

Федеральное агентство по образованию
Российской Федерации
ГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт

Основные понятия о системе и сетевом планировании

Методические указания

Новомосковск
2009

Федеральное агентство по образованию
Российской Федерации
ГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева»

Новомосковский институт

Основные понятия о системе и сетевом планировании

Методические указания

Новомосковск
2009

УДК 658.516
ББК 30ц
О 752

Рецензент:

Заместитель начальника отдела системы менеджмента качества ОАО НАК «Азот»
Ядыкина Т.Г., г. Новомосковск

Составитель: Филимонов В.Н.

Основные понятия о системе и сетевом планировании / Методические указания / ГОУ ВПО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», Новомосковский институт; Новомосковск, 2009. – 34 с.

Методические указания составлены в соответствии с требованиями дисциплин обще-профессионального блока ГОС специальности 200503 «Стандартизация и сертификация». В методических указаниях приведены теоретические понятия о системе и сетевом планировании, примеры расчета сетевых графиков и многовариантные схемы для индивидуального домашнего задания.

Методические указания предназначены для студентов ВУЗов специальности 200503 «Стандартизация и сертификация» в качестве руководства при самостоятельном изучении раздела «Сетевое планирование» дисциплины «Стандартизация».

УДК658.516
ББК30ц

Содержание

1 Понятия о системе и сетевом планировании.....	4
2 Расчет параметров сетевого графика.....	8
3 Индивидуальное задание «Расчет параметров сетевого графика»...	12
4 Образец титульного листа.....	34

1 Понятия о системе в сетевом планировании

В научной и практической деятельности часто сталкиваются с такими терминами, как система, системный подход. Появление таких терминов не является случайным. Если ранее считалось, что научные исследования в основном должны быть направлены на детальное изучение различных свойств объекта исследования, то на современном этапе появилось стремление изучать объект в целом, т.е. найти общие закономерности, которые объединяют в нем различные свойства. Другой не менее важной предпосылкой развития системы исследований является создание новых и укрупнение существующих производственных комплексов. К ним относятся автоматизированные поточные линии, производственные объединения, комплексные системы управления.

При создании таких комплексов необходимо не только выявить всю совокупность технических, социальных и экономических процессов, но и найти связи между ними. Только в этом случае мы получаем возможность эффективно управлять этими процессами и всем комплексом в целом.

Рассмотрим основные определения, применяемые при описании систем.

Система – упорядоченное множество элементов, связанных определенными соотношениями для осуществления общей функции. Примером системы является: автомобиль, предприятие, ГСС.

Под **элементами** системы понимают часть системы, которая не подлежит дальнейшему расчленению и осуществляет определенные для нее функции. Так, элементами системы «автомобиль», если мы рассматриваем его как множество агрегатов, являются: двигатель, коробка передач и т.д. Элементами ГСС можно считать государство, республиканскую, отраслевую стандартизацию, стандарт предприятия.

Между элементами системы существуют **связи**. Различают связи первого и второго порядка. Связи первого порядка являются необходимыми для осуществления процессов, протекающих в системе. Связи второго порядка принято называть дополнительными; такие связи улучшают функционирование системы.

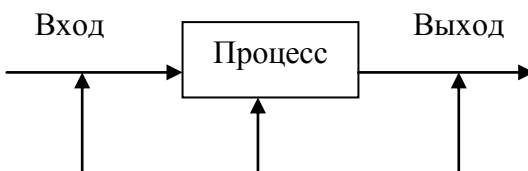
Так система дорожного движения состоит из следующих элементов: дорога, автомобиль, водитель, дорожные знаки. Связи дорога – автомобиль, автомобиль – водитель, водитель – дорога являются связи первого порядка, так как при отсутствии хотя бы одной из них не выполняется функция системы. В то же время связь водитель – дорожные знаки является дополнительной, т.к. она направлена на упорядочение дорожного движения, т.е. на улучшение функционирования этой системы.

Структура системы – это совокупность элементов и связей между ними. Одна и та же система может рассматриваться в разных аспектах и выражаться в разных структурных схемах. Так, если мы хотим изучить взаимодействие различных подразделений, допустим, завода, то структуру его можно представить как совокупность отделов, цехов, служб и связей между ними. В то же время структура этого завода может быть представлена как совокупность различного производственного оборудования, связанного между собой единым технологическим процессом.

Проект системы разрабатывается в следующей последовательности:

1. функциональное описание системы
2. структурное описание системы

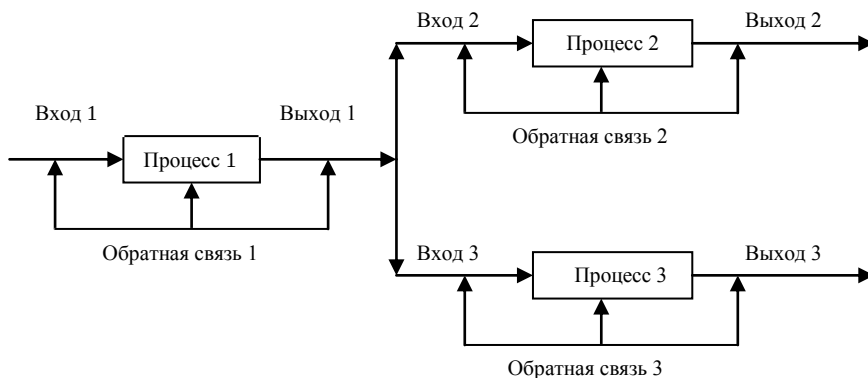
Функциональное описание системы сводится к установлению процессов и связей между ними и проводится по схеме:



Обратная связь

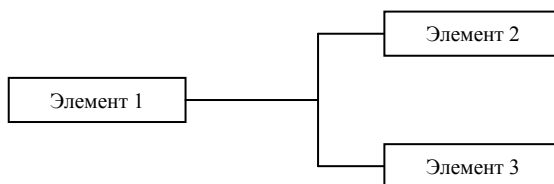
Под входом понимают все то, что обеспечивает процесс информацией, энергией, веществом. Процесс – это преобразование входа в выход. Выход является результатом процесса.

Структурное описание системы сводится к установлению перечня элементов, входящих в систему, на основе ее функционального описания. Для того чтобы лучше усвоить сущность проектирования систем, рассмотрим функциональное описание технологии обработки детали на производственном участке цеха:



На схеме обозначены: вход1 – детали, подлежащие обработке на участке; процесс1 – фрезерование плоскости детали; выход1 – детали, прошедшие операцию фрезерования; обратная связь1 – контроль деталей в процессе и после фрезерования. Обработанные на фрезерном станке детали делятся на 2 группы: группа2 – детали, подлежащие сверлению; группа3 – детали, подлежащие точению. Они являются входами 2 и 3 осуществления указанных процессов (операций).

Структурное описание системы в этом случае графически может быть выполнено, как показано на схеме:



Система считается созданной, ⁵ : включает все процессы, связи и элементы, необходимые для достижения поставленной перед ней цели (задачи).

По признаку происхождения системы делятся на естественные и созданные человеком. Климат, почва, лес являются естественными системами, в то же время города, предприятия, транспорт и т. д. являются системами, созданными человеком. Среди систем, созданных человеком, в настоящее время принято выделять человеко-машинные системы, в рамках которых наиболее целесообразно сочетаются возможности человека и машины.

Одним из проявлений системного подхода при организации работ по стандартизации является **сетевое планирование**, основными элементом которого является **сетевой график** – графическое изображение работ и событий с расчетными параметрами. Работами называются любые процессы, приводящие к достижению определенных результатов.

Понятие «работа» может иметь следующие значения:

действительная работа (процесс), требующая затрат труда, материалов, времени. Например, разработка конструкторской документации, изготовление штампов, механическая обработка детали и т.д.;

ожидание, не требующее затрат труда и материалов, но требующее определенных затрат времени. Например, затвердевание бетона, хранение деталей перед сборкой и т.д.;

фиктивная работа (зависимость) – связь между событиями, не требующая затрат труда, материалов и времени.

Действительные работы (процессы) и ожидания изображаются в сетевом графике сплошными стрелками, а фиктивные работы – пунктирными. Каждая работа в сетевом графике обозначается одной

стрелкой. Чтобы лучше понять смысл фиктивной работы (зависимости), рассмотрим следующий пример:

В процессе испытания опытного образца машины были выявлены некоторые конструктивные недостатки, которые привели к изменению конструкции отдельных деталей. Следовательно, технологи не могут приступить к разработке маршрутной и операционной технологии этих деталей до тех пор, пока не получат от конструкторов измененных чертежей. Если конструкторы и технологи работают в одной организации, то передача чертежей технологам не займет существенного времени и может рассматриваться как фиктивная работа.

Событиями называются результаты произведенных работ, необходимых и достаточных для начала последующих работ. В сетевом графике событие изображается любой геометрической фигурой (круг, треугольник, т.д.), в которой указывается его номер или шифр. Всякая работа в сетевом графике соединяет два события, которые по отношению к ней являются начальным и конечным (предшествующим и последующим событием). Продолжительность выполнения работ выражается обычно в единицах времени (час, сутки, неделя и т.д.) и указывается над стрелкой.

Различают следующие события: **исходные** – начало выполнения работ (не имеет предшествующих работ); **завершающие** – означающее достижение конечной цели (не имеет последующих работ); **промежуточные** – результат одной или несколько непосредственно следующих работ.

Событие определяет состояние, а не процесс, поэтому его продолжительность равна нулю.

Любая последовательность работ в сетевом графике, в которой конечное событие одной работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, называется **путем**. Различают несколько видов путей:

- от исходного события до данного – путь, предшествующий данному событию;
- от данного события до завершающего – путь, следующий за данным событием;
- между двумя событиями (i и j), из которых ни одно не является исходным или завершающим, - путь между событиями i и j ;
- от исходного события до завершающего – полный путь;
- полный путь наибольшей продолжительности – критический путь.

