используются в случае, когда появляется необходимость определить не только число, но и день недели.

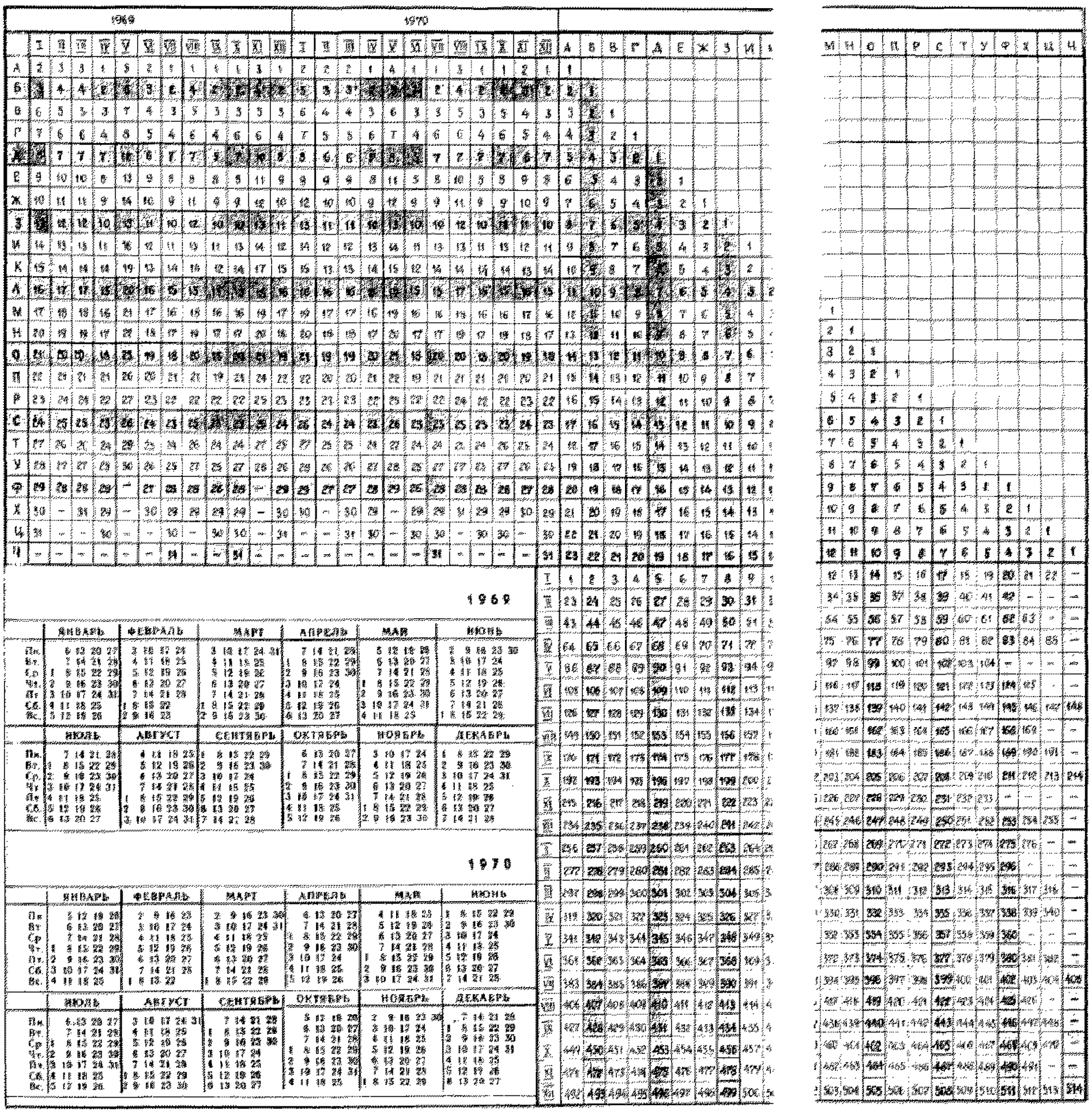
Примечание. Для удобства работы с таблицей горизонтальные строки календарной части и вертикальные колонки переводного графика обозначаются буквами алфавита.

