

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
к практическим занятиям
по дисциплине
Основы организации и управления в строительстве
Направление подготовки 08.03.01 – Строительство

ВВЕДЕНИЕ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Построение сетевого графика. Правила построения. Элементы сетевой модели

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Расчет параметров сетевой модели табличным (аналитическим) способом

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в форме дроби

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

Расчет параметров сетевого графика с определением потенциалов событий

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

Построение и расчет сетевых графиков в терминах работ

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7

Построение ритмичных строительных потоков и виде линейного графика и циклограммы

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

Расчет ритмичных строительных потоков в матричной форме

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9

Построение неритмичных строительных потоков в виде линейного графика и циклограммы

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10

Расчет неритмичных строительных потоков в матричной форме

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11

Оптимизация строительного потока

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12

Планирование работы рабочих-строителей

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13 Тарифное нормирование и оплата труда в строительстве

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14

Минимизация суммарного потребления ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15

Минимизация времени выполнения проекта при ограниченных ресурсах

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16

Минимизация стоимости выполнения проекта

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Приложение А

Приложение Б

Приложение В

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Основы организации и управления в строительстве» является одной из специальных дисциплин, изучаемых в строительном университете, при подготовке инженеров для строительной отрасли. Она базируется на знаниях, полученных студентами при изучении таких дисциплин, как архитектуры промышленных и гражданских зданий, строительных материалов, строительных машин, строительных конструкций и др.

При изучении данной дисциплины формируются знания входящие в социально-гуманитарный и естественно научные циклы, навыки эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения, методики выбора рациональных схем производства работ на основании оптимизации строительных потоков, изучаются методики расчета сетевого планирования, а также методики разработки графиков производства работ, в соответствие с компетенциями.

В пособии излагаются теоретические основы и примеры расчета строительных потоков в рамках календарного планирования строительства. Рассматриваются методики расчёта и построения сетевых моделей аналитическим и графическими способами. Приводятся особенности оптимизации сетевых графиков по критерию оптимального распределения трудовых ресурсов для эффективности работы производственного подразделения в рамках разработки мероприятий по ее повышению. Изучаются вопросы тарифного нормирования и фондов оплаты труда, для разработки оперативных планов работы первичных производственных подразделений, чтобы вести анализ затрат и результатов производственной деятельности. Формируются знания организационно-правовых основ управленческой деятельности с целью эффективного руководства работой

людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения и минимизации стоимости выполнения проекта.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1

Построение сетевого графика. Правила построения. Элементы сетевой модели.

Цель: сформировать базовые знания о правилах построения сетевых моделей и приобрести навыки построения сетевых графиков.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы построения сетевых графиков;
- уметь строить сетевые графики для эффективной работы производственного подразделения;
- владеть способностью проводить анализ технической и экономической эффективности работы производственного подразделения и разрабатывать меры по ее повышению;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для анализа технической и экономической эффективности работы производственного подразделения.

Теоретическая часть:

Сетевая модель – это ориентированный граф, отражающий последовательность и организационно-технологические взаимосвязи между работами, выполнение которых требуется для достижения поставленной цели.

Сетевым графиком называется сетевая модель, представленная графически на плоскости с рассчитанными временными и ресурсными параметрами.

Сетевой график отображает последовательность выполнения работ и их взаимосвязи в процессе производства. Составные элементы сетевых графиков, представлены в таблице 1.1:

Таблица 1.1 – Составные элементы сетевых графиков

Элемент сетевого графика	Его обозначение	Определение
<i>Работа</i>		производственный процесс, который необходимо выполнить для получения законченного промежуточного/конечного результата;
<i>События</i>		результат завершения одной или нескольких работ, дающий возможность начать последующие по технологии строительства работы;
<i>Ожидания</i>	(причина) 	это, по сути, работа, но только не требующая затрат ресурсов, но требующая затрат времени;
<i>Зависимости</i>		фиктивные работы, которые не открывают непосредственно возможность выполнения последующих работ, но они должны быть выполнены к их началу;
<i>Путь</i>		непрерывная последовательность работ от исходного до завершающего события сетевого графика.
<i>Критический путь</i>		путь на сетевом графике от исходного события до завершающего, имеющий наибольшую продолжительность по времени.

При построении сетевого графика необходимо руководствоваться следующими правилами:

- все события должны быть пронумерованы, при этом каждое последующее событие должно иметь больший номер, чем событие, ему предшествующее;

- все стрелки-работы, стрелки-ожидания и стрелки-зависимости должны быть направлены в одну сторону развития работ от исходного события к завершающему;
- не допускается повторение номеров событий;
- при обозначении двух и более параллельно выполняемых работ необходимо введение дополнительных событий и зависимостей, т.к. в противном случае разные строительные процессы будут иметь одинаковый шифр (см. рис. 1.1)

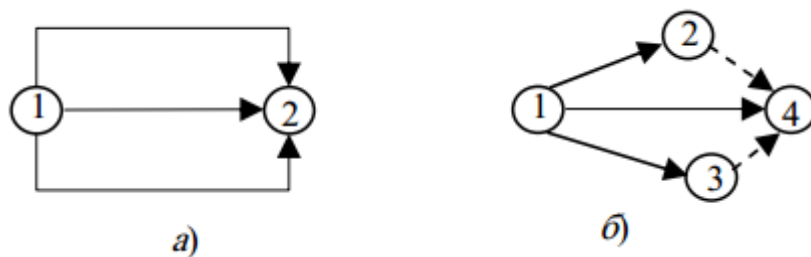


Рисунок 1.1 –Сетевой график с параллельным выполнением работ:

а — неправильно; б — правильно

- все события, кроме завершающего, должны иметь последующие работы. В тех случаях, когда завершение работы не обуславливает начало каких-либо работ, его относят к конечному событию;
- в сетевом графике не должно быть тупиковых работ (рис. 1.2), замкнутых контуров (рис. 1.2), «хвостов» (рис. 1.2) и недопускается наличие пересечений работ (зависимостей).

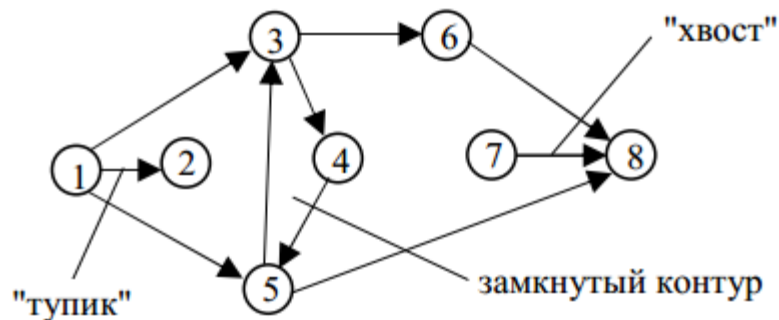


Рисунок 1.2 – Недопустимые изображения на сетевых графиках

Если последующие работы можно начать после выполнения предшествующей работы не полностью, а частично, то она разделится на

соответствующие части со своими событиями их завершения (т.е. расчленяется на несколько работ), и увязка выполнения последующих работ производится с указанными событиями (рис. 1.3).

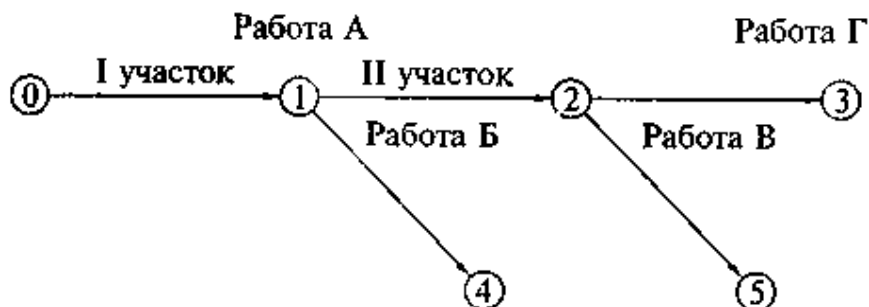


Рисунок 1.3 – Изображение на сетевых графиках разделения работ на части (участки)

Если на объекте организуется поточный процесс производства работ, то на сетевом графике он должен отображаться согласно рис. 1.3 в соответствии с принятой разбивкой фронта работ на захватки.

Сетевой график (рис.1.4) может быть разработан детально на строительные работы по возведению части здания и служить документом оперативного планирования и управления.

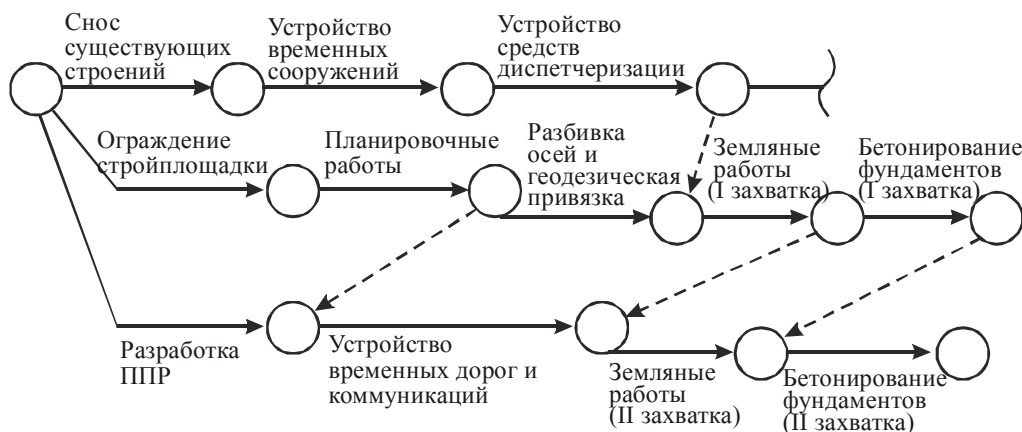


Рисунок 1.4 – Пример составления сетевого графика

Пример:

Разработать топологию сетевого графика. Построить сетевую модель согласно основным принципам избегая ложных технологических зависимостей "замкнутых контуров", "хвостов", "тупиков" и при

необходимости, скорректировать сетевую модель. Пронумеровать события, нанести на модель продолжительность работ. Работы имеющие продолжительность «0» являются фиктивными (зависимостями). Исходные данные представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Продолжительность выполнения работ

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j}
1-2	2
2-4	0
2-7	3
3-4	7
3-6	4
4-5	7
4-7	4
5-6	0
5-8	3
6-8	4
7-8	3
8-9	3
1-3	2
1-4	1

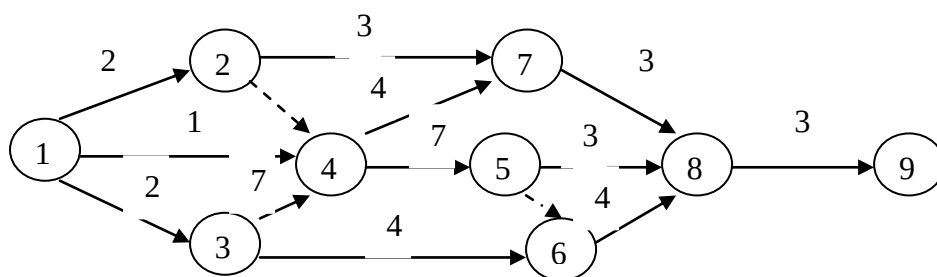


Рисунок 1.5 – Сетевой график

Вопросы и задания:

Разработать топологию сетевого графика. Построить сетевую модель согласно основным принципам избегая ложных технологических зависимостей "замкнутых контуров", "хвостов", "тупиков" и при необходимости, скорректировать сетевую модель. Пронумеровать события, нанести на модель продолжительность работ. Работы имеющие продолжительность «0» являются фиктивными (зависимостями). Исходные

данные для выполнения задания по вариантам приведены в таблице 1.3

Таблица 1.3 – Продолжительность выполнения работ

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	3	4	6	5	2	1	6	5	2	3	3	6	5	3	3
1-3	2	2	3	2	4	5	6	2	4	5	2	2	2	2	2
1-4	1	5	2	4	3	6	4	4	3	1	2	2	1	5	1
2-4	0	1	0	3	2	4	0	0	2	4	0	4	3	0	0
2-7	3	7	5	4	0	6	5	4	3	6	3	5	4	3	3
3-4	0	1	3	0	2	4	3	1	2	0	0	3	2	4	4
3-6	4	6	3	2	5	7	5	2	5	7	3	4	2	4	4
4-5	7	0	3	5	0	2	3	5	2	2	7	3	5	7	7
4-7	4	8	0	2	3	5	1	4	3	5	4	0	2	4	4
5-6	0	2	3	1	4	3	3	1	4	0	3	3	1	4	0
5-8	8	4	5	3	6	0	5	3	6	4	8	5	3	6	8
6-8	4	3	2	0	4	2	4	0	4	2	4	4	0	4	6
7-8	3	0	1	4	2	4	3	2	4	4	3	1	4	3	0
8-9	1	2	3	2	4	5	1	4	4	5	1	3	2	1	1
Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1-2	2	1	6	5	6	5	3	3	4	6	5	2	3	3	3
1-3	3	4	5	6	3	6	4	3	4	2	3	2	6	4	4
1-4	3	6	4	4	2	1	5	1	5	2	4	3	1	2	1
2-4	2	4	0	0	4	3	0	0	1	0	3	2	4	0	0
2-7	0	0	7	2	6	3	2	6	6	6	6	2	4	5	2
3-4	2	4	3	1	3	2	4	0	1	3	0	2	0	0	4
3-6	5	7	5	2	4	2	4	4	6	3	2	5	7	3	4
4-5	0	2	3	5	3	5	7	0	3	5	2	2	2	7	7
4-7	3	5	1	4	0	2	4	4	8	0	2	3	5	4	4
5-6	0	4	4	0	2	4	6	2	0	4	2	2	2	2	2

Продолжение таблицы 1.3

5-8	6	0	5	3	5	3	6	8	4	5	3	6	4	8	8
6-8	4	2	4	0	4	0	4	4	3	2	0	4	2	4	6
7-8	2	4	3	2	1	4	3	3	0	1	4	4	4	3	0
8-9	6	6	2	6	4	4	2	2	6	3	4	2	3	2	2

1. Что такое «сетевое планирование»?
2. Что такое «сетевые модели»?
2. По каким признакам классифицируются сетевые модели?
3. Назовите и охарактеризуйте основные элементы сетевых графиков.
4. Как обозначается на сетевых графиках его элементы?
5. Что такое критический путь, каковы его признаки?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,4,7].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2

Расчет параметров сетевой модели табличным (аналитическим) способом

Цель: сформировать базовые знания по расчёту параметров сетевой модели аналитическим способом и научиться рассчитывать табличным методом.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы расчёта параметров сетевой модели аналитическим способом ;
- уметь рассчитывать параметры сетевой модели аналитическим способом для эффективной работы производственного подразделения;
- владеть способностью проводить анализ технической и экономической эффективности работы производственного подразделения и разрабатывать меры по ее повышению;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для анализа технической и экономической эффективности работы производственного подразделения.

Теоретическая часть:

Основными параметрами сетевых графиков являются:

1. *Продолжительность критического пути $T_{кр}$* — это максимальный по продолжительности путь от исходного до конечного события сетевого графика.

2. *Раннее начало выполнения работы $t_{i-j}^{p.n.}$* — это самый ранний из всех возможных моментов времени начала работы, обусловливаемый выполнением всех предшествующих работ. Раннее начало исходящей работы (работ) равно нулю. Ранние начала всех последующих работ равны максимальному значению из всех возможных ранних окончаний

предшествующих работ, т.е.

$$t_{i-j}^{p.n.} = \max t_{0-i} \quad (2.1)$$

3. *Раннее окончание выполнения работы* $t_{i-j}^{p.o.}$ — это самый ранний из возможных моментов времени окончания работы, начатой в самое раннее начало ее выполнения. Оно равно сумме ее раннего начала и продолжительности выполнения, т.е.

$$t_{i-j}^{p.o.} = t_{i-j}^{p.n.} + t_{i-j} \quad (2.2)$$

Расчет ранних начал и ранних окончаний работ ведут последовательно слева направо от исходного события к завершающему.

4. *Позднее начало выполнения работы* $t_{i-j}^{n.n.}$ — самый поздний момент времени начала работы, при котором продолжительность критического пути не изменится.

5. *Позднее окончание выполнения работы* $t_{i-j}^{n.o.}$ — самый поздний из допустимых моментов времени окончания работы, при котором продолжительность критического пути не изменится. Позднее окончание завершающей работы (работ) равно величине критического пути. Поздние окончания других работ равны минимальному из всех возможных значений позднего начала последующих работ. Позднее и раннее окончания выполнения одной и той же работы между собой связаны зависимостью:

$$t_{i-j}^{n.n.} = t_{i-j}^{n.o.} - t_{i-j} \quad (2.3)$$

Расчет поздних окончаний и поздних начал выполнения работ ведут справа налево от завершающего события сетевого графика к исходному.

6. *Общий резерв времени выполнения работы* R_{i-j} равен максимальному количеству времени, на которое можно перенести начало выполнения данной работы или увеличить ее продолжительность без изменения продолжительности критического пути:

$$R_{i-j} = t_{i-j}^{n.o.} - t_{i-j}^{p.o.} = t_{i-j}^{n.n.} - t_{i-j}^{p.n.} = t_{i-j}^{n.o.} - t_{i-j}^{p.n.} - t_{i-j} \quad (2.4)$$

7. Частный резерв времени выполнения работы r_{i-j} равен максимальному количеству времени, на которое можно перенести начало выполнения данной работы или увеличить ее продолжительность без изменения раннего начала последующих работ:

$$r_{i-j} = t_{i-j}^{p.o.} - t_{i-j}^{p.n.} \quad (2.5)$$

Пример:

Рассчитать параметры сетевого графика в табличной форме. Графическое изображение сетевого графика для расчёта представлен на рис. 2.1. Аналитический способ расчёта представлен в табл. 2.1.