При составлении сетевого графика необходимо придерживаться следующих правил:

1. исходное состояние располагают в левой части графика, а завершающее – в правой, что дает возможность ориентировать стрелки работ в одном направлении (слева направо);

2. все события, кроме завершающего, должны иметь последующую работу или работы. Наличие тупиков в сети указывает на ошибку;
3. в сетевом графике ^{не} должно быть событий, кроме исходного, в которых ^{не} входит не одна работа;
4. все работы, которые могут выполняться независимо друг от друга, должны изображаться в виде наклонных стрелок, выходящих из предшествующего им события;
5. в сетевом графике не должно быть замкнутых контуров, т.е. путей, которые соединяют события с ним же самим, через другие пути и события.

2 Расчет параметров сетевого графика

На рисунке показан укрупненный сетевой график изготовления опытного образца. Перечень событий и работ, приведенных на рисунке, представлен в табл. 1.

Для расчета временных параметров сетевого графика в начале необходимо пронумеровать работы таким образом, чтобы номер последующей работы был больше номера работы, предшествующей данной. Для малых графиков это легко сделать без соблюдения определенных правил. Однако для сети 40-50 работ нумерацию целесообразно проводить, пользуясь определенным методом, который получил название «метод вычеркивания стрелок». Суть его состоит в следующем:

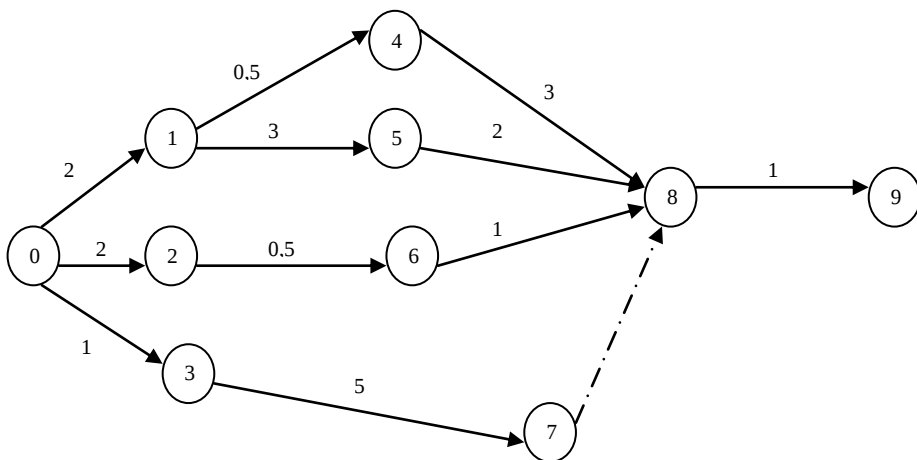


Рисунок. . Сетевой график опытного образца

Обозначение событий	События	Обозначения работ	Работы	Продолжительность работы, месяц
0	Конструкторская документация готова	0 – 1 0 – 2	Разработка технологии Изготовление модельной оснастки	2 2
1	Технология разработана	0 – 3	Заказ покупных изделий	1
2	Модельная оснастка изготовлена			
3	Покупные изделия заказаны	1 – 4 1 – 5	Изготовление заготовок Разработка чертежей технологической оснастки	0,5 3
4	Заготовки изготовлены			
5	Разработка чертежей технологической оснастки закончена	2 – 6 3 – 7	Изготовление отливок Получение покупных изделий	0,5 5
6	Отливки изготовлены	4 – 8	Механическая обработка стальных деталей	3
7	Покупные изделия получены	5 – 8	Изготовление технологической оснастки	2
8	Детали изготовлены и получены	6 – 8	Механическая обработка литых деталей	1
9	Опытный образец собран	7 – 8 8 – 9	Зависимость Сборка опытного образца	0 1

Исходному событию присваивается ранг 0; это означает, что такое событие не имеет входящих в него работ (стрелок). Затем на сетевом графике вычеркивают все стрелки, выходящие из события с рангом 0. В результате одно или несколько событий могут оказаться без входящих стрелок. В нашем случае – это событие 1, 2, 3. Всем им присваивается ранг 1. Для любого из этих событий число стрелок, соединяющих их с событием нулевого ранга, равно единице. После вычеркивания стрелок, выходящих из событий нулевого ранга, получают вновь некоторое количество событий без входящих стрелок (в нашем случае 4, 5, 6, 7). Всем им присваивается ранг 2. Для любого из этих событий число стрелок, соединяющих его с событием нулевого ранга, равно двум. Оставшиеся в сетевом графике события

получают порядковые номера 8 и 9 и рассматриваются как события 3, 4 ранга.

Основным параметром сетевого графика являются:

Критический путь; ранний ⁹ к начала и ранний срок окончания работ; поздний срок начала и поздний срок окончания работ; резервы времени.

Длина любого пути равна сумме продолжительностей составляющих его работ.

Критический путь обозначается $L_{кр}$, а его продолжительность $t_{кр}$. Понятие «критический путь» - одно из главных в сетевом графике, т.к. определяет общую продолжительность работ. Изменения продолжительности любой работы, лежащей на критическом пути, меняет (сокращает или удлиняет) срок наступления завершающего события. Следовательно, главное внимание должно уделяться работам, лежащим на критическом пути.

Подсчитав полные пути сетевого графика, получим следующие результаты:

$$t_1 = 2+0.5+3+1 = 6.5 \text{ месяца, где } L_1 (0-1-4-8-9);$$

$$t_2 = 2+3+2+1 = 8.0 \text{ месяцев, где } L_2 (0-1-5-8-9);$$

$$t_3 = 2+0.5+1+1 = 4.5 \text{ месяца, где } L_3 (0-2-6-8-9);$$

$$t_4 = 1+5+0+1 = 7 \text{ месяцев, где } L_4 (0-3-7-8-9).$$

Следовательно, критическим путем сетевого графика изготовления опытного образца является путь t_2 , который получает обозначение $L_{кр}$, его продолжительность равна:

$$t_{кр} = t_2 = 8 \text{ месяцев.}$$

При руководстве работами, представленными на сетевом графике, следует обращать внимание на пути, близкие по продолжительности к критическому (околокритические), т.к. увеличение объемов (сроков) работ на этих путях может превратить их в критические и, таким образом, изменить срок выполнения работы в целом. В нашем случае это путь L_4 с $t_4 = 7$ месяцев.

Ранний срок начала любой работы сетевого графика $t_{р.н.i}$ равен суммарной продолжительности работ на самом максимальном из предшествующих этой работе путей.

Так, в нашем случае ранний срок начала работы 8-9 определяется через путь L (0-1-5-8); $t_{(р.н.)8-9} = 7$ месяцев, т.к. все предшествующие этой работе пути меньше по продолжительности. Ранние сроки начала работы 5-8, 1-4 соответственно равны $t_{(р.н.)5-8} = 5$ месяцев; $t_{(р.н.)1-4} = 2$ месяца.

Ранний срок окончания любой работы сетевого графика $t_{(р.о.)i}$ равен раннему сроку начала любой работы плюс ее продолжительность:

$$t_{(р.о.)i} = t_{(р.н.)i} + t_i$$

Ранний срок окончания работы 5-8 равен:

$$t_{(р.о.)5-8} = t_{(р.н.)5-8} + t_{5-8} = 5+2 = 7 \text{ месяцев}$$

$$t_{(р.о.)8-9} = t_{(р.н.)8-9} + t_{8-9} = 7+1 = 8 \text{ месяцев}$$

Поздний срок окончания любой работы сетевого графика $t_{(п.о.)i}$ равен разности между продолжительностью критического пути $t_{кр}$ и суммарной продолжительности работ на максимальном из путей, следующих за данной работой к завершающему событию:

$$t_{(п.о.)i} = t_{кр} - \sum t_{max}$$

Так, поздний срок окончания 10 и 1-4 равен:

$$t_{(п.о.)1-4} = t_{кр} - (t_{4-8} + t_{8-9}) = 8 - (3+1) = 4 \text{ месяца,}$$

а для работ 1-5:

$$t_{(п.о.)1-5} = t_{кр} - (t_{5-8} + t_{8-9}) = 8 - (2+1) = 5 \text{ месяцев.}$$

Нетрудно заметить, что поздний срок окончания работы 8-9 равен $t_{кр}$,

т.к. $\sum t_{max} = 0$.

Поздний срок начала работы сетевого графика ($t_{(п.н)i}$) равен разности между поздними сроками окончания этой работы и продолжительностью самой работы:

$$t_{(п.н)i} = t_{(п.о.)i} - t_i ;$$

Так, поздний срок начала работы 1-4 равен:

$$t_{(п.н)i} = t_{(п.о.)1-4} - t_{1-4} = 4 - 0.5 = 3.5 \text{ месяца;}$$

а для работы 1-5:

$$t_{(п.н)1-5} = t_{(п.о.)1-5} - t_{1-5} = 5 - 3 = 2 \text{ месяца.}$$

Резерв времени R любого пути L называется разность между продолжительностью критического и рассматриваемого пути $t(L)$:

$$R = t_{кр} - t(L).$$

Резерв времени любого пути показывает, на сколько может быть увеличена продолжительность всех работ, принадлежащих данному пути, чтобы при этом не изменился общий срок выполнения работы в целом.

Критический путь не обладает резервом времени, и все работы, лежащие на этом пути, также не обладают резервом времени.