3. Таблица подсчета календарных дат позволяет решить следующие задачи:

– определить календарные даты начала или окончания работ;

– при известной календарной дате начала или окончания работы определить, на какой день строительства она окончится или начнется.

Частным случаем данной задачи является определение продолжительности работы при известных календарных датах ее начала и окончания. Такая задача возникает, когда имеется график поставок оборудования и материалов и требуется определить, на какой день строительства будет выполнена поставка.


1969
ЯНВАРЬ
ФЕВРАЛЬ
МАРТ
АПРЕЛЬ
МАЙ
ИЮНЬ
ИЮЛЬ
АВГУСТ
СЕНТЯБРЬ
ОКТЯБРЬ
НОЯБРЬ
ДЕКАБРЬ
1970
ЯНВАРЬ
ФЕВРАЛЬ
МАРТ
АПРЕЛЬ
МАЙ
ИЮНЬ
ИЮЛЬ
АВГУСТ
СЕНТЯБРЬ
ОКТЯБРЬ
НОЯБРЬ
ДЕКАБРЬ

Пример 1.

Дата начала строительства – 2 января 1969 г. Раннее начало одной из работ, определенное расчетом графика, – 163 дня. Определить дату раннего начала.

В табеле находится число 163 и по строке определяется год и месяц – VIII–1969 г.

Нужная строка календарной части определяется по переводному графику (от числа 163 в табеле восстанавливается перпендикуляр до I в переводном графике), это строка П.

По строке П и колонке календарной части VIII.1969 находится календарная дата раннего начала работы – 21.VIII .1969 г.

Пример 2.

Дата начала строительства – 11 марта 1969 г. Раннее начало одной из работ – 220 дней. Определить дату раннего начала.

В этом примере дата начала строительства не совпадает с исходной датой календарной части таблицы, поэтому сначала определяется число дней от 2.I.1969 г. по 10.III.1969 г. включительно. Число находится по строке Е календарной части и по колонке "Е" переводного графика, спущенной до строки табеля – III.1969 г. От 2.I.1969 г. до 11.III. 1969 – 48 дней. Это значение прибавляется к раннему началу работы: 220+48=268.

Дальнейший расчет календарной даты работы производится, как в примере 1, от числа 268.

Пример 3.

Дата начала строительства – 2 января 1969 г. По графику поставок данное оборудование должно быть поставлено к 31 марта 1970 г. (конец квартала). Определить, через сколько дней с начала строительства будет поставлено оборудование.

В вертикальной колонке календарной части III.1970 г. находится число 31 – (строка II). Нужная величина находится на пересечении колонки II переводного графика и строки табеля III.1970 – 318 дней.

Пример 4.

Дата начала работы – 7.III.1969 г., дата окончания – 28.III.1969 г. (выполняется в пределах одного месяца). Определить продолжительность работы.

Продолжительность работы находится в переводном графике на пересечении колонки (Д), одноименной со строкой начала работы в календарной части таблицы, и строки окончания работы (Ф).

Продолжительность работы – 16 рабочих дней.

4. Привязку сетевого графика к календарю можно осуществлять также с помощью таблицы, предложенной НИИАСС Госстроя УССР; линейки, созданной в тресте Череповецметаллургстрой; круговой линейки СКБ оргатехники объединения "Сигма", а также другими способами.

ПОСТРОЕНИЕ СЕТЕВОГО ГРАФИКА "БЕЗ СОБЫТИЙ"

1. При построении сетевого графика "без событий" элементами графика являются "работы" и "связи" между работами.

2. Работа изображается в виде кружка или другой геометрической фигуры с указанием шифра, продолжительности, раннего и позднего начала (рис.27).

Наименование работы записывается на графике рядом с ее изображением либо в специальную ведомость.