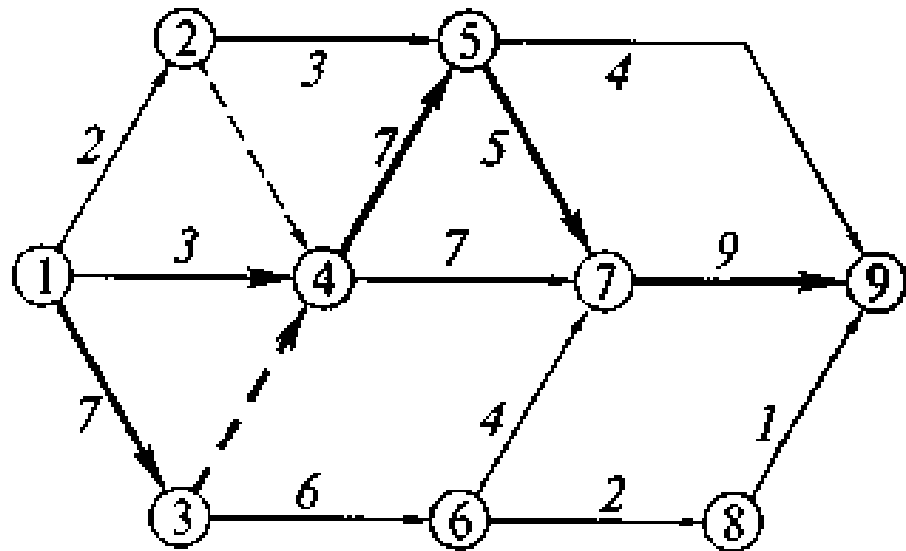


Рисунок 2.1 – Сетевой график производства работ с параметрами, рассчитанными по табл. 2.1: 1—7, 9 — продолжительность работы, $i-j$

На начальном этапе необходимо описать исходную сетевую модель. При этом во вторую графу таблицы заносятся шифры всех работ и зависимостей, начиная с работы, выходящей из первого события. Шифры работ должны быть включены в таблицу последовательно, произвольный порядок включения работ и зависимостей в таблицу недопустим. В третью графу таблицы вносятся продолжительности всех работ и зависимостей. Расчёт сетевого графика начинается с определения значений ранних параметров работ. Ранние начала работ 1—2, 1—3, 1—4 равны нулю, а их ранние окончания соответственно:

$$t_{1-2}^{p.o.} = 0 + t_{1-2} = 0 + 2 = 2;$$

$$t_{1-3}^{p.o.} = 0 + t_{1-3} = 0 + 7 = 7;$$

$$t_{1-4}^{p.o.} = 0 + t_{1-4} = 0 + 3 = 3.$$

Раннее начало работы 2—5 и фиктивной работы 2—4, как видно из графика на рис. 2, будет равно раннему окончанию работы 1—2, т.е. $t_{2-5}^{p.n.} = t_{1-2}^{p.o.} = 2$ и $t_{2-4}^{p.n.} = t_{1-2}^{p.o.} = 2$. Ранние начала работ 3—6, 4—5, 4—7 и ожидание 3—4 соответствуют раннему окончанию работы 1—3, т.е.

$$t_{3-6}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7;$$

$$t_{4-7}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7;$$

$$t_{4-5}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7.$$

Таблица 2.1 – Таблица расчета параметров сетевого графика

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j}	Раннее		Позднее		Резерв времени	
		Начало работ, $t_{i-j}^{p.n.}$	Окончание работ, $t_{i-j}^{p.o.}$	Начало работ, $t_{i-j}^{p.n.}$	Окончание работ, $t_{i-j}^{p.o.}$	Общий, R_{i-j}	Частный, r_{i-j}^j
1-2	2	0	2	5	7	5	0
1-3	7	0	7	0	7	0	0
1-4	3	0	3	4	7	4	4
2-4	0	2	2	7	7	5	5
2-5	3	2	5	11	14	9	9
3-4	0	7	7	7	7	0	0
3-6	6	7	13	9	15	2	0
4-5	7	7	14	7	14	0	0
4-7	7	7	14	12	19	5	5
5-7	5	14	19	14	19	0	0
5-9	4	14	18	24	28	10	10
6-7	4	13	17	15	19	2	2
6-8	2	13	15	25	27	12	0
7-9	9	19	28	19	28	0	0
8-9	1	15	16	27	28	12	12

Ранние окончания работ 3—6, 4—5, 4—7 будут равны соответственно

$$t_{3-6}^{p.o.} = t_{3-6}^{p.n.} + t_{3-6} = 7 + 6 = 13;$$

$$t_{4-7}^{p.o.} = t_{4-7}^{p.n.} + t_{4-7} = 7 + 7 = 14;$$

$$t_{5-7}^{p.o.} = t_{5-7}^{p.n.} + t_{5-7} = 7 + 7 = 14$$

и ожидания 3—4 — $t_{3-4}^{p.o.} = t_{3-4}^{p.n.} + t_{3-4} = 7 + 0 = 7.$

У работ 5—7 и 5—9 ранние начала будут равны позднему окончанию работы 4—5, т.е. $t_{5-7}^{p.n.} = t_{5-9}^{p.n.} = t_{4-5}^{n.o.} = 14$, а у работ 6—7 и 6—8 — позднему окончанию работы 3—6, т. е. $t_{6-7}^{p.n.} = t_{6-8}^{p.n.} = t_{3-6}^{n.o.} = 13$

Ранние окончания у работ 5—7 и 5—9 — соответственно $t_{5-7}^{p.o.} = t_{5-7}^{p.n.} + t_{5-7} = 14 + 5 = 19$; и $t_{5-9}^{p.o.} = t_{5-9}^{p.n.} + t_{5-9} = 14 + 4 = 18$, а у работ 6—7 и 6—8 — соответственно $t_{6-7}^{p.o.} = t_{6-7}^{p.n.} + t_{6-7} = 13 + 4 = 17$ и $t_{6-8}^{p.o.} = t_{6-8}^{p.n.} + t_{6-8} = 13 + 2 = 15$. Ранние начала работ 7—9 и 8—9 будут равны соответственно ранним окончаниям работ 5—7 и 6—8, т.е. $t_{7-9}^{p.n.} = t_{5-7}^{p.o.} = 19$ и $t_{8-9}^{p.n.} = t_{6-8}^{p.o.} = 15$. Ранние окончания работ 7—9 и 8—9, входящих в завершающее событие, соответственно $t_{7-9}^{p.o.} = t_{7-9}^{p.n.} + t_{7-9} = 19 + 9 = 28$ и $t_{8-9}^{p.o.} = t_{8-9}^{p.n.} + t_{8-9} = 15 + 1 = 16$.

Максимальное значение раннего окончания работ 7—9 и 8—9, входящих в завершающее событие, равное 28-му дню, определяет продолжительность критического пути, общую продолжительность выполнения всех работ.

По окончании расчета ранних начал и ранних окончаний выполнения работ рассчитываются в таблице поздние начала и поздние окончания выполнения работ. Эти расчеты выполняются в следующей последовательности.

Полученное максимальное значение раннего окончания завершающих работ переносится в графу позднего окончания этих работ. В графике на рис. 2 это работы 5—9, 7—9 и 8—9. Их поздние и окончания будут равны 28 (см. табл. 1), т. е.

$$t_{5-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.} = 28;$$

$$t_{8-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.} = 28 \text{ и}$$

$$t_{7-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.}.$$

Поздние начала этих работ рассчитывают так:

$$t_{8-9}^{n.H.} = t_{8-9}^{n.O.} - t_{8-9} = 28 - 1 = 27;$$

$$t_{7-9}^{n.H.} = t_{7-9}^{n.O.} - t_{7-9} = 28 - 9 = 19;$$

$$t_{5-9}^{n.H.} = t_{5-9}^{n.O.} - t_{5-9} = 28 - 4 = 24.$$

Позднее начало работы 8—9 будет поздним окончанием предшествующей ей работы 6—8, а позднее начало работы 7—9 — поздними окончаниями работ 6—7, 5—7 и 4—7, т.е.

$$t_{6-8}^{n.O.} = t_{8-9}^{n.H.} = 27;$$

$$t_{6-7}^{n.O.} = t_{7-9}^{n.H.} = 19;$$

$$t_{5-7}^{n.H.} = t_{7-9}^{n.O.} = 19;$$

$$t_{4-7}^{n.H.} = t_{7-9}^{n.O.} = 19.$$

Поздние начала работ 6—8, 6—7, 5—7 и 4—7 — соответственно

$$t_{6-8}^{n.H.} = t_{6-8}^{n.O.} - t_{6-8} = 27 - 2 = 25;$$

$$t_{6-7}^{n.H.} = t_{6-7}^{n.O.} - t_{6-7} = 19 - 4 = 15;$$

$$t_{5-7}^{n.H.} = t_{5-7}^{n.O.} - t_{5-7} = 19 - 5 = 14;$$

$$t_{4-7}^{n.H.} = t_{4-7}^{n.O.} - t_{4-7} = 19 - 7 = 12.$$

Полученные поздние начала работ будут поздними окончаниями предшествующих им работ. Работе 3—6 предшествуют работы 6—7 и 6—8, у которых ранние начала работ равны соответственно 15-му и 25-му дню. По правилам расчета принимается меньшее значение из возможных. В данном случае оно равно 15, т.е. $t_{3-6}^{n.O.} = t_{6-7}^{p.H.} = 15$ потому что $t_{6-7}^{n.H.} < t_{6-8}^{n.H.}$.

Работам 5—7 и 5—9 предшествуют работы 2—5 и 4—5, тогда их поздние окончания выполнения $t_{4-5}^{n.O.} = t_{2-5}^{n.H.} = \begin{Bmatrix} t_{5-9}^{n.H.} \\ t_{5-7}^{n.H.} \end{Bmatrix} = 14$, а поздние начала — соответственно

$$t_{4-5}^{n.H.} = t_{4-5}^{n.O.} - t_{4-5} = 14 - 7 = 7;$$

$$t_{2-5}^{n.H.} = t_{2-5}^{n.O.} - t_{2-5} = 14 - 3 = 11.$$

Ожиданиям (фиктивным работам) 3—4 и 2—4 и работе 1—4 предшествуют работы 4—5 и 4—7, тогда их поздние окончания

$$t_{2-4}^{n.o.} = t_{1-4}^{n.o.} = t_{3-4}^{n.o.} \left\{ \begin{array}{l} t_{4-7}^{n.n.} = 12 \\ t_{4-5}^{n.n.} = 7 \end{array} \right\} = 7 \text{ и соответственно этой величине будут равны и}$$

поздние начала их выполнения, т. е.

$$t_{3-4}^{n.n.} = t_{3-4}^{n.o.} - t_{3-4} = 7 - 0 = 7;$$

$$t_{2-4}^{n.n.} = t_{2-4}^{n.o.} - t_{2-4} = 7 - 0 = 7;$$

$$t_{1-4}^{n.n.} = t_{1-4}^{n.o.} - t_{1-4} = 7 - 3 = 4.$$

Работе 1—3 предшествуют работы 3—4 и 3—6. Тогда позднее окончание выполнения $t_{1-3}^{n.o.} = \left\{ \begin{array}{l} t_{3-4}^{n.n.} = 7 \\ t_{3-6}^{n.n.} = 9 \end{array} \right\} = 7$, а позднее начало выполнения

$$t_{1-3}^{n.n.} = t_{1-3}^{n.o.} - t_{1-3} = 7 - 7 = 0.$$

Работе 1—2 предшествуют работы 2—4 и 2—5. Тогда позднее окончание выполнения $t_{1-2}^{n.o.} = \left\{ \begin{array}{l} t_{2-4}^{n.n.} = 7 \\ t_{2-5}^{n.n.} = 11 \end{array} \right\} = 7$, а позднее начало выполнения

$$t_{1-2}^{n.n.} = t_{1-2}^{n.o.} - t_{1-2} = 7 - 2 = 5.$$

Общие резервы времени выполнения работ определяются по формуле их расчета $R_{i-j} = t_{i-j}^{n.o.} - t_{i-j}^{p.o.}$. Например, для работы 6—8 он равен $27 - 15 = 12$.

Частные резервы времени выполнения работ определяются как разность между величиной раннего начала последующей работы и раннего окончания данной работы. Так, для работы 6—8 он равен $t_{8-9}^{p.n.} - t_{6-8}^{p.o.} = 15 - 15 = 0$, т.е. его нет.

Из табл.2.1 видно, что у работы 1—3, зависимости 3—4, работ 4—5, 5—7, 7—9 общие и частные резервы времени равны нулю. Указанные работы образуют цепочку критического пути.

Вопросы и задания:

Рассчитать параметры сетевого графика в табличной форме по вариантам, представленных в таблице 2.2. Работы имеющие продолжительность «0» являются фиктивными (зависимостями).

Таблица 2.2 – Исходные данные для расчета сетевого графика в табличной форме

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	3	4	6	5	2	1	6	5	2	3	3	6	5	3	3
1-3	2	2	3	2	4	5	6	2	4	5	2	2	2	2	2
1-4	1	5	2	4	3	6	4	4	3	1	2	2	1	5	1
2-4	0	1	0	3	2	4	0	0	2	4	0	4	3	0	0
2-7	3	7	5	4	0	6	5	4	3	6	3	5	4	3	3
3-4	0	1	3	0	2	4	3	1	2	0	0	3	2	4	4
3-6	4	6	3	2	5	7	5	2	5	7	3	4	2	4	4
4-5	7	0	3	5	0	2	3	5	2	2	7	3	5	7	7
4-7	4	8	0	2	3	5	1	4	3	5	4	0	2	4	4
5-6	0	2	3	1	4	3	3	1	4	0	3	3	1	4	0
5-8	8	4	5	3	6	0	5	3	6	4	8	5	3	6	8
6-8	4	3	2	0	4	2	4	0	4	2	4	4	0	4	6
7-8	3	0	1	4	2	4	3	2	4	4	3	1	4	3	0
8-9	1	2	3	2	4	5	1	4	4	5	1	3	2	1	1
Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1-2	2	1	6	5	6	5	3	3	4	6	5	2	3	3	3
1-3	3	4	5	6	3	6	4	3	4	2	3	2	6	4	4
1-4	3	6	4	4	2	1	5	1	5	2	4	3	1	2	1
2-4	2	4	0	0	4	3	0	0	1	0	3	2	4	0	0
2-7	0	0	7	2	6	3	2	6	6	6	6	2	4	5	2
3-4	2	4	3	1	3	2	4	0	1	3	0	2	0	0	4
3-6	5	7	5	2	4	2	4	4	6	3	2	5	7	3	4
4-5	0	2	3	5	3	5	7	7	0	3	5	2	2	7	7
4-7	3	5	1	4	0	2	4	4	8	0	2	3	5	4	4
5-6	0	4	4	0	2	4	6	2	0	4	2	2	2	2	2
5-8	6	0	5	3	5	3	6	8	4	5	3	6	4	8	8
6-8	4	2	4	0	4	0	4	4	3	2	0	4	2	4	6
7-8	2	4	3	2	1	4	3	3	0	1	4	4	4	3	0
8-9	6	6	2	6	4	4	2	2	6	3	4	2	3	2	2

1. Какие параметры определяются при расчете сетевых моделей?
2. Дайте определение термину "время раннего начала работы".
3. Дайте определение термину "время позднего окончания работы".
4. Дайте определение терминам "частный резерв времени", "общий резерв времени", "критический путь".
5. Приведите основные формулы для расчёта сетевых моделей.
6. Каков порядок расчета ранних/поздних параметров работ при применении аналитического способа?
7. Как рассчитать резервы времени работ, используя аналитический метод расчета?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,3,4,7].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3

Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме

Цель: сформировать базовые знания и умения по расчёту параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы расчёта параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме ;
- уметь рассчитывать параметры сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме;
- владеть способностью проводить анализ технической и экономической эффективности работы производственного подразделения и разрабатывать меры по ее повышению;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для анализа технической и экономической эффективности работы производственного подразделения.

Теоретическая часть:

На практике применяются сетевые графики с расчетом временных параметров на сетевых графиках.

При секторной форме отображения параметров сетевых графиков кружки, обозначающие события, следует разделить на четыре сектора, как это показано на рис. 3.1. В верхних секторах кружков проставляются номера событий сетевого графика. В левых секторах проставляются ранние начала входящих в них (предшествующих) работ, а в правых секторах — поздние окончания выходящих из них (последующих) работ. В нижнем секторе проставляется номер события, из которого в данное событие ведет максимальный путь. Иногда нижний сектор не заполняют.