Полным резервом времени работы называется предельное время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы, не изменяя продолжительность критического пути. Полный резерв рассчитывается как разность между поздним сроком начала (окончания) работы и ранним сроком ее начала (окончания):

$$R_{ni} = t_{п.н.i} - t_{р.н.i} ;$$

$$R_{ni} = t_{п.о.i} - t_{р.о.i} ;$$

Так, полный резерв времени работы 1-4 составит:

$$R_{(п)1-4} = t_{(п.н.)1-4} - t_{(р.н.)1-4} = 3.5 - 2 = 1.5 \text{ месяца;}$$

Полный резерв времени может быть использован для увеличения длительности как одной работы, так и других работ, которые лежат на пути, проходящем через эту работу. Если проходящий через данную работу путь включает работы, принадлежащие критическому пути, то на эти работы полный резерв времени не рассматривается.

Так, в нашем случае полный резерв времени 1,5 месяца может быть отнесен к работам 1-4 или 4-8 либо распространен между ними.

После расчета параметров сетевого графика в некоторых случаях возникает необходимость в его корректировке (оптимизации). Оптимизация сетевого графика ведется с целью нахождения такого его варианта, при котором суммарные расходы для выполнения всего комплекса работ оказываются минимальным. Для расчета различных вариантов сетевого графика и их сравнения применяют Э 11

Сетевые графики в настоящее время находят широкое применение в работах по стандартизации. Они применяются при разработке, пересмотре и внедрении стандартов, где с их помощью проводят не только увязку отдельных работ, но и устанавливают оптимальные сроки достижения конечного результата.

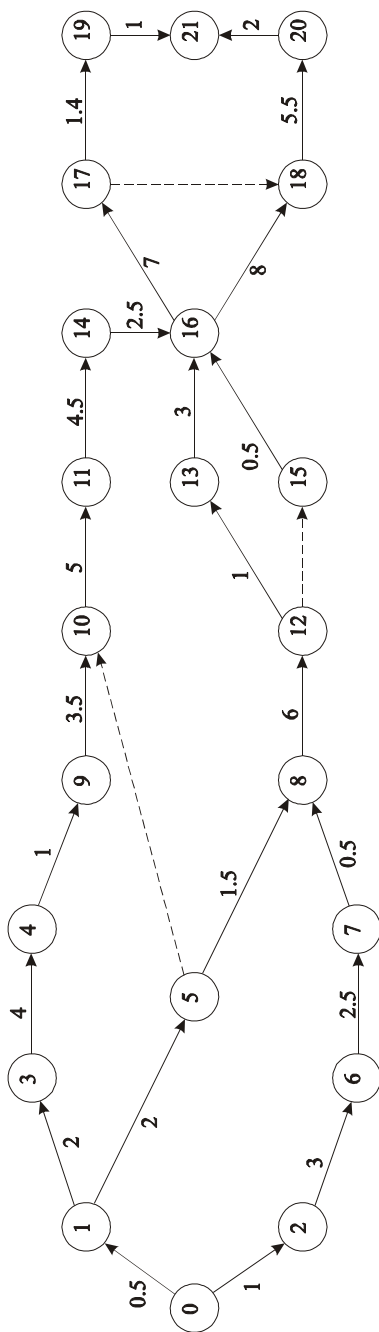
3 Индивидуальное задание «Расчет параметров сетевого графика»

Задание: провести обозначение событий и рассчитать основные параметры сетевых графиков, приведенных ниже. Продолжительность работ в сутках указана над стрелками.

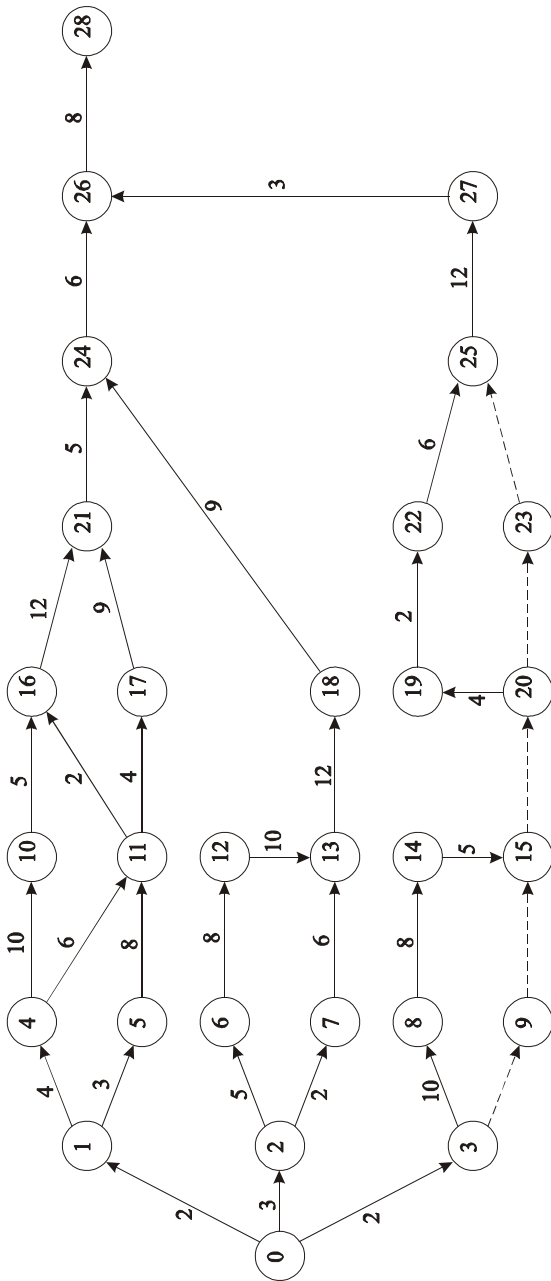
Выполнение индивидуального домашнего задания проводится в следующей последовательности:

- согласно предложенному варианту следует нарисовать сетевой график;
- произвести нумерацию событий методом вычеркивания стрелок;
- найти полные пути сетевого графика и рассчитать их продолжительность;
- определить критический путь и резервы времени полных путей;
- рассчитав параметры сетевого графика ($t_{p.n.i}$; $t_{p.o.i}$; $t_{n.n.i}$; $t_{n.o.i}$; R_{ni}) и оформить таблицу результатов расчета.