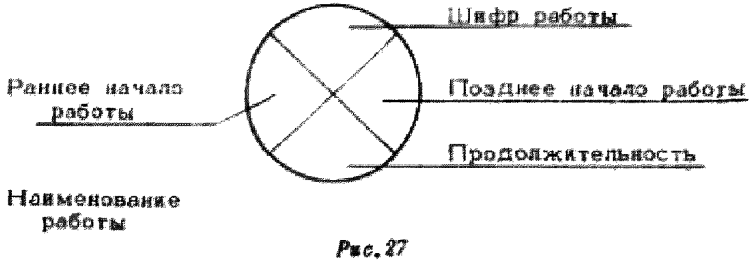


Рис. 27

3. Последовательность выполнения работ изображается при помощи стрелок, которые называются связями.

Сплошной стрелкой изображается технологическая связь между работами, пунктирной – ресурсная связь.

Ресурсная связь – последовательность выполнения работ, обусловленная переходом исполнителей с одной работы на другую.

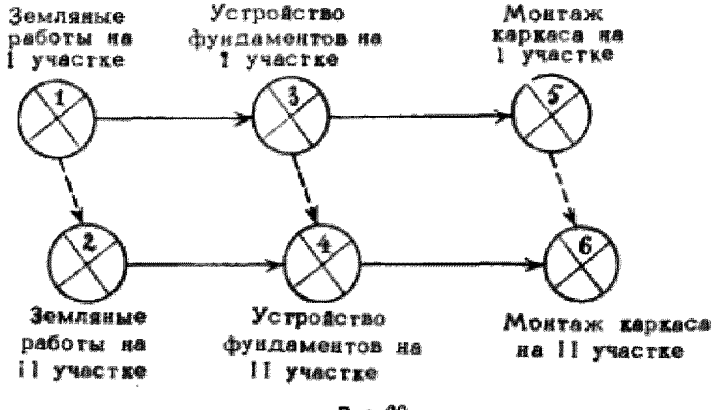


Рис. 28

4. Отсутствие событий и зависимостей позволяет определить общее количество работ до построения графика по таблицам исходных данных. Каждой работе присваивается постоянный номер, не зависящий от изменений и дополнений в графике.

5. Обособленное положение в графике каждой работы позволяет ввести для всех исполнителей свои условные обозначения:

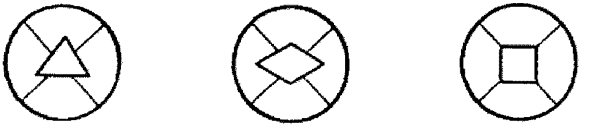


Рис. 29

Такие условные обозначения облегчают размещение в графике ресурсных связей.

6. Сетевой график, построенный без событий, может рассчитываться как на ЭВМ, так и вручную.

Для расчета на ЭВМ можно воспользоваться существующими программами, внеся в них незначительные изменения.

Ручной расчет графика, построенного по настоящему методу, также не имеет существенного отличия от обычного. Он может вестись как на графике, так и в табличной форме.

7. Для ручного расчета в табличной форме графика (рис.30), построенного без событий, нумерацию работ следует производить так, чтобы номер предшествующей работы был меньше номера последующей работы.

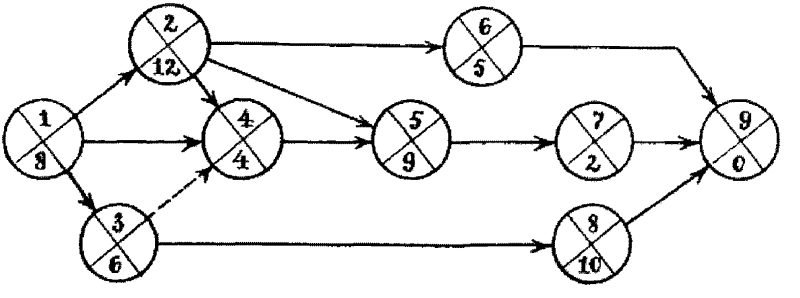


Рис. 30

В соответствии с особенностями построения графика таблица расчета принимает следующий вид:

Шифры предшествующих работ	Шифры работ	Шифры последующих работ	Продолжительности работ	Ранние начала работ	Ранние окончания работ	Поздние начала работ	Поздние окончания работ	Общий резерв времени работ	Частный резерв времени работ
–	1	2, 3, 4	8	0	8	0	8	0	0
1	2	4, 5, 6	12	8	20	8	20	0	0
1	3	4, 8	6	8	14	14	20	6	0
1, 2, 3	4	5	4	20	24	20	24	0	0
2, 4	5	7	9	24	33	24	33	0	0
2	6	7, 9	5	20	25	28	33	8	8
5, 6	7	9	2	33	35	33	35	0	0
3	8	9	10	14	24	25	35	11	11
6, 7, 8	9	–	0	35	35	35	35	0	0

3. Преимуществом сетевого графика "без событий" является легкость его перестроения. Введение новых работ и связей, так же как исключение ранее существовавших, производится без изменения остальной топологии сети.

*

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Форма №1

КАРТОЧКА-ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ РАБОТЫ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

Комплекс _____ Организация-исполнитель _____
(наименование организации)

Объект _____

Результат предшествующих работ и код исполнителя	№ п/п	Характеристика работы						Бригада		Сменность	Основные механизмы		Оборудование, материалы, полуфабрикаты, конструкции, изделия				Стоимость работы
		Наименование и результат	Шифр работы	Объем		Трудоемкость в чел.-дн.	Продолжительность в днях	профессия	количество человек в смену		наименование	количество	наименование	ед. изм.	количество	поставщик	
				ед. изм.	количество												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Ответственный исполнитель _____
(подпись)

Примечание:
Шифр работы заносится в таблицу в группе СПУ после разработки сетевого графика

Форма № 2

ИНФОРМАЦИЯ О ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ с ____ по ____ 19__ г.

Комплекс _____ (код)

Объекты _____ (коды, наименования)

Организация _____ (код, наименование)

Ответственный исполнитель _____ (должность, фамилия)

№ п/п	Наименования работ	Шифры работ	Продолжительности работ		Даты начала		Причины отклонения от плана и предложения по их ликвидации
			по сетевому графику	фактические или ожидаемые	по сетевому графику	фактические или ожидаемые	
1	2	3	4	5	6	7	8

Дата подачи информации _____

Ответственный исполнитель _____ (подпись)

Форма №3

ЗАДАНИЕ НА ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ с ___ по _____ 196__ г.

Комплекс _____ (код)

Организация _____ (код, наименование)

Объекты _____ (коды, наименования)

Ответственный исполнитель _____ (должность, фамилия)

Выдача информации о выполнении в группу СПУ к ____ час _____ 19___ г.

№ п/п	Наименование работ	Шифры работ	Продолжительности	Даты начала	Даты окончания
1	2	3	4	5	6

Руководитель генподрядной организации _____

Дата выдачи _____

Руководитель группы СПУ _____

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН ДЛЯ РАСЧЕТА, АНАЛИЗА И КОРРЕКТИРОВКИ СЕТЕВЫХ ГРАФИКОВ

1. Использование ЭВМ в управлении строительством по сетевым графикам позволяет:

а) повысить оперативность получения результатов расчета сетевых графиков;

б) решать ряд возникающих в процессе управления задач, решение которых вручную невозможно или затруднительно вследствие большого объема вычислений.

2. Для расчета сетевых графиков на ЭВМ разработаны программы, перечни и характеристики которых приводятся в приложении 7.

3. Способ передачи информации между строительством и вычислительным центром выбирается в каждом отдельном случае в зависимости от расстояния, имеющихся средств связи и путей сообщения.