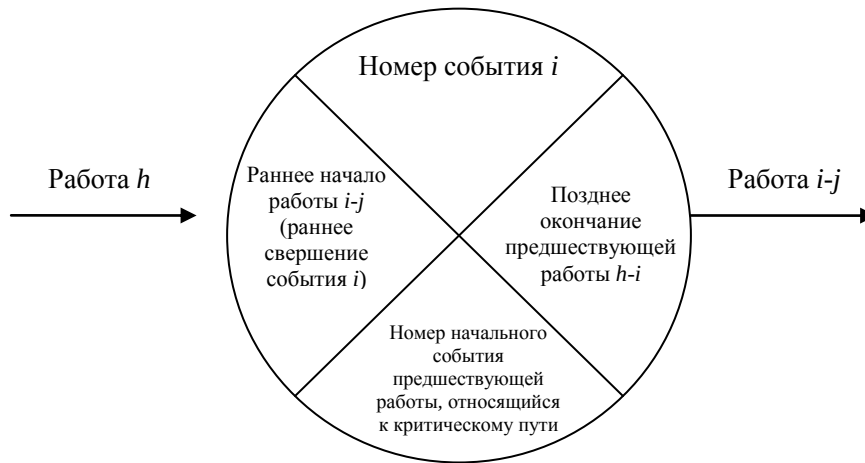


Рисунок 3.1 – Изображение событий при расчете параметров сетевого графика непосредственно на нем (секторная форма)

Сначала на графике рассчитываются ранние начала выполнения работ, т. е. заполняются левые сектора кружков. Расчет ведется от начального события слева направо двигаясь к конечному событию. В левый сектор исходного события записывается «0», так как ранние начала работ, выходящих из этого события, всегда равны нулю. Так как у исходящих из верхнего сектора нет предшествующих работ, в нижнем секторе также записывается «0». Далее последовательно рассчитываются ранние начала всех последующих работ и заполняются левые секторы последующих кружков-событий.

Пример:

На рис. 3.2 приведен расчет сетевого графика в секторной форме. Раннее начало работ, выходящих из события, равно максимальному раннему окончанию работ, входящих в него, т. е. максимальной из возможных сумм раннего начала и продолжительности входящих (предшествующих) в событие работ.

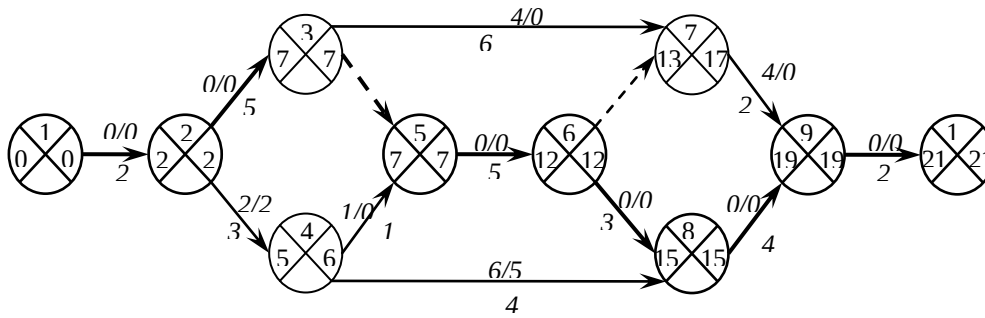


Рисунок 3.2 – Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме

Ранние начала работ 2—3 и 2—4 для сетевого графика будут равны $0 + 2 = 2$. В левом секторе кружка-события 2 записывается значение 2. Далее, раннее начало работы 3—7 и ожидания 3—5 будет равно $2 + 5 = 7$, а работ 4—8 и 4—5 — $2 + 3 = 5$. Эти значения вписываются в левые сектора кружков-событий 3 и 4. Ранним началом работы 5—6 будет максимальное значение из выражений $7 + 0 = 7$ и $3 + 1 = 4$, т.е. 7-й день. Это значение записывается в левый сектор кружка-события 5. Аналогичным образом рассчитываются ранние начала для всех работ, исходящих из последующих кружков-событий. Для кружка-события 6 оно равно $7 + 5 = 12$, для кружка-события 7 берется максимальное из двух значений $7 + 6 = 13$ и $12 + 0 = 12$, т.е. 13-й день. Для кружка-события 8 раннее начало выходящей работы 8—9 принимается равным максимальному значению из величин $12 + 3 = 15$ и $6 + 4 = 10$, т.е. 15-му дню. Для кружка-события 9 раннее начало выходящей из него работы 9—10 будет равно максимальному значению из трех величин $13 + 2 = 15$, $12 + 4 = 16$ и $15 + 4 = 19$, т.е. 19-му дню.

Для последнего кружка-события 10 в левый сектор вписывается значение равное $19 + 2 = 21$ как сумма раннего начала работ, предшествующих завершающей работе 9—10, и ее продолжительности, равной 2.

Раннее наступление события 10 по смыслу и простой логике является также и поздним окончанием всех работ. Поэтому в завершающем событии

значение в левом секторе переносится в правый сектор и начинается расчет поздних окончаний других работ и заполнение правых секторов кружков.

Расчет поздних окончаний работ и заполнение правых секторов кружков-событий ведется последовательно справа налево. Позднее окончание работ, входящих в кружок-событие 9, будет равно $21 - 2 = 19$. Поздние начала работ, исходящих из кружков-событий 7 и 8 будут равны соответственно $19 - 2 = 17$ и $19 - 4 = 15$. Для работ, исходящих из кружка-события 6, раннее начало выбирается как минимальное из значений $17 - 0$, $19 - 4 = 15$ и $15 - 3 = 12$, т. е. 12-й день.

Раннее начало работы, исходящей из кружка-события 5, будет равно $12 - 5 = 7$. Для работ, выходящих из кружка-события 4, раннее их начало принимается минимальным из значений $15 - 4 = 11$ и $7 - 1 = 6$, т. е. 6-й день. Раннее начало работы 3—7 определится как минимальное из величин $17 - 6 = 11$ и $7 - 0 = 7$, т.е. 7-й день.

Раннее начало работ, выходящих из кружка-события 2, будет минимальным из выражений $6 - 3 = 3$ и $7 - 5 = 2$, т. е. 2-й день. Раннее окончание исходящего события должно быть равно нулю, и по расчету оно $2 - 2 = 0$, что свидетельствует об отсутствии ошибок в проведенном расчете. Если при расчете значение величины правого сектора исходящего события не равно нулю, расчеты необходимо повторить вновь.

По рассчитанным значениям параметров в левых и правых секторах определяется критический путь. Он проходит через события, у которых значения параметров в левом и правом секторах одинаковы. У графика на рис. 9, а к событиям, лежащим на критическом пути, относятся кружки-события 1—3, 5, 6, 8—10.

Рассчитанных на графике значений в правых и левых секторах достаточно, чтобы знать ранние и поздние начала и ранние и поздние окончания всех работ. Так, раннее начало работы 7—9 равно значению левого кружка-события 7, т.е. 13-му дню. Если к нему прибавить

продолжительность работы, т. е. $13 + 2 = 15$, то это будет ее ранним окончанием. Позднее окончание этой работы равно значению правого сектора кружка-события 9, т.е. 19-му дню. Если из него вычесть продолжительность работы, то это будет ее самым поздним началом, т.е. $19 - 2 = 17$ или 17-й день. После расчета ранних начал работ, исходящих из событий, и поздних окончаний работ, входящих в события, рассчитывают и наносят на сетевой график общий и частный резервы времени выполнения работ. Они рассчитываются по формулам

$$\begin{aligned} R_{i-j} &= t_{i-j}^{n.o.} - (t_{i-j}^{p.n.} + t_{i-j}); \\ r_{i-j} &= t_{i-j}^{p.n.} - (t_{i-j}^{p.n.} + t_{i-j}) \end{aligned} \quad (3.1)$$

где $t_{i-j}^{p.n.}$ — раннее начало выполнения последующих работ.

Так, для работы 4—8 общий резерв времени ее выполнения $R_{4-8} = 15 - (5 + 4) = 6$ дням, а частный резерв $r_{4-8} = 15 - (6 + 4) = 5$ дням. У работ, лежащих на критическом пути, общий и частный резервы времени их выполнения равны нулю.

Вопросы и задания:

Рассчитать параметры сетевого графика в секторной форме по вариантам, представленными в таблице 3.1. Работы имеющие продолжительность «0» являются фиктивными (зависимостями).

Таблица 3.1 – Исходные данные для построения и расчета сетевого графика в секторной форме

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1-2	3	4	6	5	2	1	6	5	2	3	3	6	5	3	3
1-3	2	2	3	2	4	5	6	2	4	5	2	2	2	2	2
1-4	1	5	2	4	3	6	4	4	3	1	2	2	1	5	1
2-4	0	1	0	3	2	4	0	0	2	4	0	4	3	0	0
2-7	3	7	5	4	0	6	5	4	3	6	3	5	4	3	3
3-4	0	1	3	0	2	4	3	1	2	0	0	3	2	4	4
3-6	4	6	3	2	5	7	5	2	5	7	3	4	2	4	4
4-5	7	0	3	5	0	2	3	5	2	2	7	3	5	7	7
4-7	4	8	0	2	3	5	1	4	3	5	4	0	2	4	4
5-6	0	2	3	1	4	3	3	1	4	0	3	3	1	4	0
5-8	8	4	5	3	6	0	5	3	6	4	8	5	3	6	8
6-8	4	3	2	0	4	2	4	0	4	2	4	4	0	4	6
7-8	3	0	1	4	2	4	3	2	4	4	3	1	4	3	0
8-9	1	2	3	2	4	5	1	4	4	5	1	3	2	1	1

Продолжение таблицы 3.1

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам														
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1-2	2	1	6	5	6	5	3	3	4	6	5	2	3	3	3
1-3	3	4	5	6	3	6	4	3	4	2	3	2	6	4	4
1-4	3	6	4	4	2	1	5	1	5	2	4	3	1	2	1
2-4	2	4	0	0	4	3	0	0	1	0	3	2	4	0	0
2-7	0	0	7	2	6	3	2	6	6	6	6	2	4	5	2
3-4	2	4	3	1	3	2	4	0	1	3	0	2	0	0	4
3-6	5	7	5	2	4	2	4	4	6	3	2	5	7	3	4
4-5	0	2	3	5	3	5	7	7	0	3	5	2	2	7	7
4-7	3	5	1	4	0	2	4	4	8	0	2	3	5	4	4
5-6	0	4	4	0	2	4	6	2	0	4	2	2	2	2	2
5-8	6	0	5	3	5	3	6	8	4	5	3	6	4	8	8
6-8	4	2	4	0	4	0	4	4	3	2	0	4	2	4	6
7-8	2	4	3	2	1	4	3	3	0	1	4	4	4	3	0
8-9	6	6	2	6	4	4	2	2	6	3	4	2	3	2	2

1. Какие параметры сетевой модели указываются на поле графика?
2. Приведите порядок расчёта сетевых моделей секторным способом.
3. Как проверить правильность выполненного расчёта сетевого графика секторным способом?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,3,4,7].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4

Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в форме дроби

Цель: научиться рассчитывать параметры сетевого графика непосредственно на его поле в форме дроби

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы расчёта параметров сетевого графика непосредственно на его поле в форме дроби ;
- уметь рассчитывать параметры сетевого графика непосредственно на его поле в форме дроби;
- владеть способностью проводить анализ технической и экономической эффективности работы производственного подразделения и разрабатывать меры по ее повышению;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для анализа технической и экономической эффективности работы производственного подразделения.

Теоретическая часть

Осуществляется точно так же, как и расчет параметров секторным способом, только результаты записи вместо левого сектора записываются в числитель, а вместо правого – в знаменатель. Таким образом, на графике около каждого события проставляется два значения:

- 1) числитель – раннее начало последующей работы, равное наибольшей из сумм ранних начал и продолжительностей предшествующих работ. Раннее начало исходных работ графика принимают равным нулю. Расчет ведут слева направо;
- 2) знаменатель – позднее окончание предшествующих работ, равное наименьшей из разностей поздних окончаний последующих работ и их продолжительностей. Расчет ведут справа налево.

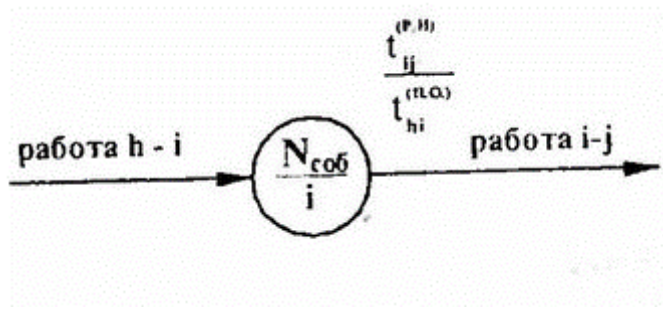


Рисунок 1.4 – Изображение событий для расчета на графике методом дроби

Работы критического пути при методе дроби определяют по событиям, ранние и поздние сроки свершения которых (числа числителя и знаменателя) равны между собой.

Полный резерв времени – это знаменатель у конца стрелки минус числитель у начала стрелки минус продолжительность работы.

Свободный (частный) резерв времени – это числитель у конца стрелки минус числитель у начала стрелки минус продолжительность работы.

Значение резервов времени записывают в отдельной таблице или непосредственно на графике рядом с конечным событием соответствующей работы.

Пример:

Построить сетевой график и рассчитать параметры сетевого графика в форме дроби.

Вариантом расчета параметров сетевого графика непосредственно на нем является отображение ранних и поздних начал работ в виде простой дроби при событиях, в числителе которой записываются ранние начала исходящих из них работ, а в знаменателе — поздние их начала. В процессе расчета сначала определяются последовательно слева направо ранние начала работ. После нахождения всех ранних начал работ в последнем завершающем событии полученное в числителе значение переносят в знаменатель, так как у последнего события есть момент и позднего окончания всех работ. Далее последовательно

справа налево от завершающего события определяют поздние начала работ, которые рассчитываются как минимальные значения $t_{\text{посл.}}^{n.n.} - t_{i-j}$ где $t_{\text{посл.}}^{n.n.}$ — позднее начало последующих работ.

Общие и частные резервы времени выполнения работ при расчете параметров сетевого графика в виде дроби рассчитываются по выражениям:

$$\begin{aligned} R_{i-j} &= t_{\text{посл.}}^{n.n.} - t_{i-j}^{p.n.} - t_{i-j}; \\ r_{i-j} &= t_{\text{посл.}}^{p.n.} - t_{i-j}^{p.n.} - t_{i-j} \end{aligned} \quad (4.1)$$

Расчет сетевого графика с отображением ранних и поздних начал работ в виде дроби при событиях приведен на рис. 4.2.

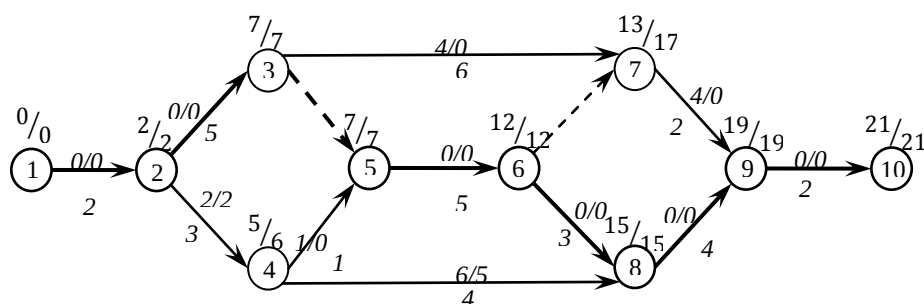


Рисунок 4.2 – Расчет параметров сетевого графика в форме дроби

Вопросы и задания:

Построить сетевой график и рассчитать параметры сетевого графика в форме дроби. При необходимости допускается вводить промежуточные события (дополнительные работы).

Варианты заданий представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные для построения и расчета сетевого графика в форме дроби

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1-2	3	4	6	5	7	8	6	6	4	7	6	5	4	6	6	7	8	8	7	5	6	6	8	4	4	8	6	4	6	7

2-3	10	11	14	12	13	15	15	11	13	11	11	12	10	11	11	14	14	15	15	10	21	12	11	14	13	18	16	17	14	13
2-4	5	4	7	6	8	9	8	8	4	8	6	4	6	7	8	7	8	9	4	9	6	4	6	7	8	7	8	9	4	9
3-5	1	2	3	1	2	3	2	1	2	2	1	2	3	1	2	3	2	1	2	2	3	3	3	3	4	4	3	3	1	1
4-5	2	3	4	3	2	4	4	3	2	2	3	2	2	2	4	3	3	4	2	3	5	2	3	2	4	4	3	4	2	3
3-7	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16
5-6	6	7	4	9	8	7	4	6	8	7	6	7	4	9	8	7	4	6	8	7	5	8	7	7	9	9	4	4	8	8
4-8	17	20	15	16	22	26	22	10	20	22	20	22	18	17	16	20	24	18	24	20	12	22	18	17	16	20	24	18	24	20
6-8	10	13	9	11	12	14	10	11	12	13	10	13	9	11	12	14	10	11	12	13	12	13	9	11	12	14	10	11	12	13
5-6	5	7	9	6	4	10	5	6	4	7	5	7	9	6	4	10	5	6	4	7	5	9	10	10	10	10	4	7	7	7
6-7	3	5	7	8	6	4	7	3	5	6	3	5	7	8	6	4	7	3	5	6	3	3	6	6	8	4	7	8	5	8
7-9	4	3	5	7	8	6	8	7	8	3	3	5	5	5	7	8	8	3	8	8	3	8	5	8	7	8	8	3	8	8
8-9	12	18	20	17	21	19	18	22	24	20	14	15	22	18	24	15	15	20	22	21	18	15	22	18	24	15	15	20	22	21
9-10	6	4	5	7	7	6	5	4	3	7	5	7	9	6	8	10	9	6	8	6	5	7	5	6	5	8	5	6	8	6

1. Какие параметры сетевой модели указываются на поле графика?
2. Приведите порядок расчёта сетевых моделей в форме дроби.
3. Как проверить правильность выполненного расчёта сетевого графика в форме дроби?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,3,5,7].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5

Расчет параметров сетевого графика с определением потенциалов событий

Цель: сформировать базовые знания и умения по расчёту параметров сетевого графика с определением потенциалов событий

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы расчёта параметров сетевого графика с определением потенциалов событий ;
- уметь рассчитывать параметры сетевого графика с определением потенциалов событий;
- владеть способностью проводить анализ технической и экономической эффективности работы производственного подразделения и разрабатывать меры по ее повышению;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для анализа технической и экономической эффективности работы производственного подразделения.