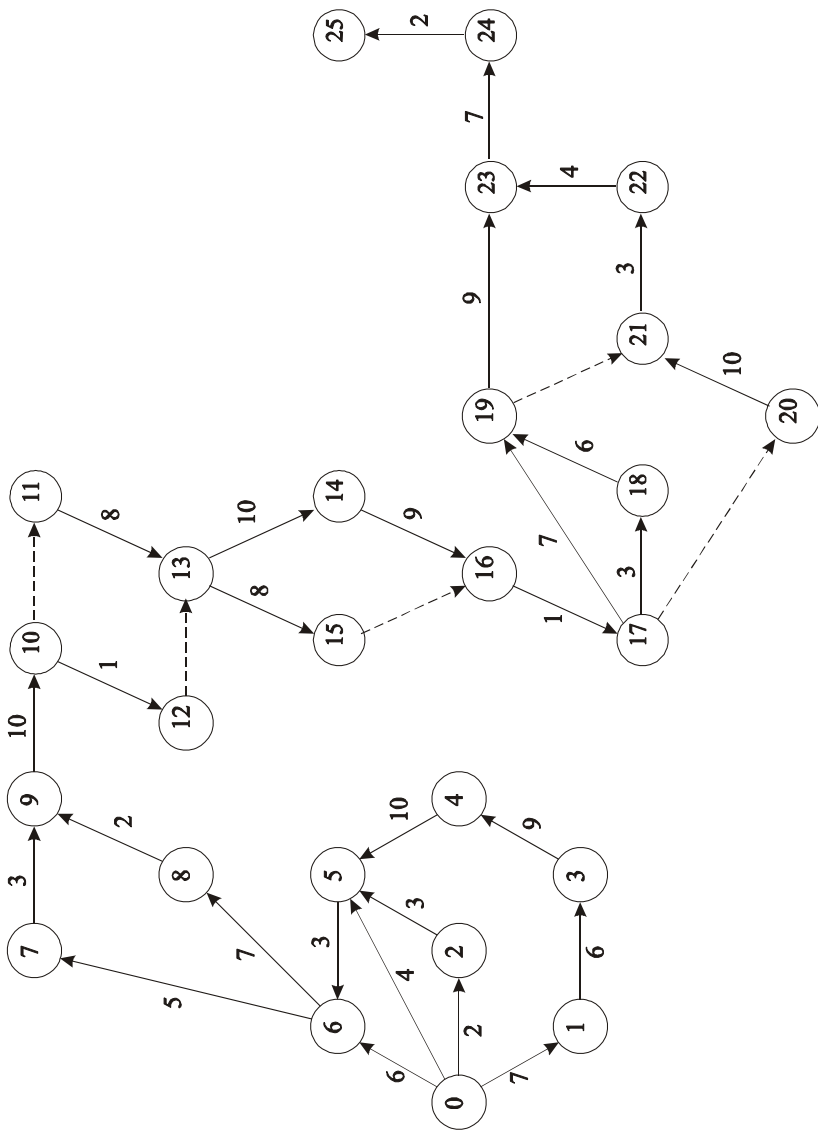
Вариант 1



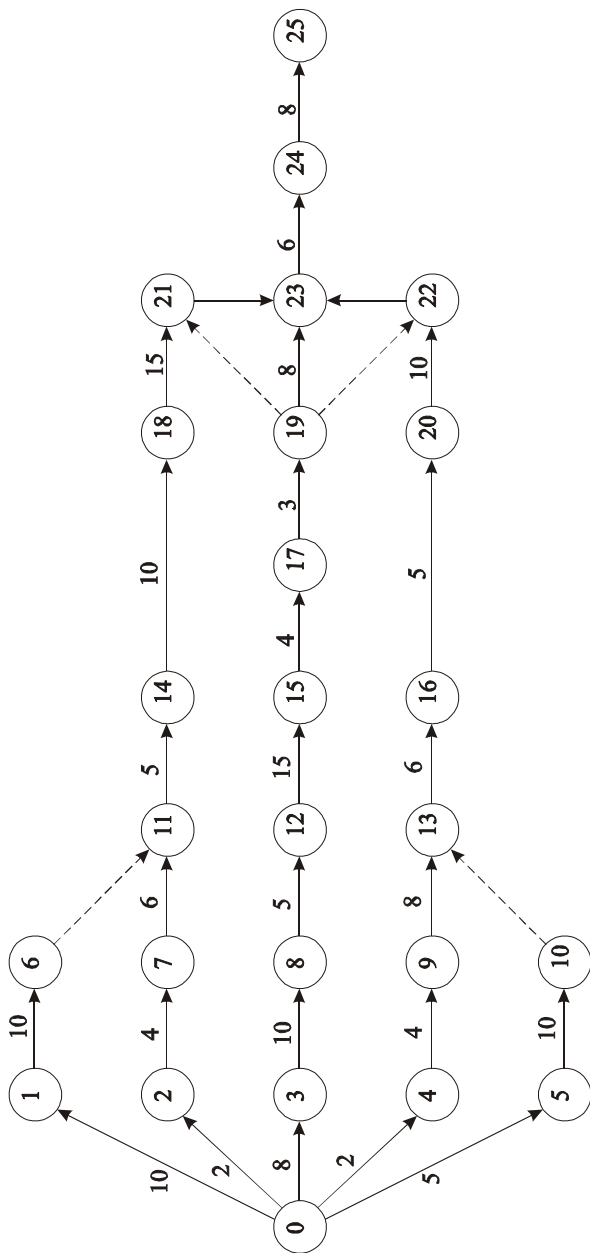
Вариант 2



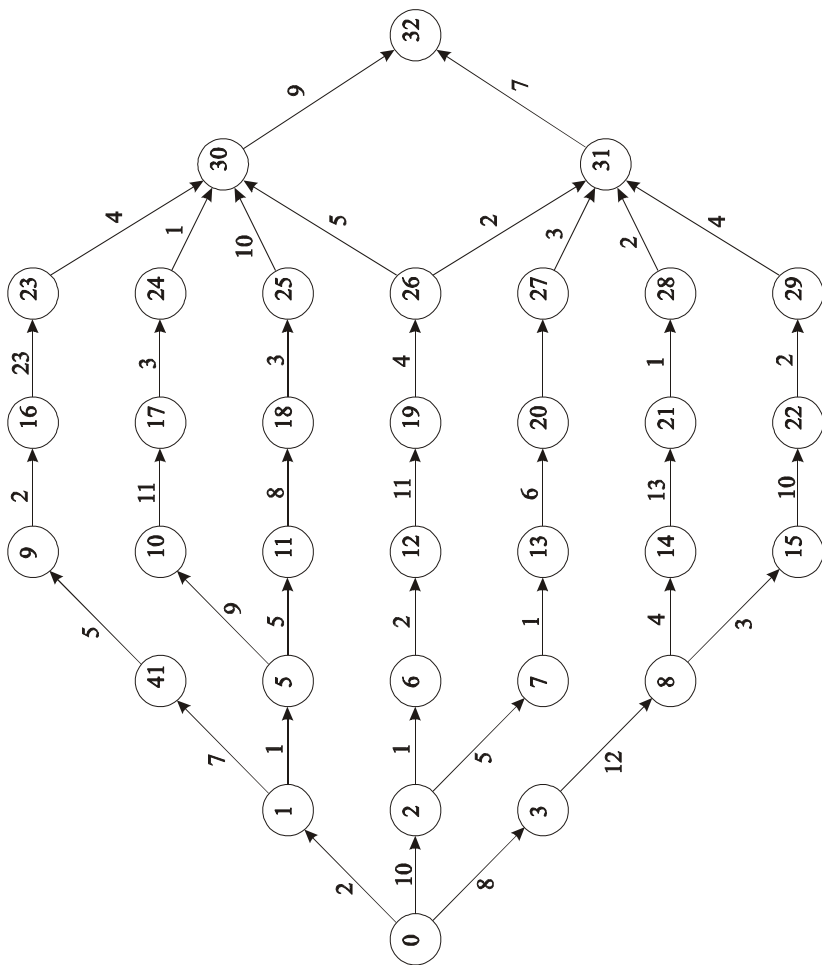
Вариант 3



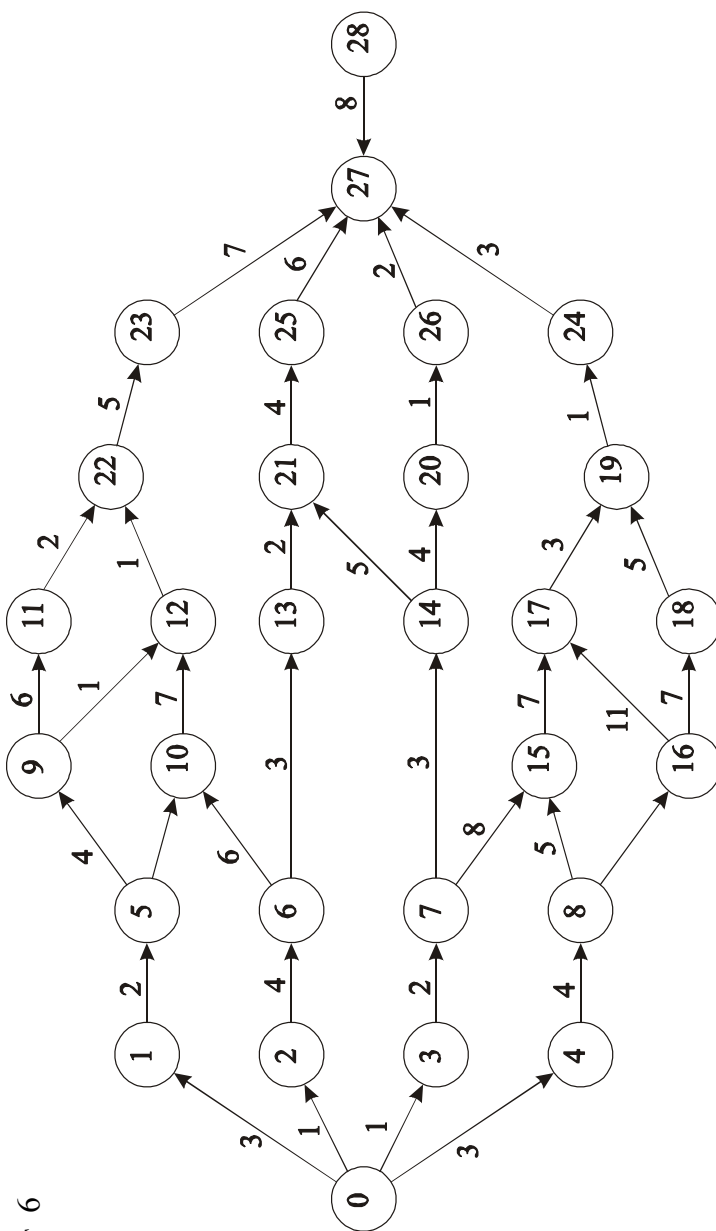
Вариант 4



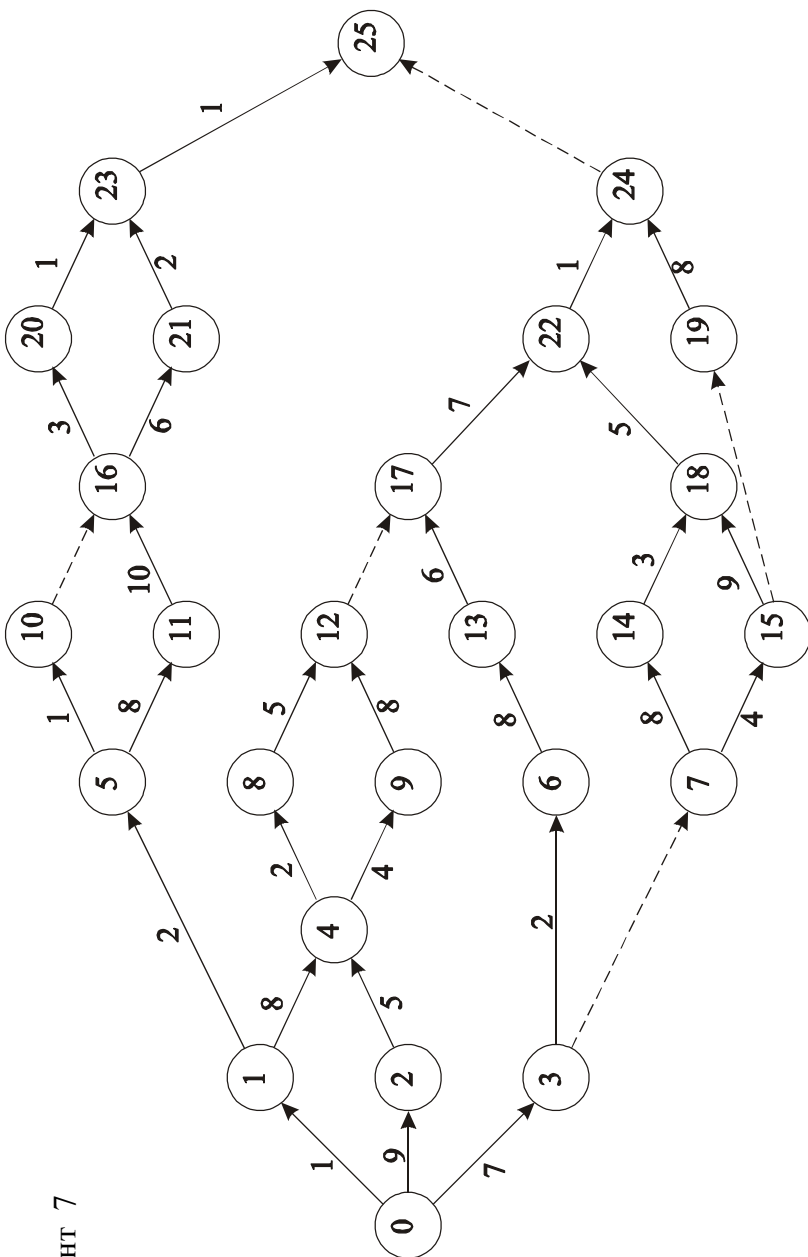
Вариант 5



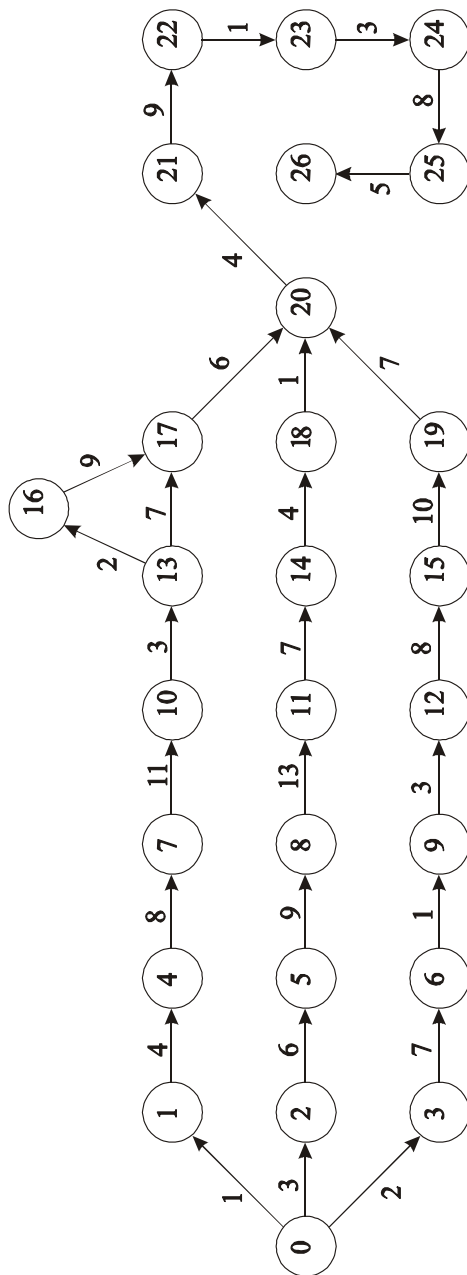
Вариант 6

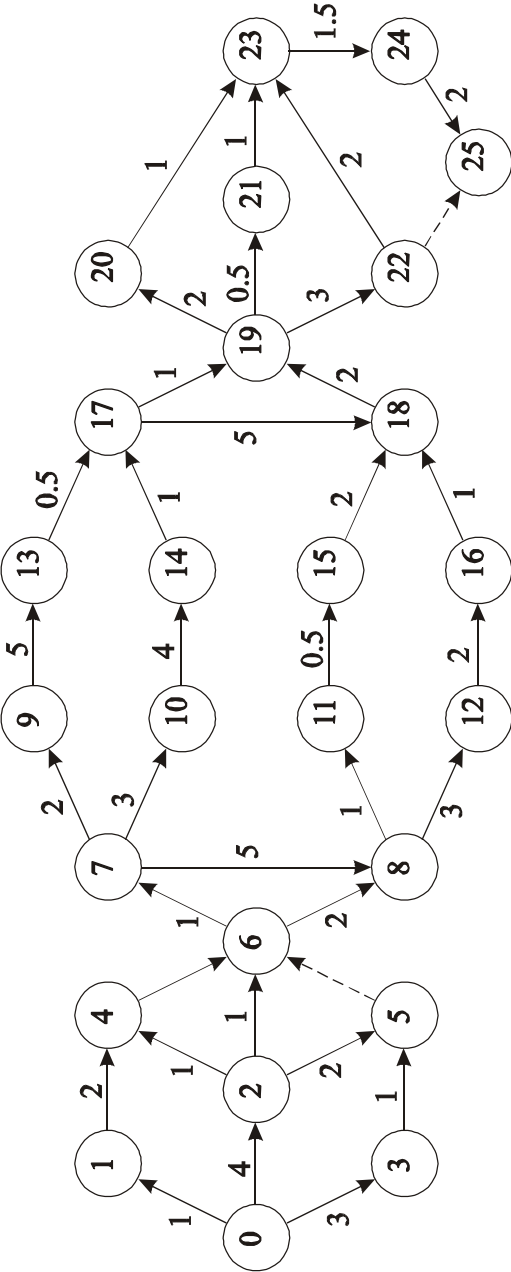


Вариант 7

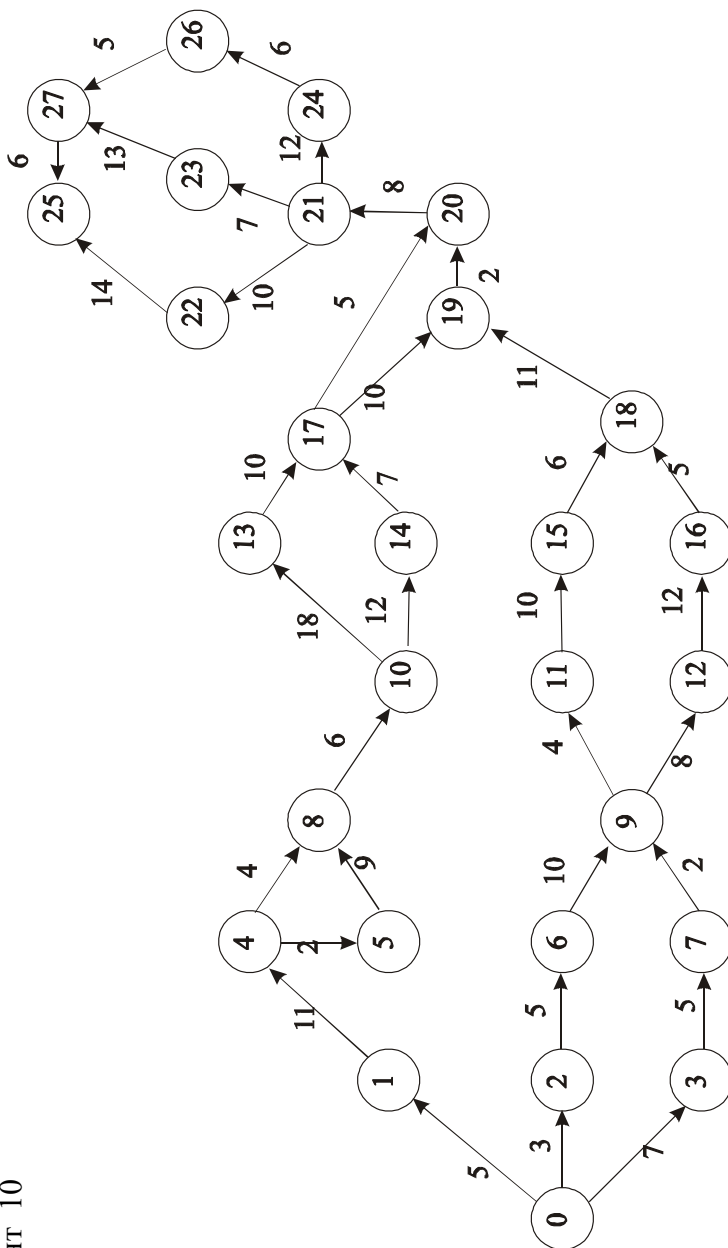


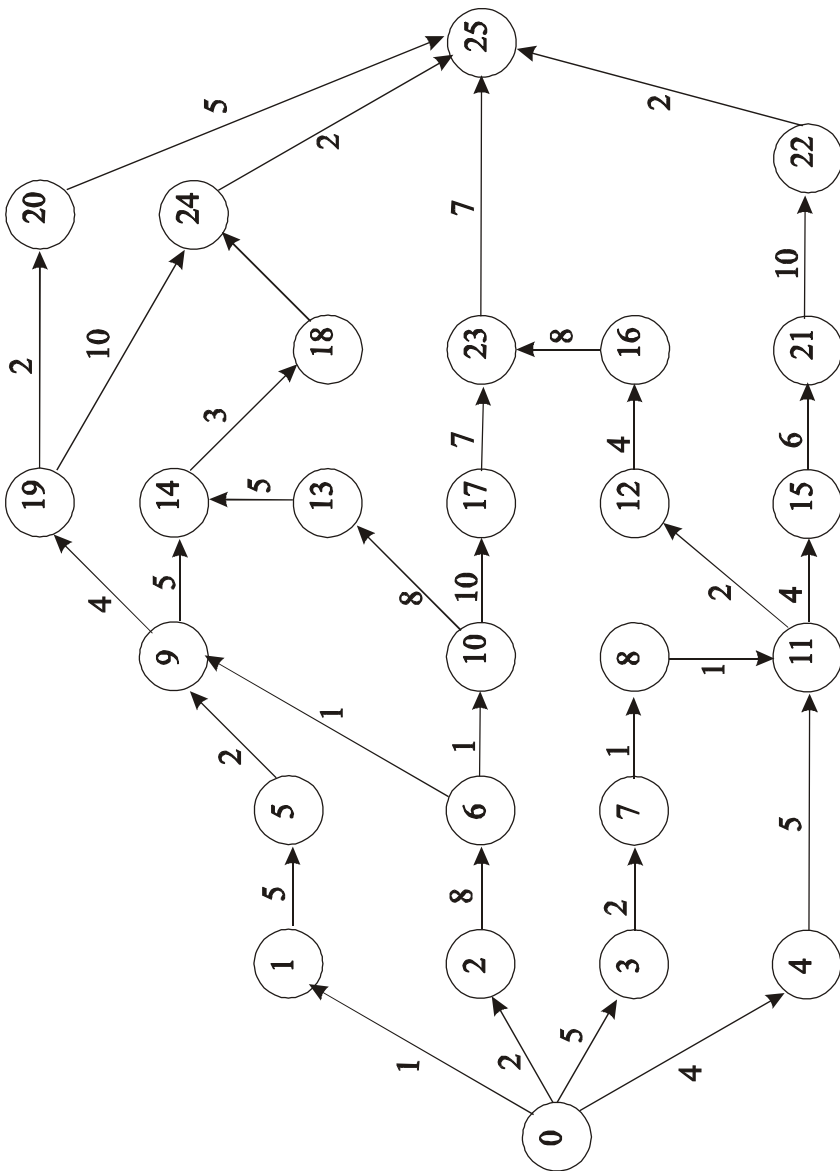
Вариант 8