4. В случае использования абонентского телеграфа с автоматизированными рулонными аппаратами, информация для расчета поступает к телеграфистам-операторам от группы СПУ и включает в себя:

- общий текст;
- основной текст с контрольными суммами;
- оформительскую часть.

5. Общий текст информации по сетевым графикам содержит:

- наименование вычислительного центра;
- наименование строящегося комплекса;
- наименование генподрядной организации;
- дату сбора исходных данных.

6. Основной текст представляет собой таблицу, число строк которой соответствует числу работ, упомянутых в данной информации.

7. До начала периодического анализа и корректировки сетевого графика в ходе строительства в вычислительный центр передается информация по всем работам графика. В процессе управления информация передается только по работам, претерпевшим изменения по сравнению с исходным сетевым графиком.

8. Заполнение таблицы основного текста производится в соответствии с требованиями программы, по которой осуществляется расчет сетевого графика. Результаты расчета поступают также по установленной программой форме.

9. Оформительская часть информации включает в себя дату составления информации и подпись руководителя группы СПУ анализа сетевого графика. Эта подпись является знаком окончания передачи.

10. Заготовка перфолент, их проверка и передача, а также прием результатов расчета с вычислительного центра производится телеграфистами-операторами в соотаетствии с положениями "Временной инструкции по передаче и приему цифровой информации о ходе строительства по сетевым графикам", утвержденной Госстроем СССР 24 января 1966 г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Таблица 1

Программы расчета сетевых графиков по времени

ЭВМ	Название программы и организации, ее выпустившей	Ограничения на исходные данные	Вид сети	Результаты расчета: Расчетные параметры работ	Критический путь	Критическая зона	Интервал обозрения	Работы критической зоны в интервале обозрения	Привязка расчетных параметров к календарю	Виды сортировок результатов	Примечания
БЭСМ-2М	Программа 11-81, Гипротис, г.Москва	Наибольший номер события – 1999. Число работ в графике – не более 1900	С событиями	+	+	–	–	–	+	По сети	
БЭСМ-2М	РС-СГ-1, Гипротис, г.Москва	Наибольший номер событии – 999. Число работ в графике – не более 1471 Наибольшая продолжительность работы – 99	"	+	+	–	–	–	–	По порядку возрастания номеров начальных событий работ	
БЭСМ-2М	АРС-1, Гипротис, г.Москва	Наибольший номер события – 1999. Число работ в графике – не более 1850. Продолжительность	"	+	+	–	–	–	+	"	При расчете учитываются воскресные дни
БЭСМ-2М	АРС-2, Гипротис, г.Москва	Те же	"	+	+	–	–	–	+	"	Воскресные дни не учитываются
БЭСМ-2М	АРС-3, Гипротис, г.Москва	Те же	"	+	+	–	–	–	+	"	Вывод результатов на перфокарты в кодах табулятора
БЭСМ-2М	АРС-4, Гипротис, г.Москва	Те же	"	+	+	–	–	–	+	"	Три исходных продолжительности работы: оптимистическая, пессимистическая, наиболее вероятная
"Минск-22"	РС-СГ-2, Гипротис, г.Москва	Наибольший номер события – 1999. Число работ – не более 1727. Продолжительность работы – не более 99	С событиями	+	+	+	–	–	–	По порядку возрастания начальных событий работ	Модернизированные варианты с выдачей результатов на телетайп разработаны институтами Промстройниипроект (г.Харьков) и ПТНИИ (г.Ярославль)
"Минск-22"	"Объект-время", Гипротис, г.Москва	Наибольший номер события – 999. Число работ – не более 999. Продолжительность работы не более 999	"	+	–	+	+	+	+	По сети, по ранним началам, по поздним окончаниям, по полным резервам времени, по исполнителям	Автоматизирован ввод с перфоленты в международном коде М-2. Любой перечень результатов в любой сортировке может быть выдан на телетайп или на печать.
М-20	Программа расчета сетевых графиков, НИИСП Госстроя УССР, г.Киев	Наибольший номер события – 2048. Число работ в графике – не более 3520	"	+	+	+	+	+	+	По сети	
М-20	Программа расчета сетевых графиков, ФТИНТ АН УССР, г.Харьков	Число работ и связей – не более 2997	Без событий	+	+	+	+	+	–	По сети	
М-20	Комплекс программ для системы "Компас НТ-1", НИАТ, г.Москва										
	а) Программа с детерминированными оценками	Число работ в графике – не более 4000. Наибольшее количество событий – 3400. Наибольший номер события 99999	С событиями	+	+	+	+	–	+	По исполнителям по ранним началам, по полному резерву	
	б) Программа со статистическими оценками	Число работ в графике – не более 1000. Наибольший номер события – 99999	"	+	–	–	–	–	–	По сети	