Теоретическая часть:

Расчет сетевых графиков может быть выполнен и с определением потенциалов событий, которые представляют собой наибольшие продолжительности пути от событий до завершающего события. При расчете сетевых графиков с определением потенциалов событий у каждого события и X-образном знаке приводятся параметры согласно их расшифровке, приведенной на рис. 5.1.

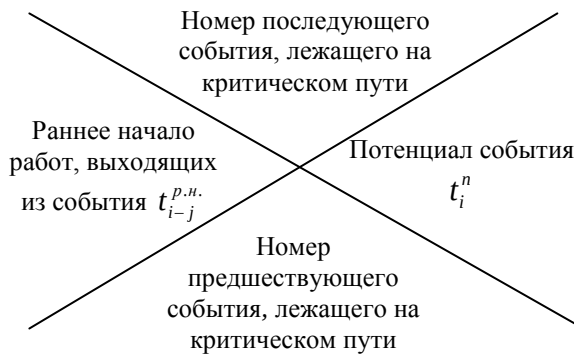


Рисунок 5.1 – Параметры событий при определении их потенциалов

Потенциал завершающего события всегда равен нулю. Чтобы рассчитать потенциалы других событий надо последовательно справа налево двигаясь от конечного события, руководствуясь формулой:

$$t_i^n = \max(t_j^n + t_{i-j}), \quad (5.1)$$

где t_i^n — потенциал предшествующего i -го события; t_j^n — потенциал последующего j -го события.

Ранние начала работ, выходящих из события, в том же плане, как это изложено при рассмотрении расчетов параметров сетевых графиков в секторной форме и в форме дроби. По потенциалу событий и ранних начал работ определяются общий и частный резервы времени их выполнения. Общий резерв времени выполнения конкретной работы $i—j$ определяется как разность продолжительности критического пути $T_{кр}$ и суммы потенциала последующего события t_j^n , продолжительности t_{i-j} , и раннего начала работ $t_{i-j}^{p.н.}$

$$R_{i-j} = T_{кр} - (t_j^n + t_{i-j}^{p.н.} + t_{i-j}). \quad (5.2)$$

Частный резерв времени выполнения конкретной работы $i—j$ определяется как разность раннего начала последующей работы $t_{посл.}^{p.н.}$, раннего начала $t_{i-j}^{p.н.}$ и продолжительности t_{i-j} данной работы:

$$r_{i-j} = t_{\text{посл.}}^{p.H.} - t_{i-j}^{p.H.} - t_{i-j} \quad (5.3)$$

Пример:

Рассчитать параметры сетевого графика и построить сетевой график с определением потенциала событий. Пример сетевого графика с определением потенциалов приведен на рисунке 5.2.

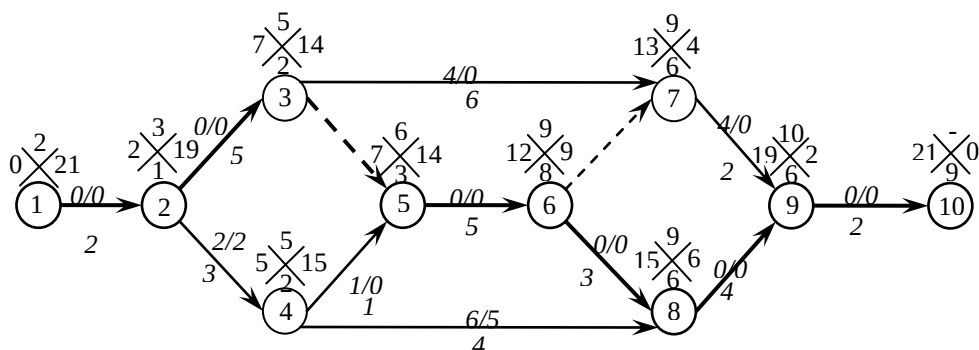


Рисунок 5.2 – Расчет параметров сетевого графика с определением потенциалов

Вопросы и задания:

Рассчитать параметры сетевого графика и построить сетевой график с определением потенциала событий, используя данные из таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Исходные данные по вариантам

Шифр работ, i-j	Продолжительность работ, t_{ij} , по вариантам																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1-2	3	4	6	5	7	8	6	6	4	7	6	5	4	6	6	7	8	8	7	5	6	6	8	4	4	8	6	4	6	7
2-3	10	11	14	12	13	15	15	11	13	11	11	12	10	11	11	14	14	15	15	10	21	12	11	14	13	18	16	17	14	13
2-4	5	4	7	6	8	9	8	8	4	8	6	4	6	7	8	7	8	9	4	9	6	4	6	7	8	7	8	9	4	9
3-5	1	2	3	1	2	3	2	1	2	2	1	2	3	1	2	3	2	1	2	2	3	3	3	3	4	4	3	3	1	1
4-5	2	3	4	3	2	4	4	3	2	2	3	2	2	2	4	3	3	4	2	3	5	2	3	2	4	4	3	4	2	3
3-7	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16
5-6	6	7	4	9	8	7	4	6	8	7	6	7	4	9	8	7	4	6	8	7	5	8	7	7	9	9	4	4	8	8
4-8	17	20	15	16	22	26	22	10	20	22	20	22	18	17	16	20	24	18	24	20	12	22	18	17	16	20	24	18	24	20
6-8	10	13	9	11	12	14	10	11	12	13	10	13	9	11	12	14	10	11	12	13	12	13	9	11	12	14	10	11	12	13
5-6	5	7	9	6	4	10	5	6	4	7	5	7	9	6	4	10	5	6	4	7	5	9	10	10	10	10	4	7	7	7
6-7	3	5	7	8	6	4	7	3	5	6	3	5	7	8	6	4	7	3	5	6	3	3	6	6	8	4	7	8	5	8

Продолжение таблицы 5.1

7-9	4	3	5	7	8	6	8	7	8	3	3	5	5	5	7	8	8	3	8	8	3	8	5	8	7	8	8	3	8	8
8-9	12	18	20	17	21	19	18	22	24	20	14	15	22	18	24	15	15	20	22	21	18	15	22	18	24	15	15	20	22	21
9-10	6	4	5	7	7	6	5	4	3	7	5	7	9	6	8	10	9	6	8	6	5	7	5	6	5	8	5	6	8	6

1. Что такое потенциал события?
2. Приведите порядок расчёта сетевых моделей с определением потенциалов событий.
3. Приведите формулу расчета частного резерва времени выполнения конкретной работы.
4. Чему равен потенциал завершающего события?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,3,5,7].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6

Построение и расчет сетевых графиков в терминах работ

Цель: сформировать базовые знания и умения по расчёту параметров сетевых графиков в терминах работ.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы расчёта параметров сетевых графиков в терминах работ;
- уметь рассчитывать параметры сетевых графиков в терминах работ;
- владеть способностью проводить анализ технической и экономической эффективности работы производственного подразделения и разрабатывать меры по ее повышению;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для анализа технической и экономической эффективности работы производственного подразделения.

Теоретическая часть:

В строительстве применяются также сетевые графики, не содержащие событий. Их элементами являются работы и связи между ними. Работы в этих графиках изображаются прямоугольниками (рис. 6.1), внутри которых показываются:

- ✓ наименование и код работ;
- ✓ ранние и поздние начала;
- ✓ ранние и поздние окончания;
- ✓ общий и частный резервы времени выполнения работ.

$t_{i.}^{p.n.}$	t_i	$t_{i.}^{p.o.}$
Наименование работы (код работы)		
$t_{i.}^{n.n.}$	R_{i-j} / r_{i-j}	$t_{i.}^{n.o.}$

Рисунок 6.1 – Обозначения работ и параметров сетевого графика в терминах работ (без событий):

$t_i^{p.n.}, t_i^{p.o.}$ — раннее начало и раннее окончание выполнения i -й работы;

t_i — продолжительность i -й работы;

$t_i^{n.n.}, t_i^{n.o.}$ — соответственно позднее начало и позднее окончание выполнения i -й работы;

R_i и r_i , — соответственно общий и частный резервы времени выполнения i -й работы

Пример:

Последовательность выполнения работ в данных графиках, не имеющих событий, показывается в виде стрелок-связей между ними. Указанные графики еще называют сетевыми графиками «вершины-работы». Пример сетевого графика в терминах работ приведен на рис. 6.2.

Сначала в верхней средней клеточке работ-прямоугольников проставляются значения продолжительностей выполнения работ. Затем рассчитываются ранние начала и ранние окончания выполнения работ от начальной работы к завершающей (завершающим). У первой работы раннее начало ее выполнения всегда равно нулю, который и записывается в верхнюю левую клеточку этой работы. Складывая раннее начало выполнения работы и продолжительность ее выполнения, получается раннее окончание выполнения первой работы, которое записывается по принадлежности в правую верхнюю клеточку прямоугольника.

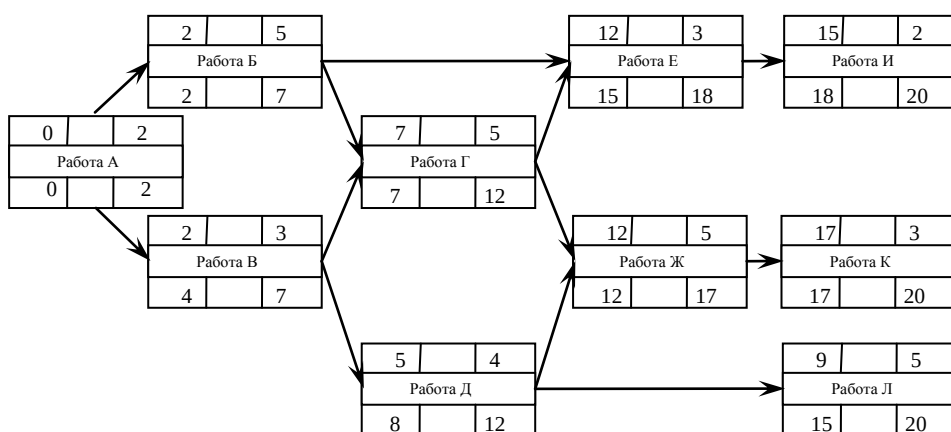


Рисунок 6.2 – Сетевой график в терминах работ(без событий), дни

Далее за раннее начало выполнения всех последующих работ принимаются значения ранних окончаний выполнения предшествующей работы. При этом, если рассматриваемой работе предшествует несколько работ (в нее входит не одна, а несколько стрелок), раннее начало выполнения рассматриваемой работы принимается равным максимальному значению раннего окончания выполнения предшествующих работ. В приведенном на рис. 6.2 сетевом графике раннее начало выполнения работы Г принято равным 7, так как ранние окончания выполнения предшествующих ей работ Б и В равны соответственно 7 и 5. Ранние окончания выполнения последующих работ определяются как сумма значений их ранних начал и продолжительностей выполнения. У той же работы Г раннее окончание ее выполнения равно $7 + 5 = 12$, т.е. 12-му дню.

После расчета значений ранних начал и окончаний выполнения всех работ сетевого графика рассчитываются значения поздних окончаний и начал выполнения их. Расчет ведется от последней работы (работ) к начальной. У завершающих работ значения поздних окончаний принимаются равными их максимальному значению раннего окончания выполнения. В рассматриваемом примере это значение равно 20. Оно записывается в правой нижней клеточке работ-прямоугольников. Путем вычитания из значения позднего начала величины продолжительности выполнения работ рассчитываются значения

поздних начал их выполнения. Они вписываются в нижние левые клеточки работ-прямоугольников.

Затем последовательно рассчитываются значения поздних окончаний и начал предшествующих работ. Значения поздних окончаний предшествующих работ принимаются равными минимальному значению из возможных поздних начал последующих работ. В приведенном на рис. 6.2 графике работа Г имеет позднее окончание, которое равно 12 и выбрано из значений позднего начала работ Ж и Е, равных соответственно 12 и 15. Значения поздних начал выполнения предшествующих работ определяются как разность значений поздних окончаний и продолжительности их выполнения. Для работы Г позднее начало выполнения равно $12 - 5 = 7$, т. е. 7-му дню. Значения поздних окончаний и поздних начал работ вписываются соответственно в нижние правые и нижние левые клеточки работ-прямоугольников. У начальной работы (работ) значение позднего начала ее выполнения по результатам расчетов должно быть равным нулю.

Общий и частный резервы времени выполнения работ рассчитываются по формулам (4.1). Их значения вписываются в виде дроби в нижние средние клеточки работ-прямоугольников.

Вопросы и задания:

Построить сетевой график и рассчитать параметры сетевого графика в терминах работ, используя данные из таблицы 6.1.

Варианты заданий представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Исходные данные по вариантам

Шифр работ, $i-j$	Продолжительность работ, t_{i-j} , по вариантам																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1-2	3	4	6	5	7	8	6	6	4	7	6	5	4	6	6	7	8	8	7	5	6	6	8	4	4	8	6	4	6	7
2-3	10	11	14	12	13	15	15	11	13	11	11	12	10	11	11	14	14	15	15	10	21	12	11	14	13	18	16	17	14	13
2-4	5	4	7	6	8	9	8	8	4	8	6	4	6	7	8	7	8	9	4	9	6	4	6	7	8	7	8	9	4	9

3-5	1	2	3	1	2	3	2	1	2	2	1	2	3	1	2	3	2	1	2	2	3	3	3	3	4	4	3	3	1	1
4-5	2	3	4	3	2	4	4	3	2	2	3	2	2	2	4	3	3	4	2	3	5	2	3	2	4	4	3	4	2	3
3-7	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16	14	22	16	19	20	23	20	20	20	16
5-6	6	7	4	9	8	7	4	6	8	7	6	7	4	9	8	7	4	6	8	7	5	8	7	7	9	9	4	4	8	8
4-8	17	20	15	16	22	26	22	10	20	22	20	22	18	17	16	20	24	18	24	20	12	22	18	17	16	20	24	18	24	20
6-8	10	13	9	11	12	14	10	11	12	13	10	13	9	11	12	14	10	11	12	13	12	13	9	11	12	14	10	11	12	13
5-6	5	7	9	6	4	10	5	6	4	7	5	7	9	6	4	10	5	6	4	7	5	9	10	10	10	10	4	7	7	7
6-7	3	5	7	8	6	4	7	3	5	6	3	5	7	8	6	4	7	3	5	6	3	3	6	6	8	4	7	8	5	8
7-9	4	3	5	7	8	6	8	7	8	3	3	5	5	5	7	8	8	3	8	8	3	8	5	8	7	8	8	3	8	8
8-9	12	18	20	17	21	19	18	22	24	20	14	15	22	18	24	15	15	20	22	21	18	15	22	18	24	15	15	20	22	21
9-10	6	4	5	7	7	6	5	4	3	7	5	7	9	6	8	10	9	6	8	6	5	7	5	6	5	8	5	6	8	6

1. Приведите порядок расчёта сетевых моделей в терминах работ.
2. В чем состоит необходимость, суть и особенности построения и расчета сетевого графика в терминах работ?
3. Как рассчитываются общий и частный резервы времени выполнения работ?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,3,9,10].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7

Построение ритмичных строительных потоков и виде линейного графика и циклограммы

Цель: овладеть основными понятиями и определениями организации строительства поточным методом, видами строительных потоков, освоить технику построения графических моделей ритмичных потоков.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основные понятия и определения организации строительства поточным методом;
- уметь строить графические модели ритмичных потоков;
- владеть методами осуществления инновационных идей, организации производства;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения.

Теоретическая часть:

Самым эффективным методом организации производства СМР является поточный метод, так как он исключает простой рабочих, строительной оснастки и строительной техники, предусматривает постоянное число рабочих и равномерное потребление материально-технических ресурсов.

Поточный метод – это такой метод организации работ, который обеспечивает планомерный и ритмичный выпуск готовой строительной продукции на основе непрерывной и равномерной работы трудовых коллективов неизменного состава, обеспеченных своевременной и

комплектной поставкой всех необходимых материально-технических ресурсов.

Строительные потоки классифицируются по характеру их ритмичности. Выделяют потоки представленные в таблице 7.1:

Таблица 7.1 –Виды потоков

Виды потоков	Подвиды потоков	Определение подвидов потоков
<i>Ритмичные</i> , в которых продолжительности выполнения бригадами своих работ на захватках имеют равные значения.	равноритмичные	одинаковые ритмы
	кратноритмичные	кратные продолжительности выполнения работ на захватках
	разноритмичные	ритмы работы каждой бригады постоянны, но не равны и не кратны друг другу
<i>Неритмичные</i>	потоки с однородным изменением ритма	все специализированные потоки на однородных захватках (объектах) имеют одинаковые ритмы, а на разных захватках – неодинаковые
	потоки с неоднородным изменением ритма	ритмы всех специализированных потоков на всех захватках различны

Строительные потоки характеризуются *временными и пространственными, технологическими* параметрами.