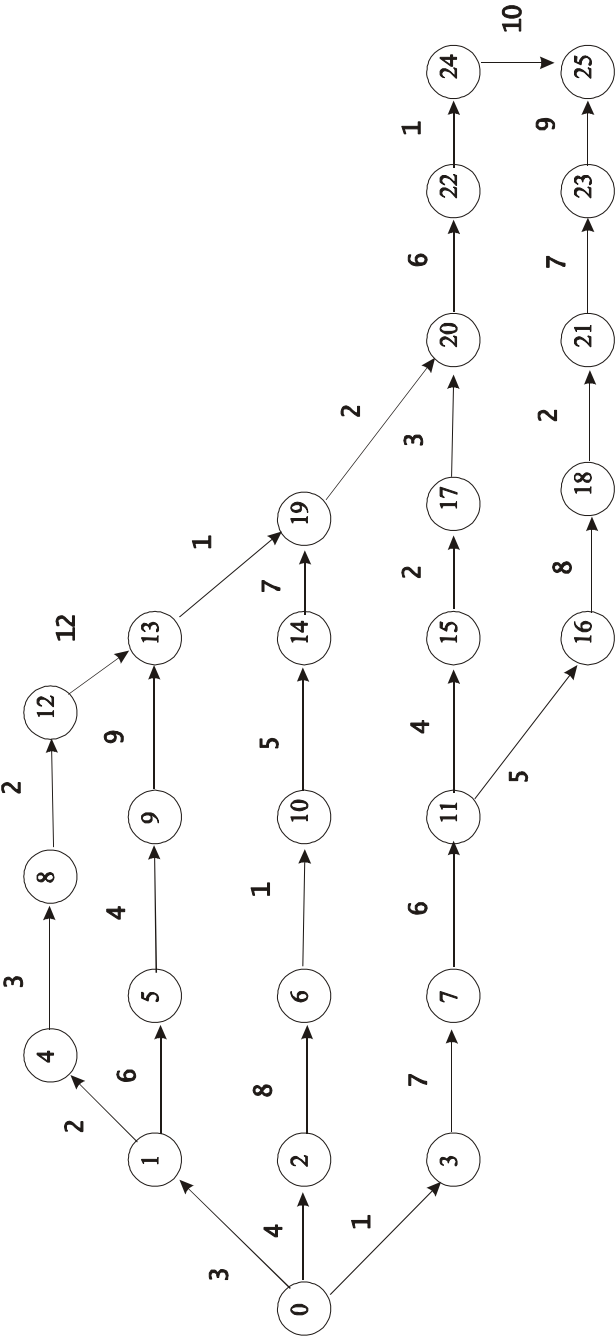


Вариант 10

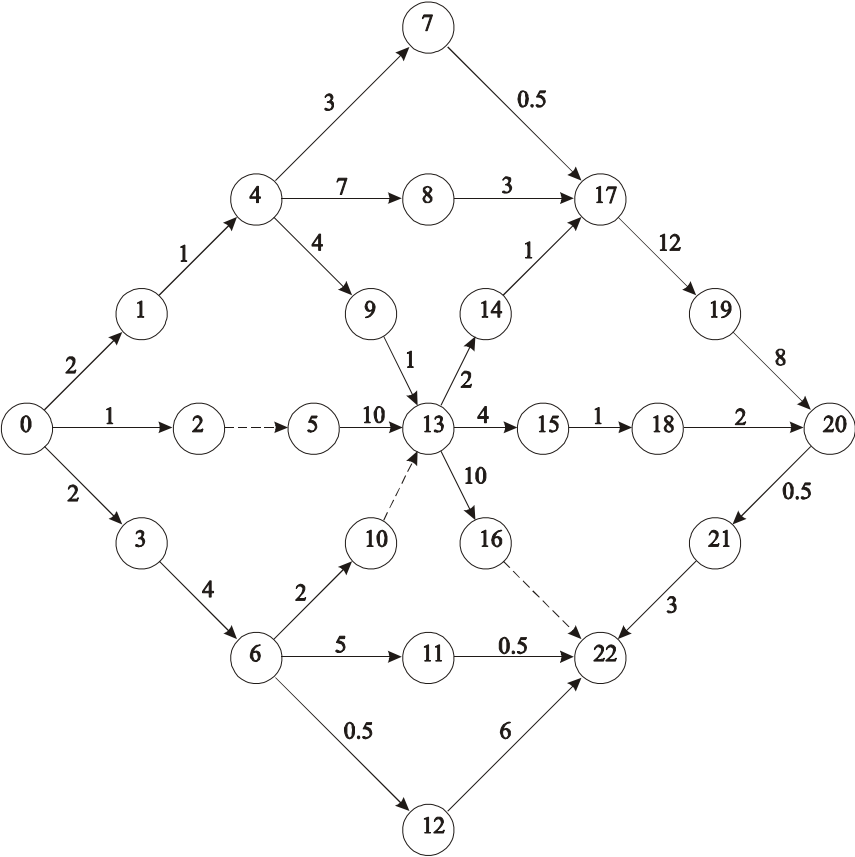




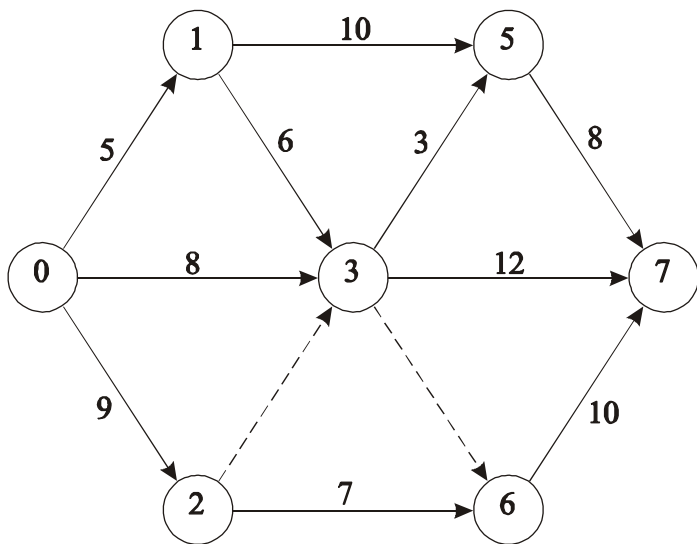
Вариант 12



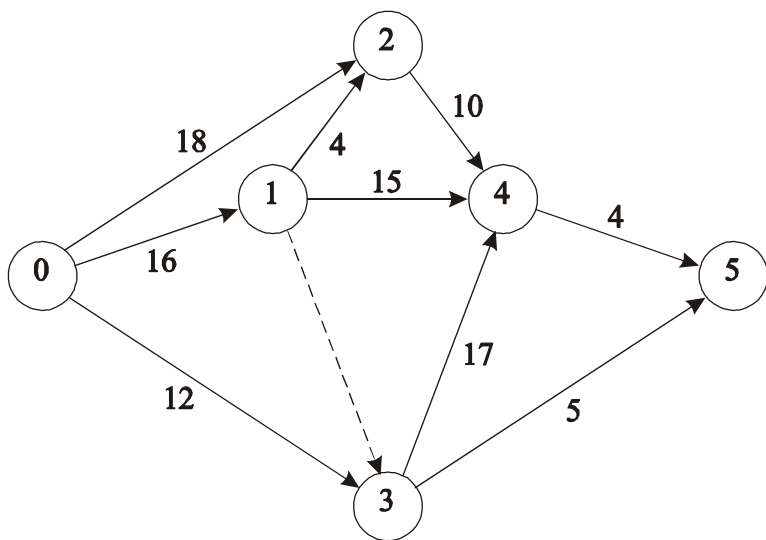
Вариант 13



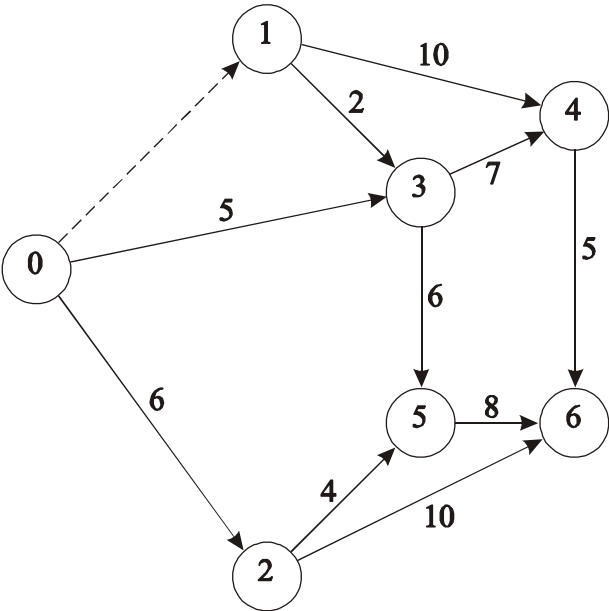
Вариант 14



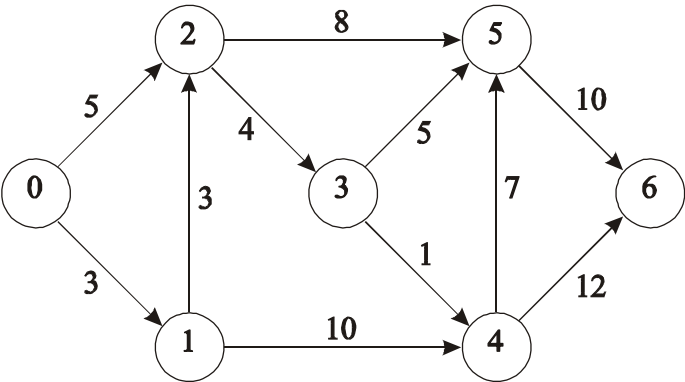
Вариант 15



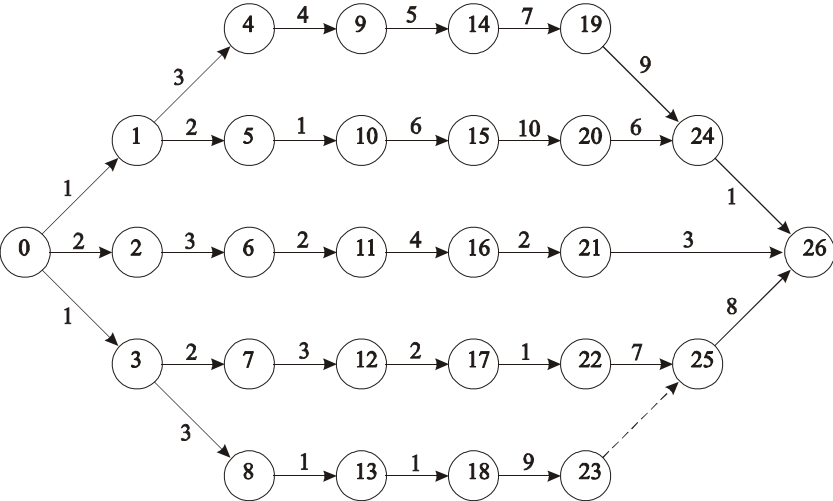
Вариант 16



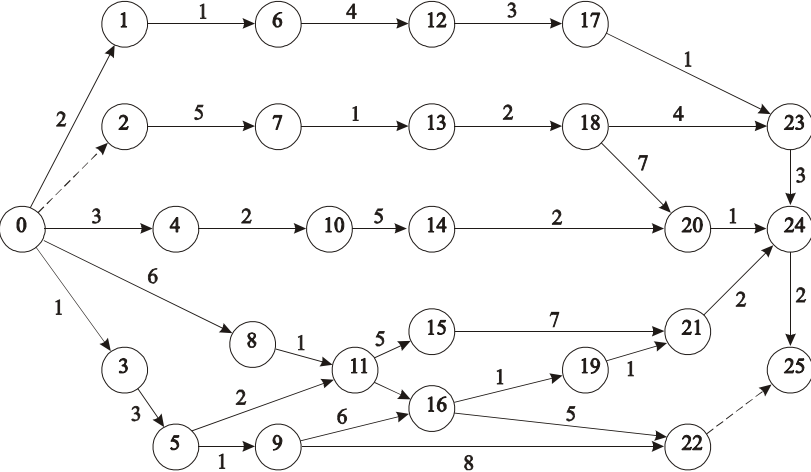
Вариант 17



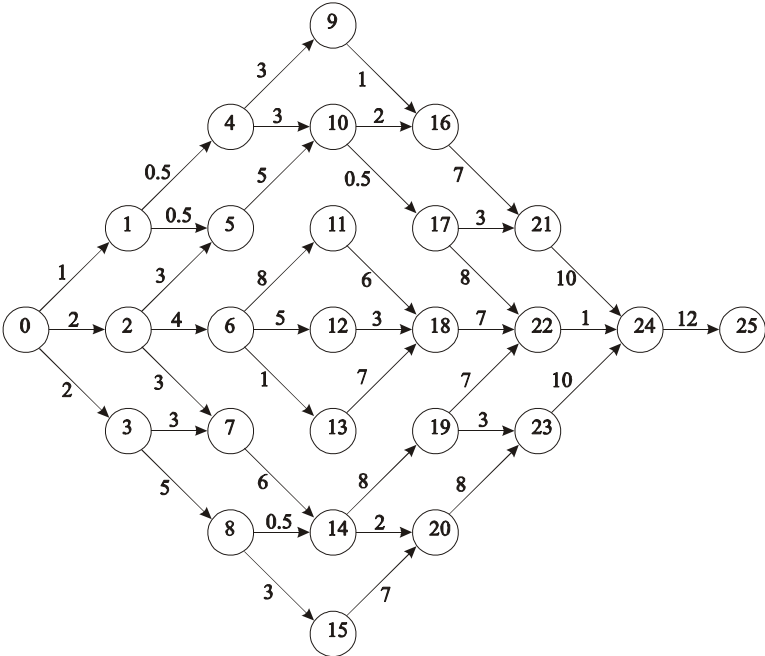
Вариант 18