Таблица 2

Программы выдачи справок

№ п/п	ЭВМ	Наименования программ и организаций	Исходные данные	Ограничения	Выдаваемые справки					Примечания
					Потребность в ресурсах на каждый день (по ранним началам)	Потребность в ресурсах на каждый день (по поздним окончаниям)	Потребность в ресурсах с нарастающим итогом (по ранним началам)	Потребность в ресурсах с нарастающим итогом (по поздним окончаниям)	Потребность в ресурсах на заданный период	
1.	М-20	Выдача справок о ресурсах, Институт кибернетики АН УССР, г.Киев	Результаты расчета графика по времени, интенсивности работ	Число работ – не более 1350	+	+	+	+	–	
2.	М-20	Выдача справок о ресурсах, ФТИНТ АН УССР, г.Харьков	Матрица размерностью: (число работ)х(число видов ресурсов). Результаты расчета графика по времени	(Число работ) + (число ресурсов) + (число работ в заданном интервале) + (число ненулевых элементов матрицы) ≤ 11640	+	+	+	+	+	
3.	БЭСМ-2М	РМ-1, Гипротис г.Москва	Результаты расчета графика по времени, интенсивности работ	(Число работ)х (число видов ресурсов) ≤ 3400	+	+	+	+	+	
4.	"Минск-22"	РС-ПР, Гипротис, г.Москва	Результаты расчета графика ло времени, интенсивности работ	Число работ в графике-не более 1727, интенсивность – не более 4096	+	+	+	+	–	Работает в блоке с программой РС-СГ-2.
5.	"Минск-22"	РС-3, Гипротис г.Москва	Результаты работы РС-ПР и заданный график поставки материалов	Число поставок – не более 1727. Объем поставки – не более 9999	–	–	–	–	–	Определяет минимально возможное превышение срока достижения конечной цели при заданном графике поставок.

Таблица 3

Программы корректировки сетевого графика с целью сокращения срока достижения конечной цели

ЭВМ	Название программ и организаций	Исходные данные	Ограничения	Результаты	Примечания
М-20	"Сжатие", НИИСП Госстроя УССР, г.Киев	Две оценки продолжительности работы (при нормальной и при максимальной интенсивности), установленный срок	Число работ в графике не более 3520 Наибольший номер события - 2047	Новый критический путь Календарный график на заданный период. Перечень работ, рекомендованных к сокращению	Критерии предпочтительности работ не используются
"Минск-22"	"Стоимость", Гипротис, г.Москва	Две оценки продолжительности работы и соответствующие им значения стоимости или величины потребляемого ресурса, установленный срок	Число работ в графике не более 512	Новые продолжительности работ с указанием их стоимости (величины потребляемого ресурса) при условии достижения конечной цели в установленный срок с минимальным уплотнением	Зависимость между продолжительностью и стоимостью работы принимается линейной или гиперболической. Значение новой продолжительности может быть между нормальной и минимальной
"Минск-22"	"Срок-технология-стоимость", Гипротис, г.Москва	Четыре оценки продолжительности работы и соответствующие значения стоимости	Число работ в графике не более 512	Те же	Выбирается одна из четырех заданных продолжительностей работ
"Минск-22"	"Оптимизация по времени", Гипротис, г.Москва	Продолжительности работ и допустимая величина их сокращения	Число работ в графике не более 1727	Рекомендации по сокращению и результаты нового расчета графика	Работы сокращаются пропорционально продолжительностям работ с учетом допускаемых ограничений