Временные параметры, характеризуют развитие потока во времени, они устанавливают темп поточного строительства и достижение намеченного срока. К временным параметрам строительного потока относятся:

* *общая продолжительность работ по потоку, T_0 ;*

- * *суммарная продолжительность выполнения всех работ на одной захватке, T_1 ;*
- * *суммарная продолжительность работы каждой бригады на всех захватках, $T_{бр}$;*
- * *ритм бригады (продолжительность работы бригады на захватке), $t_{бр}$;*
- * *шаг потока (промежуток времени между началом работ двух соседних бригад на одной захватке), $t_{ш}$;*
- * *организационный перерыв (перерыв, вызванный необходимостью перемещения рабочих или подготовкой фронта работ для выполнения последующего процесса), $t_{орг}$;*
- * *технологический перерыв между смежными процессами (перерыв, обусловленный требованиями технических условий на производства работ, характером и свойствами применяемых материалов, например, твердение бетона, сушка штукатурки и т.д.), $t_{тех}$;*
- * *период разворачивания потока (интервал времени между началом первого и завершающего вида работ по первой захватке), τ_p ;*
- * *период свертывания потока (интервал времени, в течение которого бригады постепенно выключаются из работы), t_c .*

Пространственные параметры характеризуют развитие потока в пространстве, то есть в плане и по высоте. Они зависят от общего фронта работ и возможности деления его на части. К пространственным параметрам потока относятся: *фронт работ, делянка, захватка, ярус, объект (здание или сооружение)*(таблица 7.2).

Таблица 7.2 – Пространственные параметры развития строительного потока

Параметр	Определение
<i>Фронт работ</i>	часть строительного объекта, необходимая и достаточная для размещения рабочих вместе с требующимися для

	осуществления работ машинами, механизмами и приспособлениями.
<i>Делянка</i>	часть фронта работ, отводимая для звена или одного рабочего.
<i>Захватка</i>	часть здания, объемы работ по которой выполняются бригадой постоянного состава с определенным ритмом, обеспечивающим поточную организацию строительства объекта в целом (повторяющиеся пролеты, секции).
<i>Ярус</i>	часть объекта, если условно его по вертикали.

Число захваток, на которое можно разбить объект в плане, обусловлено объемно-планировочными и конструктивными особенностями здания, а также зависит от организационных соображений.

При проектировании комплексного потока в качестве захваток часто фигурируют отдельные объекты.

Технологические параметры

Число потоков (n) – количество частных потоков в составе специализированного потока.

Объем работ (V) – количество выполняемой работы в физических единицах измерения:

Трудоемкость (Q) – затраты труда на выполнение работы в чел-дн.

Интенсивность (I) – количество продукции, выпускаемое строительным потоком за единицу времени.

Основной формулой при расчете строительных потоков является формула определения продолжительности выполнения всех работ. Она же и определяет взаимосвязь параметров потока.

При равноритмичном потоке продолжительность выполнения всех работ определится по формуле:

$$T = nt_{\text{ш}} + (N - 1)t_{\text{ш}} \quad (7.1)$$

где n — число бригад в потоке; $t_{ин}$ — шаг потока; N — число захваток или ярусов.

Величина $nt_{ин}$ представляет собой продолжительность выполнения всех работ на захватках T_1 . Тогда

$$T = T_1 + (N - 1)t_{ин} \quad (7.2)$$

При кратноритмичных потоках общая продолжительность производства всех работ определяется также по формуле (7.2)

$$T = T_1 + (N - 1)t_{ин} \quad (7.3)$$

При формировании кратноритмичных потоков число бригад в них при расчете по формуле (7.3) будет занижено. Оно должно быть увеличено на дополнительное число бригад, вводимых на кратноритмичных специализированных строительных потоках.

При организации и расчете потоков учитывают, что по правилам технологии строительного производства в ряде случаев до начала следующих работ между предыдущими работами необходимы технологические перерывы. В таких случаях при определении продолжительности выполнения работ в потоке учитывается время на технологические перерывы в работе. Формула (7.2) приобретает следующий вид:

$$T = T_1 + (N - 1)t_{ин} + t_{м.п.} \quad (7.4)$$

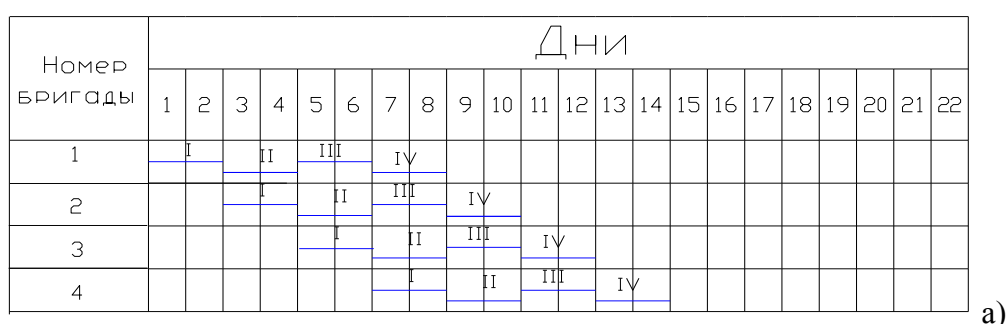
где $t_{м.п.}$ — продолжительность технологических перерывов.

При разноритмичных потоках общая продолжительность производства всех работ с учетом возможных технологических перерывов определяется по формуле

$$T = t_{1-2} + t_{2-3} + \dots + t_{(n-1)-n} + t_n \quad (7.5)$$

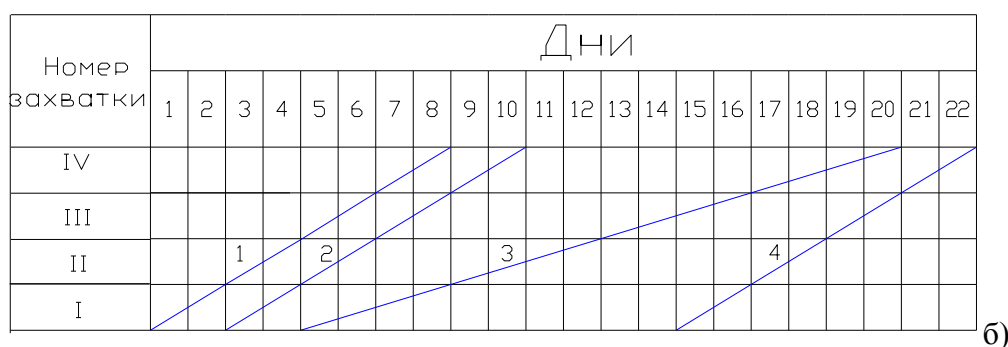
Где t_{1-2} , t_{2-3} и т.д. — продолжительности разрывов между началами 1-го и 2-го процессов на I и II захватках, между началами 2-го и 3-го процессов на II и III захватках и т.д., дни; t_n — продолжительность выполнения всех работ на последней захватке, дни.

Расчет параметров можно осуществлять графическим, аналитическим и матричным методами. Графически строительный поток может быть изображен в виде линейных графиков производства работ или в виде циклограмм. *Линейный график* (график Г. Л. Ганта) поточного производства работ (рис. 7.1, а) представляет собой таблицу, в которой горизонтальными линиями показано время (дни) работы соответствующих бригад на соответствующих захватках. *Циклограмма потока* (график М. С. Будникова) представляет собой график (рис. 7.1, б), в котором на графической сетке время и место работы бригад на захватках показаны наклонными линиями, отражающими цикличность выполнения работ.



а)

а — линейный график; I—IV— захватка; 1—4 — номер бригады



б)

Рисунок 7.1 – Пример графического изображения потока:

б — циклограмма; I—IV— захватка; 1—4 — номер бригады

Пример:

Задание 1.

Организация специализированного потока с одинаковым ритмом работы бригад (равноритмичный специализированный поток)

Рассчитать параметры и построить линейный график и циклограмму равноритмичного строительного потока для выполнения 4 видов работ на m

захватках. Каждый вид работы выполняется на захватке за равное количество времени t , дн.

Исходные данные:

1. Состав работ:

- 1) опалубка;
- 2) армирование;
- 3) бетонирование;
- 4) распалубка.

2. Объемы работ на захватках одинаковые.

3. Число захваток $m=5$.

4. Ритмы работы бригад $t = 2$ дня.

Решение.

Шаг потока принимаем равным ритму работы бригад $k = t = 2$. В специализированный поток входят 4 процесса ($n=4$). Период развертывания потока определится:

$$\tau_p = k \cdot (n - 1) = t \cdot (n - 1) = 2 \cdot (4 - 1) = 6 \text{ (дней)},$$

где τ_p – период развертывания потока,

k – шаг потока,

n – число потоков,

t – ритм потока.

Общая продолжительность выполнения работ будет равна:

$$T_0 = t \cdot (m + n - 1) = 2 \cdot (5 + 4 - 1) = 16 \text{ (дней)}$$

Строим линейный график и циклограмму равномерного специализированного потока:



Рисунок 7.2 – Линейный график равноритмичного специализированного потока

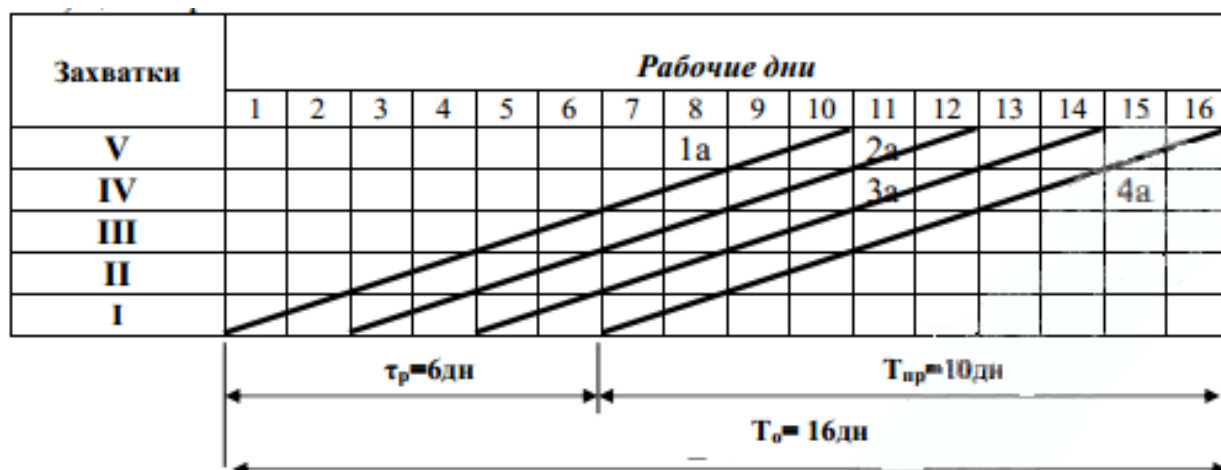


Рисунок 7.3 – Циклограмма равноритмичного специализированного потока

Задание 2

Организация потока с постоянным не единым, но кратным ритмом работы бригад (кратноритмичный поток)

Выполнить расчет параметров и построить циклограмму кратноритмичного строительного потока для возведения здания, включающего 4 этапа работ монолитных фундаментов: опалубка, армирование, бетонирование и распалубка. Технологический перерыв между

бетонированием и распалубкой принять равным 2 дням. Продолжительность выполнения $t_1=1, t_2=1; t_3=3; t_4=1$ (дн).

Исходные данные:

1. Состав работ: 1) опалубка; 2) армирование; 3) бетонирование; 4) распалубка.
2. Объемы работ на захватках одинаковые.
3. Технологический перерыв между бетонированием и распалубкой принять равным 2 дням.
4. Число захваток $m = 5$.
5. Ритмы работы бригад: $t_1=1, t_2=1; t_3=3; t_4=1$ (дн)

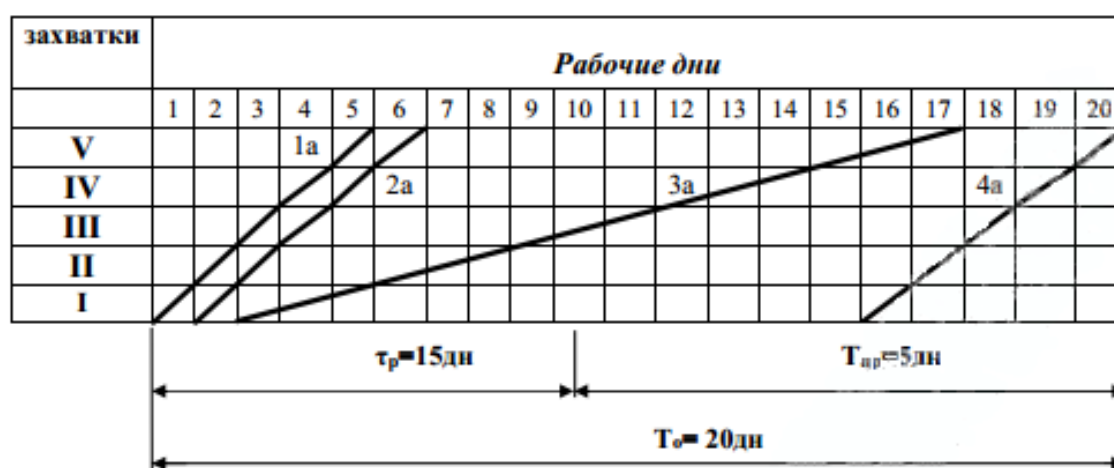


Рисунок 7.4 – Графическое построение специализированного потока в форме циклограммы

Построим графическое изображение специализированного потока в форме циклограммы, это дает возможность определить основные временные параметры потока исходя из исходных данных. После уравнивания потока можно будет сравнить полученную общую продолжительность потока (T_o') с начальной (T_o) (рис.7.4).

Вопросы и задания:

Задание 1. Рассчитать параметры и построить линейный график и циклограмму равноритмичного строительного потока для выполнения 4

видов отделочных работ на m захватках. Каждый вид работы выполняется на захватке за равное количество времени t , дн. (см. таблицу 7.1).

Задание 2. Выполнить расчет параметров и построить циклограмму кратноритмичного строительного потока для возведения здания, включающего 4 этапа работ: возведение подземной части, возведение надземной части, кровельные работы, отделочные работы. Технологический перерыв между возведением подземной и надземной частью принять равным 1 неделя. Продолжительность выполнения 1 этапа равна t , 2 этапа – $3t$, 3 этапа – t , 4 этапа – $2t$. (см. таблицу 7.3).

Таблица 7.3 – Данные для выполнения задания по вариантам

№ варианта	задание 1		задание 2
	время работы, t , дн.	m	t , недели
1	1	3	3
2	2	4	2
3	3	5	4
4	4	3	5
5	5	4	3
6	6	5	6
7	8	3	7
8	9	4	2
9	10	5	8
10	12	3	5
11	14	4	9
12	15	5	4
13	16	3	6
14	18	4	8
15	20	5	6
16	21	3	4
17	24	4	6
18	25	5	9
19	27	3	5
20	28	4	3
21	30	5	4
22	32	3	3
23	35	4	2
24	36	5	6
25	40	3	3

1. В чем состоит сущность поточной организации строительного производства и строительства объектов?

2. Раскройте сущность пространственных/временных/технологических параметров потока.

3. Назовите виды строительных потоков по характеру их ритмичности.

4. В чем состоит суть изображения потоков с помощью линейного графика Г. Л. Ганта и циклограммы М. С. Будникова?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [2,4,7].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8

Расчет ритмичных строительных потоков в матричной форме

Цель: овладеть методом расчета строительных потоков в матричной форме и выработать практические навыки расчета параметров ритмичных потоков

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основные понятия и определения организации строительства поточным методом;
- уметь рассчитывать строительные потоки в матричной форме;
- владеть методами осуществления инновационных идей, организации производства;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения.

Теоретическая часть:

Расчет параметров строительных потоков возможно производить с помощью матрицы (табл. 8.1), строки которой соответствуют захваткам (объектам), а столбцы – специализированным потокам (работам, бригадам).

На матрице использованы следующие обозначения: $i=1,2,...,n$ – номер захватки (объекта); $j=1,2,...,m$ – номер специализированного потока (работы, бригады); t_{ij}^H – начало выполнения работы j на i -й захватке; t_{ij}^O – окончание выполнения работы j на i -й захватке; t_{ij} – продолжительность работы j на i -й захватке; $T_o = t_{nm}^O$ – окончание работы m на n -й захватке (общая продолжительность работ по потоку); «-» - символ, обозначающий отсутствие технологического или организационного перерыва между началом рассматриваемой работы j и окончанием предшествующей работы $j-1$ на i -й

захватке (место критического сближения процессов); $C_{j-1,j}^i$ – величина организационного перерыва между началом работы j и окончанием работы $j-1$ на i -й захватке; « x^+ » – символ, обозначающий наличие технологического перерыва между началом рассматриваемой работы j и окончанием предшествующей работы $j-1$ на i -й захватке; T_j – продолжительность j -й работы на всех захватках; Σt_i – продолжительность выполнения всех работ на i -й захватке.

Формируют матричную модель, в центре каждой клетки записывают продолжительность выполнения работы t_{ij} на соответствующих захватках.