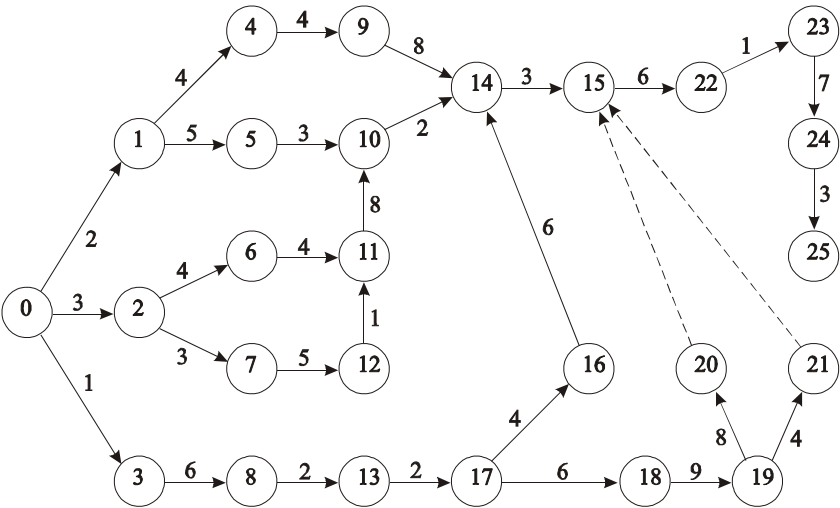
Вариант 19



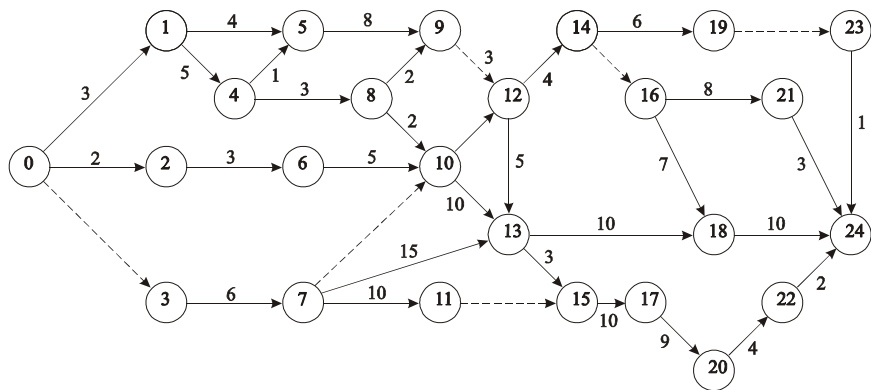
Вариант 20



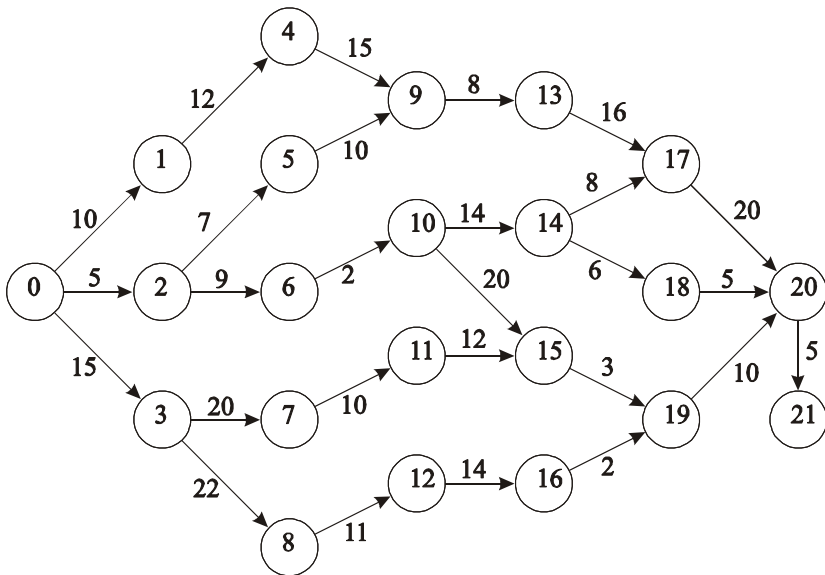
Вариант 21



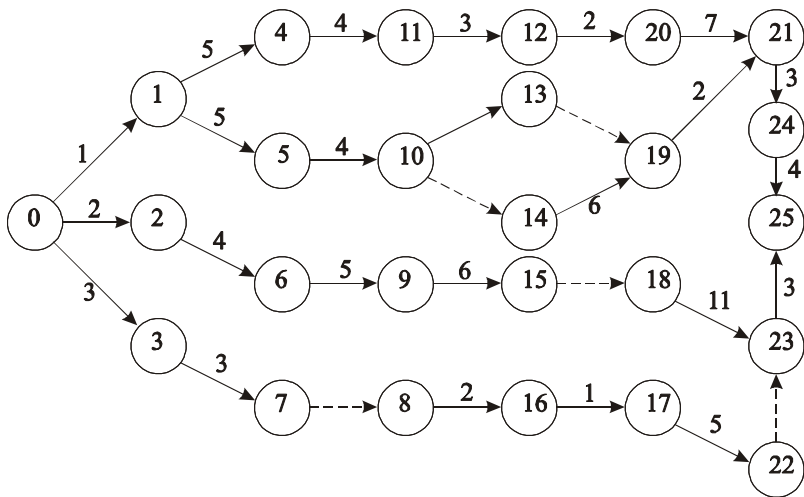
Вариант 22



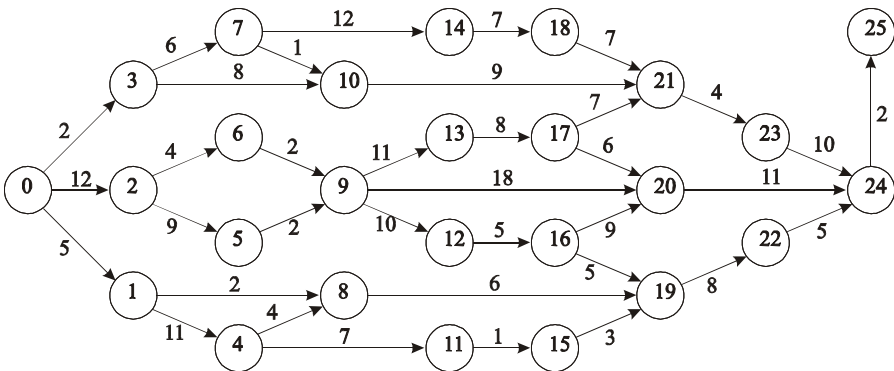
Вариант 23



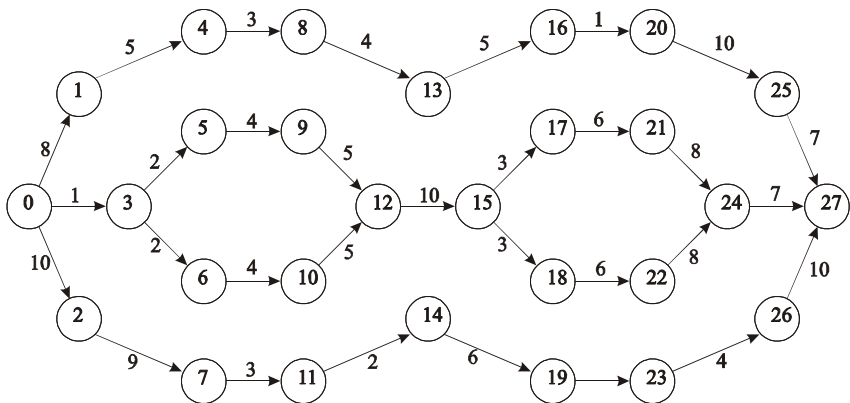
Вариант 24



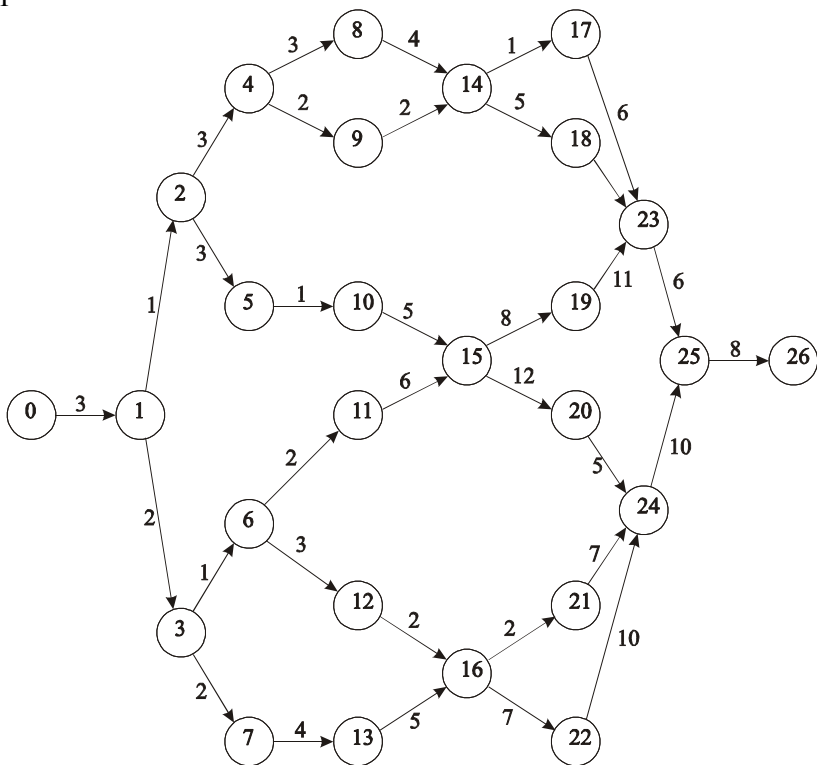
Вариант 25



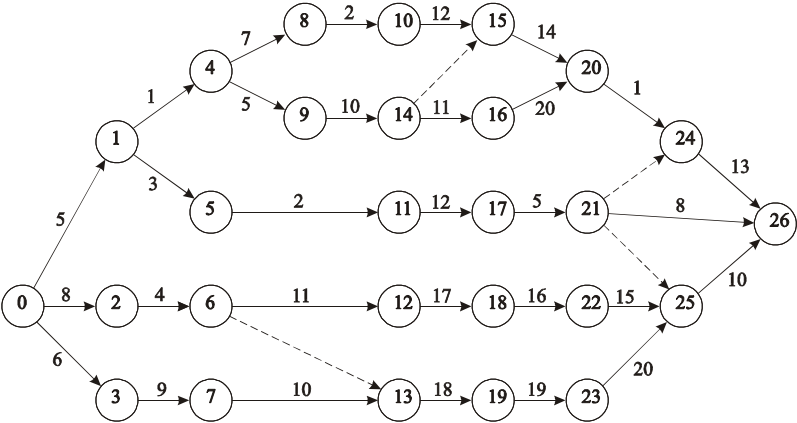
Вариант 26



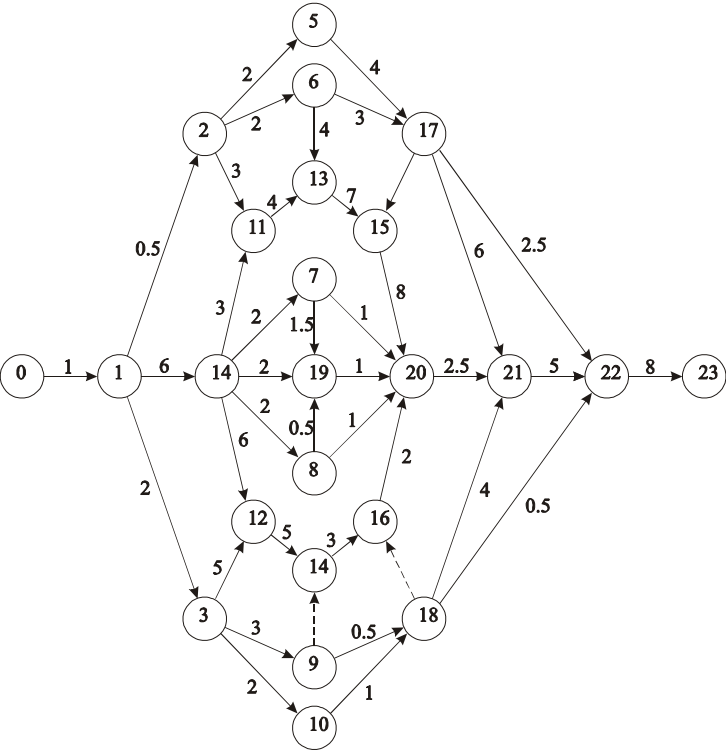
Вариант 27



Вариант 28



Вариант 29



4 Образец титульного листа

Федеральное агентство по образованию Российской Федерации
Российский химико-технологический университет имени Д.И.Менделеева
Новомосковский институт (филиал)

Кафедра «Аналитическая химия,
стандартизация и сертификация»

**Индивидуальное домашнее задание
по теме: «Расчет параметров сетевого графика»**

Вариант №

Студент:

Группа:

Преподаватель:

Новомосковск 20__ г.

Учебное издание

Основные понятия о системе и сетевом планировании

Методические указания

Составитель:
Филимонов Владимир Николаевич

Редактор Туманова Е.М.
Подписано в печать Формат 60*84^{1/16}
Бумага «Снегурочка». Отпечатано на ризографе.
Усл. печ. л. 5,1. Уч. изд. л. 4,3.
Тираж 50 экз. Заказ №

ГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева»
Новомосковский институт. Издательский центр
Адрес университета: 125047, Москва, Миусская пл., 9
Адрес института: 301655 Тульская обл., Новомосковск, ул. Дружбы, 8