Таблица 4

Программы составления расписания работ при ограниченных ресурсах

ЭВМ	Название программы и организации, её выпустившей	Исходные данные	Ограничения	Результаты	Примечания
М-20	"Калибровка", НИИСП Госстроя УССР, г.Киев	Результаты расчета сетевого графика по каждому объекту, интенсивности работ при нормальной продолжительности, пределы изменения продолжительности, шаг изменения интенсивности работы, возможность перерыва в работе, таблица предпочтительности объектов, ограничения по ресурсам	Наибольшее количество объектов – 30. Наибольшее количество видов ресурсов – 30 Количество ресурсов на одну работу – 1. Количество одновременно рассматриваемых работ – 250 Резерв времени – до 999	Интенсивности всех работ и общая интенсивность для каждого вида ресурсе на каждый день строительства	Для отбора 250 работ, рассматриваемых в данной задаче, программе работает вместе с комплексом программ расчета сетевых графиков
М-20	Программа определения порядка выполнения работ одним или несколькими исполнителями при условии достижения конечной цели в срок, приближенный к минимальному при имеющихся ресурсах, ФТИНТ АН УССР, г.Харьков	Результаты расчета сетевого графика по времени с указанием исполнителей работ	Число возможных исполнителей работы-не более 10. Число работ, выполняемых этими исполнителями,- не более 25	Расписание работ	Исходные данные задаются по работам "бка событий"

"Минск-22"	Расписание работ по жестким правилам приоритета, Гипротис г.Москва	Работы, их продолжительности и интенсивности, ограничения по ресурсам	Наибольшее количество работ в графике – 512 Число видов ресурсов на одну работу и в целом по графику – 3 Максимальная интенсивность – 2047	Расписание работ с указанием интенсивностей и общего срока завершения работ	Работы не должны прерываться и изменять интенсивность
"Минск-22"	Расписание работ методом случайных проб, Гипротис, г.Москва				
"Минск-22"	Расписание работ с учетом опыта, Гипротис, г.Москва				
"Минск-22"	"Сглаживание", Гипротис, г.Москва	Работы, их продолжительности, коэффициенты важности ресурсов	Наибольшее количество работ в графике – 512 Число видов ресурсов на работе и в графике в целом – 4	Расписание работ и справки о потребностях в ресурсах	Не учитываются ограничения в ресурсах. "Сглаживание" производится за счет резервов времени.

ТЕРМИНОЛОГИЯ

Внешние работы	– работы, начало и выполнение которых не зависит от других работ данного графика и которые оказывают влияние на ход разработки по данному графику только своим окончанием.
Группа СПУ	– специально создаваемая на комплексе группа, осуществляющая техническое построение графика и его расчет, а также сбор, обработку и анализ информации в период управления ходом строительства.
Завершающие работы сетевого графика	– работы, выполнением которых достигается поставленная конечная цель.
Завершающее событие сетевого графика	– конечное событие завершающих работ.
Зависимость (фиктивная работа)	– элемент сетевого графика, который вводится для отражения правильной взаимосвязи между работами.
Исходные работы сетевого графика	– работы, у которых в данном сетевом графике предшествующие работы отсутствуют.
Исходное событие сетевого графика	– начальное событие исходных работ.
Критическая зона	– совокупность работ, общие резервы времени которых меньше заданной величины.
Критический путь	– путь наибольшей продолжительности от исходного до завершающего событий сетевого графика.
Начальное и конечное события работы или зависимости	– события, ограничивающие данную работу или зависимость.
Общий резерв времени работы	– максимальное количество времени, на которое можно отдалить окончание данной работы за счет увеличения продолжительности или задержки ее начала, не изменяя срока достижения конечной цели (см. примечание).