В левом верхнем углу каждой клетки матрицы проставляют время начала выполнения работы j на i -й захватке t_{ij}^H . Начало первой работы на первой захватке принимают равным нулю $t_{11}^H = 0$. Окончание j -й работы на i -й захватке t_{ij}^O записывают в правом нижнем углу клетки матрицы. Окончание первой работы на первой захватке t_{11}^O будет равно:

$$t_{11}^O = t_{11}^H + t_{11} = t_{11}. \quad (8.1)$$

Начало и окончание любой работы (кроме первой) на первой захватке определяют по формулам:

$$t_{1j}^H = t_{1,j-1}^O; \quad (8.2)$$

$$t_{1j}^O = t_{1j}^H + t_{1j}. \quad (8.3)$$

Начало и окончание всех остальных работ на i -й захватке определяют по формулам:

$$t_{ij}^H = t_{i-1,j}^O; \quad (8.4)$$

$$t_{ij}^O = t_{ij}^H + t_{ij}. \quad (8.5)$$

Перерывы $C_{j-1,j}^i$ между началом рассматриваемой работы j и окончанием предшествующей работы $j-1$ на i -й захватке вычисляют по формуле:

$$C_{j-1,j}^i = t_{ij}^H - t_{i,j-1}^O. \quad (8.6)$$

Для первой работы для любой захватки $C_{01}^i = 0$, поскольку первая работа не имеет предшествующей.

Таблица 8.1 – Матрица расчета параметров строительных потоков

		j Специализированные потоки (работы, бригады) J=1,2,...,M					$\sum_1^m t_i$
		1	2	...	m-1	m	
захватки	I	t_{11}^H t_{11} t_{11}^O		$\times$	$C_{j-1,j}^1$		t_1
	II			—			t_2
	...	$\times$	$C_{j-1,j}^i$	t_{ij}^H t_{ij} t_{ij}^O			...
	n-1			$\times$	$C_{j-1,j}^{n-1}$		t_{n-1}
	n	$\times$	$+$ $\times$	$C_{j-1,j}^n$		$T_o = t_{nm}^O$	t_n
T_j		T_1	T_2	...	T_{m-1}	T_m	$\sum_l^{\parallel} \sum_l^{\parallel} t_i$

Начало выполнения смежных работ (кроме первой) на всех захватках корректируют (увеличивают) на величину:

$$\Delta C_{j-1,j} = \max \{ -C_{j-1,j}^i \}. \quad (8.7)$$

Новые значения начала $t_{ij}^{H.H.}$ и окончания $t_{ij}^{H.O.}$ рассматриваемой работы определяют по формулам:

$$t_{ij}^{H.H.} = t_{ij}^H + \Delta C_{j-1,j}; \quad (8.8)$$

$$t_{ij}^{H.O.} = t_{ij}^{H.H.} + t_{ij}. \quad (8.9)$$

Окончательные значения перерывов между смежными работами определяют по формулам:

$$\bar{C}_{j-1,j}^i = t_{ij}^{H.H.} - t_{ij-1}^O. \quad (8.10)$$

Технологические перерывы между смежными работами учитывают путем увеличения начала последующей работы на величину технологического перерыва.

Все расчеты осуществляются по столбцам: для первого процесса всегда сверху вниз, а для последующих – в зависимости от их суммарной продолжительности. Если суммарная продолжительность последующего

процесса превышает продолжительность предыдущего, расчет ведут также сверху вниз (а если они меньше, то снизу вверх). Исключением являются неритмичные потоки с неоднородным изменением ритма, параметры которых рассчитывают всегда сверху вниз. Определяется общая продолжительность строительного потока без совмещения работ $T_o = t_{nm}^o$.

Заполняют дополнительные столбцы матрицы, определяя величины

$$\sum_1^m a_i, \quad \sum_1^m \bar{c}_i \quad \text{и} \quad \sum_1^m (t_i + \bar{c}_i).$$

Коэффициент плотности графика работ определяют по формуле:

$$K_{пл} = \sum_1^n \sum_1^n t_i / \sum_1^n \sum_1^n (t_i + \bar{c}_i) \quad (8.11)$$

Общую продолжительность строительного потока без совмещения работ $T_o = t_{nm}^o$ можно определить по одной из следующих формул:

$$T_o = t_{nm}^o = \sum_{j=1}^m t_{1j} + \sum_{i=2}^n t_{im} + \bar{c}_1; \quad (8.12)$$

$$T_o = t_{nm}^o = \sum_{i=1}^n t_{i1} + \sum_{j=2}^m t_{nj} + \bar{c}_n. \quad (8.13)$$

Пример:

Выполнить расчет параметров кратноритмичного строительного потока в матричной форме для возведения здания, включающего 5 этапов работ: подготовительные работы, возведение подземной части, возведение надземной части, кровельные работы, отделочные работы, на 5 типовых объектах.

В таблице 8.2 показан расчет разноритмичного потока в матричной форме, состоящего из пяти последовательно выполняемых строительных процессов на пяти объектах (захватках).

После формирования матрицы на захватках путем суммирования продолжительностей работ по столбцам рассчитываются суммарные продолжительности выполнения процессов на всех захватках T_n . Эти

продолжительности показываются в дополнительной строке внизу матрицы. Затем сверху вниз для 1-го процесса рассчитываются дни окончания работ на захватках, которые проставляются в нижних правых углах клеток. Одновременно в верхних левых углах клеток проставляются начала выполнения работ на захватках. Далее последовательно рассчитываются дни начала и окончания работ следующих процессов: 2-го, 3-го и т.д. При этом расчет ведется или сверху вниз, или снизу вверх. Если суммарная продолжительность выполнения работ по последующему процессу больше продолжительности предыдущего процесса, то расчет начала и окончания работ на захватках ведется также сверху вниз. При этом время начала выполнения работ по нему принимается равным времени окончания работ по предыдущему процессу на I захватке. В рассматриваемом случае это 2-й и 4-й процессы. Их начала в клетках 1—2 и 1—4, равные соответственно 1-му и 10-му дням, взяты из клеток 1—1 и 1—3 как время окончания предыдущих работ 1-го и 3-го процессов на I захватке. Если общая на всех захватках продолжительность выполнения работ по последующему процессу меньше этой же продолжительности у предыдущего процесса, то расчет начала и окончания работ ведется снизу вверх, т.е., увязка работ производится по последней захватке. А потому время начала работ на последней захватке у рассматриваемого процесса принимается равным времени окончания работ на последней захватке у предшествующего процесса.

Таблица 8.2 – Расчет ритмичного потока в матричной форме

Но мер	Процесс				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
I	0 1 1	1 3 4	8 4 2 10	10 4 14	26 12 1 27
II	1 1 2	4 3 3 7	10 3 2 12	14 2 4 18	27 9 1 28
III	2	7	12	18	28

	1 3	4 3 10	2 2 14	4 4 22	6 1 29
IV	3 1 4	10 3 13	14 2 16	22 4 26	29 1 30
V	4 1 5	13 3 16	16 2 18	26 4 30	30 1 31
Σt	5	<15	>10	<20	>5

В нашем случае к таким процессам относятся 3-й и 5-й. Соответственно изложенному в клетках V—3 и V—5 начала работ по 3-му и 5-му процессам на последней V захватке, равные соответственно 16 и 30 дням, взяты как время окончания предыдущих процессов на этой же V захватке из клеток V—2 и V—4.

После завершения изложенных выше процедур на матрице имеются данные:

- ✓ о начале и окончании работ по каждому процессу;
- ✓ о начале и окончании всех работ на каждой захватке;
- ✓ общей продолжительности выполнения всех работ в потоке.

В рассматриваемом случае выполнение работ 3-го процесса начинается на 8-й день, а заканчивается на 18-й день, выполнение работ на IV захватке начинается на 3-й день, а заканчивается на 30-й день. Общая продолжительность всех работ в потоке равняется 31 дню.

Однако при разноритмичных потоках отдельные захваты по окончании работ простаивают, т. е. имеются перерывы в работе. Эти перерывы также рассчитывают на матрице. Их обычно показывают крестиком или другими знаками на вертикальных линиях графической сетки, означающих границы между выполнением соответствующих процессов на захватках. Перерывы определяются как разница между началом выполнения последующего процесса и окончанием работ предыдущего процесса. В рассматриваемом случае один из таких простоев, например между 2-м и 3-м процессами на III захватке, равен 2 дням ($12 - 10 = 2$).

Вопросы и задания:

Задание 1. Выполнить расчет параметров кратноритмичного строительного потока в матричной форме для возведения здания, включающего 5 этапа работ: подготовительные работы, возведение подземной части, возведение надземной части, кровельные работы, отделочные работы, на 5 типовых объектах (захватках). Задания по вариантам представлены в Приложении А, таблица А.1

1. Порядок расчета параметров строительного потока в матричной форме.
2. Преимущества матричной формы.

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,3,7].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9

Построение неритмичных строительных потоков в виде линейного графика и циклограммы.

Цель: Изучить особенности неритмичных потоков, освоить методику построения графических моделей неритмичных потоков в виде линейного графика и циклограммы

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основные понятия и определения организации строительства неритмичных строительных потоков;
- уметь строить графические модели неритмичных потоков;
- владеть методами осуществления инновационных идей, организации производства;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения.

Теоретическое обоснование:

Неритмичным строительным потоком с неоднородным изменением ритма называется такой тип потока, у которого ритмы всех специализированных потоков на всех захватках различны.

Неритмичными потоками с однородным изменением ритма называются строительные потоки, у которых все специализированные потоки на одноименных захватках (объектах) имеют одинаковые ритмы, а на разных захватках могут принимать неодинаковые значения.

При построении потока увязка работ производится чаще всего не по началу или окончанию работ на I или n-й захватках, как это делается при формировании разноритмичных потоков. Здесь места увязки работ могут быть на

любой из промежуточных захваток между I и n-й. Задача состоит в том, чтобы при увязке по времени выполнения работ на двух смежных процессах найти те места и те захваты, на которых вслед за выполнением работ предыдущего процесса можно начинать работы следующего процесса, при этом любая захватка будет готова к производству работ последующего процесса. Эти захваты можно назвать *захватками нулевого сближения*. Если сближение процессов на такой захватке уменьшить, то на ней не будет завершен предыдущий процесс, поэтому нельзя начинать работы следующего процесса. Если же сближение на этой захватке увеличить, то между выполнением смежных процессов образуется сквозной неоправданный разрыв по времени выполнения работ на них и общий срок выполнения работ по потоку увеличится на указанную величину. Нахождение захваток нулевого сближения можно производить с использованием изложенной выше матрицы, но с учетом характера и особенностей неритмичного потока.

При составлении потоков в виде линейных графиков Г. Л. Ганта или в виде циклограммы М.С. Будникова точки нулевого сближения находятся путем постепенного перемещения линий последующего процесса на графике влево и нахождения такого их положения, при котором произойдет первое касание дня окончания работ предыдущего процесса с днем начала работ последующего процесса. Если произошло не касание, а наложение дней начала и окончания работ смежных процессов, то время их выполнения должно быть сдвинуто вправо (пример на рисунке 9.1).

Номер бригады	ДНИ																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	I			II		III	IV													
2					I		II		III			IV								
3									I			II		III		IV				
4												I		II			III		IV	

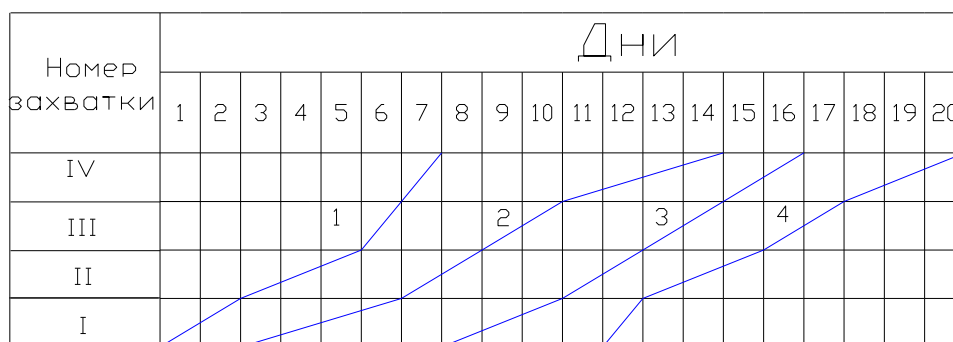


Рисунок 9.1 – Пример неритмичного потока:

а — линейный график; б — циклограмма; I—IV— захватка; 1—4 — номер бригады

При проектировании потока для n захваток с m работами общую продолжительность потока $T_o = t_{onm}$ можно вычислить по формулам (9.1) и (9.1). Для неритмичных потоков с однородным изменением ритма при $a_{1j} = \text{const}$, $a_{2j} = \text{const}$ и т.д., а также при $\bar{c}_{1j} = \text{const}$, $\bar{c}_{2j} = \text{const}$ и т.д. данные формулы приобретают вид:

$$T_o = t_{onm} = a_{11}m + \sum_{i=2}^n a_{im} + \bar{c}_{1j}(m-1); \quad (9.1)$$

$$T_o = t_{onm} = \sum_{i=1}^n a_{i1} + (a_{n1} + \bar{c}_{nj})(m-1). \quad (9.2)$$

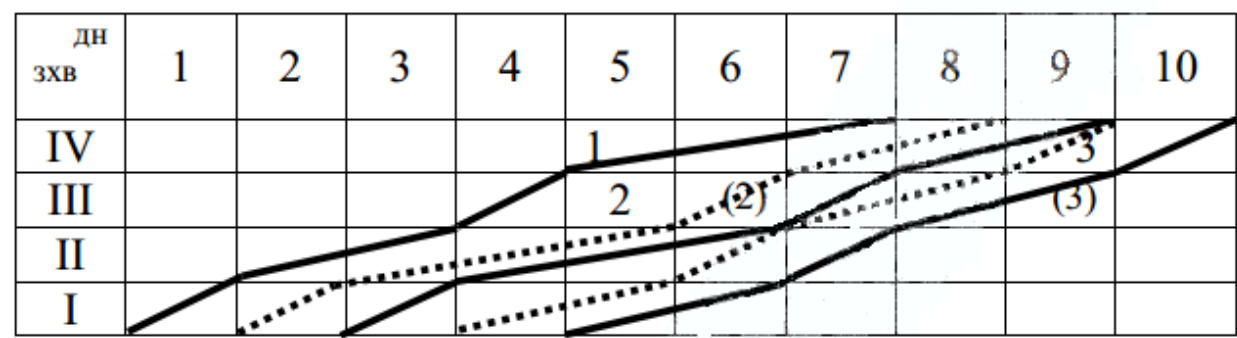
Пример:

Рассчитать параметры и построить линейный график и циклограмму неритмичного потока для выполнения 3 процессов (n) на четырех захватках I, II, III, IV.

Таблица 9.1 – Исходные данные для расчета неритмичного потока

Процессы(n) Захватки (m)	1	2	3
I	1	1	2
II	2	3	1
III	1	1	2
IV	3	2	1

Для заданного потока построим циклограмму рисунок 9.2



*Пунктирной линией обозначены частные потоки до расчета, сплошной линией частные потоки после расчета критических сближений между отдельными потоками.

Рисунок 9.2 – Циклограмма неритмичного специализированного потока с неоднородным ритмом.

Вопросы и задания:

Рассчитать параметры и построить линейный график и циклограмму неритмичного потока для выполнения 4 процессов на четырех захватках a_1 , a_2 , a_3 , a_4 . На графике указать время простоя.

Таблица 9.1 – Данные для выполнения задания по вариантам

Номер варианта	Процесс 1				Процесс 2				Процесс 3				Процесс 4			
	a_1	a_2	a_3	a_4	a_1	a_2	a_3	a_4	a_1	a_2	a_3	a_4	a_1	a_2	a_3	a_4
1	5	7	4	1	3	3	2	3	4	3	7	4	4	4	5	2
2	2	4	3	1	3	1	2	3	4	3	2	1	7	9	3	4
3	7	4	3	1	4	2	2	4	3	6	4	1	1	7	7	3
4	3	1	4	2	2	2	1	3	4	3	4	1	9	4	4	5
5	7	4	4	1	4	3	5	3	7	6	1	4	5	2	2	6
6	7	4	5	2	4	3	4	1	3	5	7	5	2	5	3	7
7	4	3	2	1	1	2	1	4	3	2	4	3	1	1	4	5
8	4	6	5	7	2	7	4	3	3	3	5	2	4	2	2	3
9	4	3	4	2	2	1	3	1	1	4	2	3	7	9	9	4
10	4	3	4	3	3	2	1	2	1	2	3	1	2	7	7	6
11	1	4	7	5	7	2	2	4	5	4	3	7	3	1	3	5
12	3	4	2	1	3	1	1	4	4	2	3	1	2	3	5	8
13	4	4	9	7	6	3	2	5	3	7	4	4	4	5	3	5
14	3	2	6	3	1	1	11	1	7	6	4	7	7	6	4	4
15	1	2	4	3	3	1	2	1	2	4	3	2	4	2	5	3
16	7	3	5	6	5	4	1	3	2	4	3	1	3	4	2	2
17	1	5	2	4	2	3	1	3	4	2	2	1	4	7	6	4
18	2	7	4	6	5	3	1	1	4	2	2	4	5	3	2	6

19	2	4	2	5	4	3	1	2	1	5	4	2	3	6	5	2
20	7	2	5	6	1	5	2	3	4	7	3	7	5	2	4	4
21	3	4	5	2	2	1	1	4	4	3	2	3	4	2	3	3
22	7	11	7	3	2	1	3	9	7	3	7	7	3	7	5	5
23	4	2	4	3	1	3	2	1	5	4	3	2	7	2	8	6
24	1	9	3	7	7	6	2	3	3	2	4	2	2	4	2	7
25	5	2	3	4	4	3	1	2	1	2	4	3	4	3	8	5

1. Какие потоки называют неритмичными?
2. Виды неритмичных потоков.
3. Что такое «Захватка нулевого сближения»
4. Особенности построения неритмичных потоков с помощью линейного графика Г. Л. Ганта и циклограммы М. С. Будникова?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [2,4,7].

(10.1)

где $T_1, T_2, T_3, \dots, T_n$ — продолжительности выполнения работ на всех захватках по процессам; t_{nk} — частные продолжительности выполнения работ соответствующего процесса на соответствующей захватке (нижние индексы при t означают номер процесса, а верхние — номер захватки).

Увязка работ в неритмичном потоке производится чаще всего не по началу или окончанию работ на I или n-й захватках, как это делается при формировании разноритмичных потоков. Здесь места увязки работ могут быть на любой из промежуточных захваток между I и n-й. Необходимо при увязке по времени выполнения работ на двух смежных процессах найти те места и те захватки, на которых вслед за выполнением работ предыдущего процесса можно начинать работы следующего процесса, при этом любая захватка будет готова к производству работ последующего процесса. Эти захватки можно назвать захватками нулевого сближения. Если сближение процессов на такой захватке уменьшить, то на ней не будет завершен предыдущий процесс, поэтому нельзя начинать работы следующего процесса. Если же сближение на этой захватке увеличить, то между выполнением смежных процессов образуется сквозной неоправданный разрыв по времени выполнения работ на них и общий срок выполнения работ по потоку увеличится на указанную величину.

Пример:

Выполнить расчет параметров неритмичного строительного потока в матричной форме для возведения здания, включающего 4 этапа работ на 4 типовых объектах (захватках).

Формируется матрица. Определяются начала и окончания работ 1-го процесса, т.е. заполняется сверху вниз первый столбец матрицы. Далее начинается привязка последующих процессов. При привязке последующих процессов сначала сравнивают значения продолжительностей работ последующего процесса на I, II и далее до предпоследней захватки с продолжительностями работ на предыдущем процессе соответственно на II,

III и т.д. захватках. Для матрицы неритмичного потока (см. табл.10.1) эти сравнения такие: $4 > 3$; $2 > 1$; $2 > 1$. Исходя из характера неравенств руководствуются следующими правилами при увязке предыдущего и последующего процессов. Если все неравенства положительные в сторону последующего процесса, то увязка их производится по началу последующего процесса. Конкретно значение окончания работ 1-го процесса на I захватке переносится как начало работ 2-го процесса на этой захватке. Далее расчет начал и окончаний работ 2-го процесса на последующих захватках ведется аналогично расчету этих параметров для 1-го процесса.

Если неравенства значений продолжительностей работ последующего процесса на I, II и далее до предпоследней захватки по отношению к продолжительности работ 2-го процесса на II, III и далее до последней захватки не все имеют положительные значения (для рассматриваемого на рис. 6.5 и 6.7: $3 > 2$; $2 = 2$; $2 < 4$), то увязку процесса по I захватке, т. е. по началу последующего процесса, производить нельзя. Необходимо методом последовательных приближений найти захватку, на которой значения окончания работ предыдущего процесса и начала работ последующего процесса совпадут. В рассматриваемом случае при увязке работ 2-го и 3-го процессов это имеет место на IV захватке. Важно отметить, что в данном случае процессы увязываются по окончанию работ 2-го и началу работ 3-го процесса на последней захватке, но здесь нет однозначных неравенств между сравниваемыми величинами продолжительностей выполнения работ в пользу предшествующего процесса.

Таблица 10.1 – Расчет неритмичного потока в матричной форме

Но мер	Процесс			
	1-й	2-й	3-й	4-й
I	0 2 2	2 4 6	7 + 1 3 1 0	¹ ₁ + 1 1 12
II	2	6	¹ ₀	¹ ₂

	3 5	⁺ ₁ 2 8	⁺ ₂ 2 ¹ ₂ 15	3 15
III	⁵ 1 6	² ⁺ ₂ 2 ¹ ₀ 17	¹ ₂ ⁺ ₂ 2 ¹ ₄	¹ ₅ ⁺ ₁ 2 17
IV	⁶ 1 7	¹ ₀ ⁺ ₃ 4 ¹ ₄	¹ ₄ 2 ¹ ₆	¹ ₇ ⁺ ₁ 3 20
Σt	7	12	9	9

Для 3-го и 4-го процессов указанные неравенства также неоднозначны: $1 < 2$; $3 > 2$; $2 = 2$. Из их характера следует, что увязку работ 4-го процесса с работами предшествующего 3-го процесса также нельзя производить либо по I, либо по п-й (последней) захватке. Опять методом приближения времени выполнения работ 4-го процесса необходимо найти ту захватку, на которой работы могут быть начаты после работ 3-го процесса. В рассматриваемом случае это может быть II захватка, где на 12-й день заканчиваются работы 3-го процесса и могут быть начаты работы 4-го процесса. На II захватке разрыв между работами 3-го и 4-го процессов равен нулю, а на других захватках есть разрывы между выполнением работ указанных смежных процессов, которые составляют на I захватке 1 день, на III — 1 день и на IV — 1 день.

После завершения расчета параметров потока рекомендуется определить те захватки, на которых при увеличении продолжительности выполнения работ в той же мере увеличивается общий срок выполнения работ в потоке.

Вопросы и задания:

Выполнить расчет параметров неритмичного строительного потока в матричной форме для возведения здания, включающего 5 этапов работ: подготовительные работы, возведение подземной части, возведение надземной части, кровельные работы, отделочные работы, на 5 типовых объектах (захватках). Задания по вариантам представлены в Приложении А, таблица А.2

1. Каковы особенности расчета неритмичных потоков в матричной форме?
2. Как изображаются потоки в матричной форме?
3. Изложите порядок взаимоувязки на матрице сроков выполнения работ.

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,4,5,7].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11

Оптимизация строительного потока

Цель: овладеть критериями и методами оптимизации строительных потоков, освоить методику оптимизации путем рациональной очередности включения захваток в поток.

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать критериями и методами оптимизации строительных потоков;
- уметь оптимизировать строительные потоки путем рациональной очередности включения захваток в поток;
- владеть методами повышения эффективности работы производственного подразделения;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для анализа технической и экономической эффективности работы производственного подразделения и разрабатывать меры по ее повышению.

Теоретическая часть:

Оптимизация методов организации работ означает такое изменение их параметров, которое обеспечивает достижение наилучшего значения критерия оптимизации.

Особое значение среди способов оптимизации строительных потоков принадлежит изменению очередности включения захваток в поток. Это связано с тем, что положительный эффект достигается без увеличения потребности в ресурсах. Данный способ оптимизации применим при проектировании комплексного вида потока; для объектного потока его использование возможно лишь в случае конструктивно и функционально обособленных захваток (например, возведения здания, состоящего из различных модулей, соединенных переходами).

Для n объектов, входящих в состав комплексного строительного потока, существует n возможных вариантов очередности их возведения. Существует ряд методов, позволяющих получить оптимальное или близкое к нему решение без полного перебора вариантов (например, метод “ветвей и границ”). Рассмотрим один из несложных способов, позволяющих решить поставленную задачу (метод Гунейко).

Данный способ определения рациональной очередности включения захваток в поток предусматривает расчет параметров строительного потока методом матричного алгоритма. В матрице при этом изменены дополнительные столбцы по сравнению с традиционным расчетом. Первоначально составляется исходная матрица и рассчитываются параметры строительного потока в соответствии с правилами, изложенными в п. Выделяется ведущий процесс, имеющий наибольшую продолжительность T_j . В клетки первого дополнительного столбца матрицы записывают суммарную продолжительность всех работ, предшествующих ведущей работе на данном объекте $(\sum_{j=1}^{m-1} t_{ij})$, а в клетки второго дополнительного столбца - продолжительность всех работ, выполняемых после завершения ведущей работы $(\sum_{j=m+1}^m t_{ij})$. В третий дополнительный столбец матрицы заносят коэффициенты очередности, определяемые по формуле:

$$K_o = \sum_{j=1}^{m-1} t_{ij} / \sum_{j=m+1}^m t_{ij} . \quad (11.1)$$

Новый порядок включения захваток в поток устанавливается в порядке возрастания их коэффициентов очередности.

При выделении ведущего строительного процесса может встретиться случай, когда несколько работ имеют одинаковую (наибольшую) продолжительность. В этом случае выбирается вариант с наименьшей суммой коэффициентов очередности.

Возможен случай, когда несколько захваток имеют одинаковые значения коэффициентов очередности. В этом случае новая матрица формируется из расчета включения захваток (объектов) в поток в порядке убывания разности между продолжительностью выполнения последней и первой работы на данной захватке. Если сравниваемые величины одинаковы, то эти захваты заносятся в матрицу в произвольном порядке.

Если максимальную продолжительность имеет первая работа, то коэффициенты очередности определяются отношением продолжительности процессов первого потока к суммам продолжительности работ всех последующих потоков:

$$K^1_o = a_{i1} / \sum_{j=2}^m t_{ij} \quad (11.2)$$

Если максимальную продолжительность имеет последний процесс, то коэффициент очередности определяется отношением сумм продолжительности работ, принадлежащих всем предшествующим последнему потоку работам, к продолжительности выполнения последнего процесса:

$$K^m_1 = \sum_{j=1}^{m-1} t_{ij} / t_{mj}. \quad (11.3)$$

Пример:

Требуется определить оптимальную очередность включения захваток в поток. Строительный поток имеет следующие исходные данные:

$$n=4;$$

$$m=3;$$

$$a_{i1} = 5, 1, 2, 3 \ (a_{11} = 5, a_{21} = 1, a_{31} = 2, a_{41} = 3);$$

$$a_{i2} = 5, 6, 2, 1 \ (a_{12} = 5, a_{22} = 6, a_{32} = 2, a_{42} = 1);$$

$$a_{i3} = 3, 4, 7, 5 \ (a_{13} = 3, a_{23} = 4, a_{33} = 7, a_{43} = 5).$$

Выполним расчет исходного комплексного неритмичного строительного потока без совмещения работ. Общая продолжительность

возведения комплекса зданий, состоящего из 4-х объектов, в соответствии с расчетом составила 32 единицы времени (см. таблица 11.1).

Ведущим процессом в данном случае является третий ($T_3 > T_2 > T_1$). Коэффициент очередности при этом определяется по формуле (11.1) как отношение сумм продолжительностей первого и второго процесса к продолжительности третьего процесса для каждой захватки.

Таблица 11.1 – Матрица предварительного расчета параметров потока

j i		РАБОТЫ			C _j предш.	C _j послед.	K _o
		1	2	3			
захватки	I	0 5 5	5 - 5	13 3 10 16	10	3	3,33
	II	5 1 6	10 4 6	16 - 16 20	7	4	1,75
	III	6 2 8	16 8 2	20 2 7 18 27	4	7	0,57
	IV	8 3 11	18 7 1 19	27 8 5 32	4	5	0,8
T _j		T ₁ =11	T ₂ =14	<u>T₃=19</u>			

Таблица 11.2 – Матрица расчета параметров потока с учетом оптимального включения захваток в поток

j		РАБОТЫ			C _j предш.	C _j послед.	K _o
		1	2	3			
захватки	I	0 2 2	3 1 2	5 7 12	4	7	0,57
	II	2 3 5	5 1 6	12 6 17	4	5	0,8
	III	5 1 6	6 6 12	17 5 21	7	4	1,75
		6	12	21			

и	IV	5 11	1 5 17	4 3 24	10	3	3,33
T_j		T₁=11	T₂=14	T₃=19			

Сравнивая между собой полученные значения коэффициентов очередности и размещая их в порядке возрастания, определяем новую очередность включения захваток (объектов) в поток и формируем новую матрицу (см. табл. 11.2).

Расчет новой матрицы (см. рис. 11.2) показал, что сокращение сроков при проектировании комплексного потока достигнуто. Экономия времени составила 8 единиц времени ($32 - 24 = 8$).

Полный перебор всех возможных вариантов организации работ, выполненный с использованием электронно-вычислительной техники показал, что существует вариант еще более оптимальный с точки зрения продолжительности строительства комплекса зданий. Продолжительность возведения комплекса может составить 23 единицы времени, при условии следующей очередности включения объектов в поток: IV - I - III - II. Расчет параметров данного потока представлен в табл. 11.3.

Данный факт свидетельствует, что по методу Гунейко было получено решение, близкое к оптимальному ($24-23=1$ ед. времени), что позволяет использовать его в практике проектирования комплексных потоков.

Таблица 11.3 – Матрица расчета параметров потока, оптимизированного на основе полного перебора возможных вариантов

		j	РАБОТЫ			C_j предш.	C_j послед.	K_o
			1	2	3			
з а х в	I	0	2	4				
		2	2	7				
		2	4	11				
	II	2	4	11				
		1	6	4				
		3	10	15				
		3	10	15				

а т к и	III	3 6	4 1 11	4 5 20	4	5	0,8
	IV	6 5 11	11 5 16	20 4 3 23	10	3	3,33
T_j		$T_1=11$	$T_2=14$	$T_3=19$			

Вопросы и задания:

Выполните поиск оптимальной очередности включения объектов в поток для комплексного строительного потока, запроектированного по следующим исходным данным: $n = 4$ (количество захваток); $m = 3$ (количество процессов). Постройте линейный график и циклограмму исходного и оптимизированного потока. Исходные данные по вариантам в таблице 11.4.

Таблица 11.4 – Продолжительность выполнения процессов на захватках по вариантам

Вариант	Процесс 1				Процесс 2				Процесс 3			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	4	7	4	2	4	1	3	1	3	4	5	3
2	2	1	3	4	3	1	3	2	4	4	2	3
3	2	3	1	4	2	5	2	1	3	4	5	1
4	1	1	4	2	6	2	1	2	4	3	5	1
5	2	4	7	1	4	3	5	3	1	6	3	4
6	7	1	5	2	6	3	4	1	2	5	4	5
7	1	3	7	4	6	2	1	4	5	3	3	7
8	4	5	7	4	2	4	1	2	8	7	1	3
9	1	2	6	3	1	6	11	1	2	6	1	7
10	1	3	4	7	3	1	2	5	2	1	3	2
11	7	2	1	6	4	4	6	1	2	4	3	1
12	1	5	3	7	2	5	1	3	4	2	2	5
13	2	6	4	5	5	3	1	2	4	6	2	1
14	2	5	2	1	4	7	1	2	4	5	4	2
15	4	4	1	2	2	5	1	3	4	1	2	3
16	7	11	2	3	7	1	3	9	6	3	1	7
17	2	7	3	7	3	2	4	3	5	2	1	2
18	8	2	5	5	6	5	4	2	2	2	4	3
19	5	3	1	7	5	2	4	1	3	2	4	3
20	8	3	6	3	4	2	5	3	2	2	5	1
21	3	5	2	5	3	3	4	7	4	2	3	4
22	4	6	5	3	5	4	2	1	5	3	3	8

23	8	3	3	4	2	5	4	2	9	6	3	1
24	1	4	5	3	7	4	2	1	4	5	7	1
25	4	2	5	7	1	7	4	3	4	3	5	1
26	4	4	9	3	6	3	2	1	3	2	4	5
27	7	1	5	8	1	5	2	3	4	2	3	1
28	1	9	2	7	4	6	2	5	3	2	4	2

1. Чем определяется количество вариантов организации работ при поиске оптимальной очередности включения захваток в поток?
2. Поясните назначение и роль оптимизации строительных потоков?
3. Перечислите основные критерии оптимизации строительных потоков.
4. В чем состоит метод Гунейко?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,3,4,7,8].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12

Планирование работы рабочих-строителей

Цель: овладеть знанием организационно-правовых основ управленческой и деятельности в сфере строительства при планировании работы рабочих-строителей

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать нормативную документацию и методы технического нормирования;
- уметь составить калькуляцию трудовых затрат и заработной платы на строительно-монтажные работы;
- владеть методами определения норм времени и трудовых затрат;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков организационно-правовых основ управленческой и предпринимательской деятельности в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства, основ планирования работы персонала и фондов оплаты труда

Теоретическая часть:

Важнейшими рычагами повышения производительности труда, улучшения использования строительных машин и материалов являются нормы: времени; затрат труда; выработки; производительности машин и расхода строительных материалов.

Совокупность указанных норм называют производственными нормами.

Производственные нормы являются основой планирования производства при проектировании организации строительных работ, так как только при наличии таких норм можно правильно определить потребность в рабочих, машинах, материалах.

Производственные нормы используют при выдаче производственных заданий (нарядов), а сопутствующие нормам указания по составу звеньев и

способам производства работ способствуют внедрению передовых методов производства работ и росту производительности труда.

Нормы времени необходимы для расчета сдельных расценок.

Нормы выработки и нормы расхода материалов являются основным исходным материалом для составления сметных норм, на основе которых составляются сметы на строительно-монтажные работы и производится оплата выполненных объемов работ. Таким образом, производственные нормы регулируют стоимость строительства и обеспечивают возможность контроля над расходованием государственных средств.

Приведем основные понятия о производственных нормах.

Нормы времени рабочих $H_{вр}$ – количество времени, установленное для производства единицы доброкачественной продукции (работ) при нормальных организационно-технических условиях рабочими соответствующей профессии и квалификации. Эта норма отражает продолжительность процесса только во времени без учета его трудоемкости (затрат труда).

Норма затрат труда $H_{з.т.}$ – количество затрат труда, установленное для производства единицы доброкачественной продукции (работ) рабочими соответствующей профессии и квалификации при нормальных организационных условиях. Она выражается в чел.-ч на единицу измерения продукции (работ) и применяется для исчисления сдельных расценок. В действующих сборниках единых норм и расценок (ЕНиР), а также в сборниках ведомственных, местных и типовых норм и расценок (ВНиР, МНиР и ТМиР) нормы затрат труда условно названы нормами времени $H_{вр}$.