Ожидание – технологический или организационный перерыв между работами, необходимый при выбранной схеме производства работ. Процесс, требующий только затрат времени.

Ответственные исполнители – руководители управлений, участков или отделов организаций, участвующих в строительстве комплекса, непосредственно отвечающие за выполнение определенных видов работ по сетевому графику.

Подкритический путь – путь, продолжительность которого меньше продолжительности критического пути на величину, меньшую периода контроля.

Позднее начало работы – самый поздний допустимый срок начала работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется.

Позднее окончание работы – самый поздний допустимый срок окончания работы, при котором планируемый срок достижения конечной цели не меняется.

Поздний срок свершения события – минимальное из поздних начал работ, для которых данное событие является начальным.

Полный путь – путь от исходного до завершающего событий сетевого графика.

Последующие работы – работы, для которых одним из непосредственных условий начала является выполнение данной работы.

Потенциал события – продолжительность наибольшего пути от данного события до завершающего.

Предшествующие работы – работы, выполнение которых является непосредственным условием начала данной работы.

Продолжительность работы – время, необходимое для выполнения данной работы, в рабочих днях или в других единицах времени, одинаковых для всех работ данного сетевого графика.

Путь – любая непрерывная последовательность работ и зависимостей в сетевом графике.

Работа	– процесс, требующий для его выполнения затрат времени и ресурсов.
Раннее начало работы	– самый ранний из возможных сроков начала работы.
Раннее окончание работы	– самый ранний из возможных сроков окончания работы.
Ранний срок свершения события	– максимальное из ранних окончаний предшествующих данному событию работ.
Сетевая модель	– графическое изображение процессов, выполнение которых необходимо для достижения одной или нескольких поставленных целей, с указанием взаимосвязей между этими процессами.
Сетевой график	– график производства работ с установленными расчетом сроками их выполнения, т.е. сетевая модель с рассчитанными параметрами.
Событие	– результат выполнения (факт окончания) одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала последующих работ.
Технологический сетевой график	– график, в котором не учитывается последовательность ведения работ, возникающая из условия ограниченности ресурсов.
Частный резерв времени работ	– максимальное количество времени, на которое можно отдалить окончание этой работы за счет увеличения продолжительности или задержки ее начала, не изменяя при этом срока раннего начала последующих работ.

Примечание: Названия резервов "общий" и "частный" взяты из практики применения СПУ многочисленными строительными организациями. В "Основных положениях по разработке и применению систем сетевого планирования и управления" Государственного Комитета Совета Министров СССР по науке и технике для этих параметров применены соответственно названия: "полный" и "свободный" резервы.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие положения 3

Сетевой график и его элементы 4

Основные правила построения сетевого графика . 7

Определение основных расчетных параметров сетевого графика 13

Организация внедрения сетевого планирования и управления (СПУ) на строительстве отдельных объектов и комплексов 16

Порядок и этапы разработки сетевого графика 17

Управление ходом строительства на основе сетевого графика 19

Приложение 1. Методы расчета сетевых графиков вручную 21

Приложение 2. Построение сетевых графиков в масштабе времени 32

Приложение 3. Привязка сетевого графика к календарю 36

Приложение 4. Построение сетевого графика "без событий" 38

Приложение 5. Формы документов СПУ 41

Приложение 6. Использование ЭВМ для расчета, анализа и корректировки сетевых графиков 44

Приложение 7. Программы расчета сетевых графиков на ЭВМ 44–45

Приложение 8. Терминология 48

*

Редактор М.Б. Скотникова
Корректор Л.Т. Корецкая

Л-74718 от 26/II-69г. Зак.69 Тир.10000 Цена 50 коп.
Формат 60x90/16 Объем 5 печ.л.

Печатно-множительная лаборатория института Гипьотис
Москва В-465, Новые Черемушки, квартал 28, корпус 3

gost.e-ecolog.ru