Норма времени машины – количество рабочего времени, установленное для производства единицы доброкачественной продукции при эффективном использовании машины и правильной организации производства. Она выражается в часах на измеритель единицы продукции.

Норма времени рабочих, управляющих машиной, определяется умножением нормы времени машины на количество этих рабочих.

Норма производительности машины – количество доброкачественной продукции, вырабатываемой машиной в единицу времени (час, смену) при эффективном ее использовании и правильной организации механизированного процесса.

Сменную норму производительности (выработки) определяют делением количества часов в смене T_c на норму затрат машинного времени на единицу измерения

$$H_{\Pi} = T_c / H_{\text{вр.маш}}, \quad (12.1)$$

При определении часовой нормы производительности машины $T_c = 1$ ч, тогда

$$H_{\Pi} = 1 / H_{\text{вр.маш}}. \quad (12.2)$$

Зависимость между нормой времени рабочего $H_{\text{вр}}$ и нормой затрат труда $H_{\text{з.т.}}$ может быть выражен формулой:

$$H_{\text{вр}} = H_{\text{з.т.}} / \text{Ч}_p \text{ или } H_{\text{з.т.}} = \text{Ч}_p \cdot H_{\text{вр}}, \quad (12.3)$$

где Ч_p – число рабочих в звене, участвующих в выполнении данного процесса (чел.)

Норма выработки $H_{\text{выр}}$ – количество доброкачественной продукции (работ), которое должен изготовить (выполнить) рабочий соответствующей профессии и квалификации за единицу времени при эффективном использовании средств производства и нормальных организационно-технических условиях. Она выражается в единицах измерения продукции (работ) за смену с учетом количества рабочих, необходимого для выполнения данного рабочего процесса.

Зависимость между нормой времени $H_{\text{вр}}$ и нормой выработки одного рабочего $H_{\text{выр}}$ может быть выражена формулой:

$$H_{\text{выр}} = \text{Ч}_p / (H_{\text{вр}} \cdot T) \text{ или } H_{\text{вр}} = \text{Ч}_p / (H_{\text{выр}} \cdot T), \quad (12.4)$$

где T – продолжительность периода, ч, за который подсчитывается норма выработки одного рабочего;

$Ч_p$ – число рабочих в звене, участвующих в выполнении данного процесса.

Когда производятся расчеты, связанные с определением изменения норм времени, %, в зависимости от соответствующего изменения норм выработки и, наоборот, изменения норм выработки, %, в зависимости от соответствующего изменения норм времени, то рекомендуется пользоваться следующими формулами:

– при повышении норм выработки снижаются нормы времени, %:

$$П_{вр.с} = 100 \cdot П_{выр} / (100 + П_{выр}); \quad (12.5)$$

– при снижении норм выработки повышаются нормы времени, %:

$$П_{вр.п} = 100 \cdot П_{выр} / (100 + П_{выр}); \quad (12.6)$$

– при снижении норм времени повышаются нормы выработки, %:

$$П_{выр.и} = 100 \cdot П_{вр} / (100 + П_{вр}); \quad (12.7)$$

– при повышении норм времени снижаются нормы выработки, %:

$$Н_{выр.с} = 100 \cdot Н_{вр} / (100 + Н_{вр}); \quad (12.8)$$

В настоящее время действуют единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕНиР) в составе 40 сборников и 72 выпусков, разработанные различными проектными, проектно-технологическими и научно-исследовательскими организациями и утвержденные Госстроем.

В сборниках ЕНиР приведены нормы времени (нормы затрат труда) и расценки на часто встречающиеся виды строительных, монтажных и ремонтно-строительных работ. Тарификация работ в них произведена в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих (ЕТКС, вып.3).

В каждом сборнике ЕНиР содержатся следующие обозначения и данные: номер сборника, номер выпуска, номер параграфа. Например, в

сборнике Е8-1-9 цифры обозначают: 8 – номер сборника; 1 – номер выпуска; 9 – номер параграфа; в данном случае параграф 9 предусматривает «Оштукатуривание подступенков». Ниже аббревиатуры приводится наименование работ, рассматриваемых данным сборником. В рассматриваемом случае это «Отделочные покрытия строительных конструкций».

Каждый вид работ содержит:

- краткие указания по производству работ для отделочных сложных строительных процессов или новых видов работ, а также при необходимости краткие указания по применению норм;
- краткую характеристику машин (при выполнении данной работы с помощью машины);
- состав работ, в котором перечисляются основные операции, предусмотренные нормами;
- состав звена рабочих по профессиям и квалификации (по тарифным разрядам), рассчитанный по ЕТКС для выполнения данных работ;
- нормы времени $H_{вр}$ (фактические затраты труда) и расценки $Расц.$, которые даны в таблицах в виде дробей – в числители $H_{вр}$, в знаменателе – $Расц.$ или отдельно в двух смежных графах: в первой $H_{вр}$, во второй $Расц.$

Нормы времени на объем продукции (принятый в параграфе измеритель) приводятся в чел.-ч, расценки – в руб.-коп. на тот же измеритель.

При выполнении строительного процесса (ремонтно-строительных работ) с помощью машин в параграфах ЕНиР, кроме нормы времени для экипажа машины, в скобках (без указания наименования) или отдельной строкой приводятся нормы времени ведущей машины $Маш.-ч$.

Зная объемы работ, нормы времени и расценки, определяют трудоемкость, чел.-ч, и стоимость работ, руб.-коп, по формулам:

$$Q = H_{вр} \cdot V; \quad (12.9)$$

$$З = \text{Расц.} \cdot V, \quad (12.10)$$

где Q – трудоемкость работ, чел.-ч.;

З – сумма зарплаты;

V – объем работ.

При производстве строительно-монтажных работ в зимних условиях на открытом воздухе и в необогреваемых помещениях ЕНиР и ВНиР применяют поправочные коэффициенты, которые предусматривают компенсацию дополнительных затрат рабочего времени, возникающих по следующим факторам:

а) стесненность движений рабочего теплой одеждой, неудобство работы в рукавицах при необходимости прикосновения к холодному металлу (вязка арматуры, работа с кровельной сталью) и т. п.;

б) понижение видимости на рабочем месте;

в) затруднения в работе в связи с наличием на рабочем месте льда и снега, обледенением обуви, материалов, конструкций, инструментов, необходимость в процессе работы периодической очистки рабочего места, материала от снега и льда;

г) усложнения в технологических процессах, вызываемые низкой температурой (уменьшение площади постели из раствора при кирпичной кладке, применение утепленных средств перемещения).

При производстве работ на незащищенных от ветра рабочих местах усредненные коэффициенты в ветреные дни увеличиваются во всех районах страны при производстве монтажных и верхолазных работ, при возведении высотных сооружений (радиомачт, фабрично-заводских труб, воздухонагревателей доменных печей), каркасов и покрытий зданий при силе ветра от 4 до 5 баллов на 15 %.

Коэффициентами не учитываются перерывы для обогрева рабочих и полное прекращение работ в зависимости от температуры воздуха и силы ветра. Перерывы и полное прекращение работ устанавливались для городов и

районов РФ. Время этих перерывов оплачивается этим рабочим из расчета установленной часовой тарифной ставки присвоенного рабочему разряда.

При полном прекращении работ на открытом воздухе вследствие низкой температуры или сильного ветра рабочим должна быть предоставлена работа в обогреваемом помещении, а в случае невозможности предоставления такой работы время вынужденного простоя на открытом воздухе оплачивается из расчета 37,5 %, 50 % от 75 % установленной часовой тарифной ставки, присвоенных рабочим разрядов, за каждый час вынужденного простоя.

Значение усредненных поправочных коэффициентов к нормам времени и расценкам на строительные работы, выполняемые в зимнее время, а также температурные зоны по республикам, краям и областям и распределение строительных и монтажных работ по группам приведены в ЕНиР.

При производстве строительно-монтажных работ в условиях, снижающих производительность труда, в ЕНиР и ВНиР (при реконструкции, техническом перевооружении, расширении и капитальном ремонте промышленных зданий, предприятий и сооружений, при ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий) допускается устанавливать к $N_{вр}$ и Расц. на соответствующие работы коэффициенты в следующих размерах:

а) на действующих предприятиях (в цехах, корпусах, на производственных площадках) при наличии в зоне производства работ действующего технологического оборудования (станков, установок, печей, кранов, конвейеров, разливочных ковшей) или разветвленной сети инженерных коммуникаций, или запыленности воздуха, или движения технологического транспорта по внутрицеховым и внутризаводским путям – от 1,1 до 1,2, а на предприятиях металлургической, химической и нефтехимической отраслей промышленности – от 1,1 до 1,25;

б) на предприятиях (в цехах, корпусах, на производственных площадках), остановленных для производства строительно-монтажных и

ремонтно-строительных работ, а также в зданиях и сооружениях всех назначений при наличии в зоне производства работ загромождающих помещения предметов (станков, установок, аппаратов, эксплуатационного и лабораторного оборудования, оргтехники, мебели) – от 1,1 до 1,15;

в) при производстве работ в тепляках – 1,1;

г) при выполнении работ в охранной зоне воздушных линий электропередачи, в местах прохода коммуникаций электроснабжения, в действующих установках, вблизи конструкций и предметов, находящихся под напряжением (в случаях, когда полное снятие напряжения по производственным условиям невозможно), если это связано с ограничением действий рабочих специальными требованиями техники безопасности – от 1,1 до 1,2;

д) при температуре воздуха на рабочем месте более 40° (в помещениях) – от 1,15 до 1,25;

е) при производстве работ в закрытых сооружениях и помещениях (коллекторах, резервуарах, бункерах, камерах), верхняя отметка которых находится ниже 3 м от поверхности земли, – 1,1;

ж) при работе в действующих цехах предприятий с вредными условиями труда (в которых рабочим промышленного предприятия установлен сокращенный рабочий день) – 1,15, а при наличии производственных условий, указанных в подпункте «а», кроме того, один из коэффициентов, предусмотренных этим подпунктом.

В случаях выполнения работ при сочетании производственных условий, указанных в подпунктах «а» – «е», может быть установлен только один из предусмотренных в этих подпунктах коэффициентов.

При наличии условий производства работ, снижающих производительность труда рабочих, конкретная величина коэффициента, а также объем работ, нормируемых и оплачиваемых по повышенным с учетом этого коэффициента нормам времени и расценкам, устанавливаются в

каждом отдельном случае актом, утверждаемым руководителями строительно-монтажной или ремонтно-строительной организации и предприятия (организации, учреждения), осуществляющего строительство хозяйственным способом, по согласованию с профсоюзным комитетом.

Пример 1.

Методом технического нормирования установлено, что подъем и установка железобетонной колонны массой 8 т в стаканы фундаментов при помощи кондукторов выполняются звеном в составе 5 монтажников с помощью гусеничного крана, на что затрачивается 4,9 чел.-ч, т. е. $N_{з.т} = 4,9$ чел.-ч (ЕНиР Е-4-1-4, табл. 2, п. 6а, п. 1 технической части). В этом случае время, затраченное на монтаж одной колонны, $N_{вр} = 49/5 = 0,98$ ч.

Пример 2.

Согласно ЕНиР Е11-38, п. 3, норма времени (затрат труда) на устройство 100 м² штукатурной гидроизоляции на горизонтальной поверхности при толщине слоя до 20 мм механизированным способом из горячих и холодных асфальтовых смесей составляет 11,5 чел.-ч. Звено состоит из двух гидроизолировщиков: 4 разряд – 1 чел, 2 разряд – 1 чел. Определить норму выработки при восьмичасовом рабочем дне (при 5-дневной рабочей неделе).

$$N_{выр} = N_p \cdot T \cdot E/N = 2 \cdot 8 \cdot 100/115 = 139 \text{ м}^2,$$

где Е – единица измерения, на которую в ЕНиР приведена $N_{вр}$.

Пример 3.

Определить повышение норм выработки при снижении норм времени на 15 %.

$$N_{выр} = 100 \cdot N_p / (100 - N_p) = 100 \cdot 15 / (100 - 15) = 17,6 \text{ \%}.$$

Пример 4.

Норма времени крана на монтаж плиты покрытия площадью 20 м^2 составляет 0,3 маш.-ч. Плиты монтирует звено, состоящее из четырех монтажников. Определить норму времени монтажников.

$$N_{\text{вр}} = \text{Ч}_p \cdot N_{\text{вр.маш.}} = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ чел.-ч.}$$

Пример 5.

Согласно ЕНиР Е2-1-8, табл. 3, п. 3, на разработку 100 м^3 грунта второй группы и погрузку его на транспортные средства экскаватором с прямой лопатой вместимостью $0,5 \text{ м}^3$ норма времени $N_{\text{вр.маш.}}$ составляет 2,7 маш.-ч.

Определить производительность машины в смену при ее продолжительности $T_c = 8,2 \text{ ч.}$

$$N_p = (T_c \cdot 100) / N_{\text{вр.маш.}} = (8,2 \cdot 100) / 2,7 = 304 \text{ м}^3/\text{см.}$$

Вопросы и задания:

Задание 1.

Определить время выполнения единицы строительно-монтажных работ, приведенной в таблице 12.1.

Таблица 12.1 –Исходные данные по вариантам

Вариант	Вид строительно-монтажной работы
1	Монтаж ригелей массой 10 т
2	Монтаж балок перекрытий массой 5 т
3	Укладка плит перекрытий площадью до 20 м^2
4	Установка фундаментных блоков и плит под колонны до 1.5т.
5	Укрупненная сборка ферм, пролет 30м.
6	Установка сеток массой 100 кг
7	Подача бетонной смеси бетононасосами производительностью $10 \text{ м}^3/\text{ч}$
8	Укладка бетонной смеси в прямолинейные стены толщиной до 200 мм
9	Монтаж колонны, массой до 4т.
10	Монтаж ригелей массой до 10т.
11	Укладка плит покрытия площадью до 15 м^2
12	Укладка плит перекрытий площадью до 3 м^2
13	Установка панелей стен подвалов площадью до 5 м^2
14	Установка панелей наружных стен площадью до 25 м^2
15	Установка лестничных маршей 2.5 т.
16	Установка объемных блоков лифтовых шахт до 6т.
17	Монтаж колонны, массой до 2т.
18	Монтаж колонны, массой до 15т.
19	Установка стеновых блоков стен подвала до 0.5 т.

20	Установка фундаментных блоков и плит под колонны до 2.5т.
21	Установка фундаментных блоков и плит под колонны до 3.5т.
22	Установка стеновых блоков до 3.5т.
23	Установка стеновых блоков до 2.5т.
24	Монтаж колонны, массой до 3т.
25	Монтаж колонны, массой до 6т.
26	Укрупненная сборка ферм, пролет 24м.
27	Укладка плит перекрытий площадью до 5 м ²
28	Укладка плит перекрытий площадью до 10 м ²
29	Укладка плит покрытия площадью до 3 м ²
30	Укладка плит покрытия площадью до 54 м ²

Задание 2.

Определить норму выработки при восьмичасовом рабочем дне, если выполняются виды работ, приведенные в таблице 12.2.

Таблица 12.2 –Исходные данные по вариантам

Варианты	Вид работы
1	Укладка бетонной смеси в отдельные конструкции объемом 3 м ³ вручную с уплотнением вибратором
2	Установка и вязка арматуры отдельными стержнями диаметром до 12 м в отдельные фундаменты
3	Установка металлической опалубки стен с площадью щитов до 10 м ²
4	Установка деревянной щитовой опалубки перекрытий при площади перекрытий между балками до 10 м ²
5	Заливка швов панелей стен высотой до 3 м
6	Заливка швов плит перекрытий
7, 8, 9	Простая штукатурка стен, улучшенная штукатурка стен и потолков

Задание 3.

Определить процент изменения норм времени (норм выработки) при условиях, приведенных в таблице 12.3.

Таблица 12.3 –Исходные данные по вариантам

Условия задания	Варианты задания								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Повышена норма выработки, %, на	10	15	20	25	30	22	18	17	24
Снижена норма выработки, %, на	10	15	20	25	30	22	18	17	24
Повышена норма времени, %, на	12	15	17	20	22	25	28	18	30
Снижена норма времени, %, на	12	15	17	20	22	25	28	18	30

Задание 4.

Вариант 1. Определить норму времени монтажников при установке фундаментных блоков массой 5 т, если известно, что норма времени монтажного крана $N_{вр.маш} = 0,34$ маш.-ч, а состав звена монтажников – 3 чел.

Вариант 2. Определить количество монтажников при установке панелей стен, если норма времени монтажников составляет 3 чел.-ч, а норма времени монтажного крана – 0,75 маш.-ч.

Вариант 3. Определить норму времени монтажного крана при установке ферм, если известно, что норма времени монтажников составляет 9,5 чел.-ч, а звено состоит из 5 человек.

Задание 5.

Определить производительность экскаватора в смену (8,2 ч) при условиях, приведенных в таблице 12.4.

Таблица 12.4 –Исходные данные по вариантам

Условия задачи	Варианты задачи								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Экскаватор с прямой лопатой с зубьями	+								
Экскаватор драглайн с зубьями		+							
Экскаватор с обратной лопатой с ковшом с зубьями			+						
Экскаватор, оборудованный грейферным ковшом				+					
Экскаватор с прямой лопатой со сплошной режущей кромкой					+				
Экскаватор драглайн с ковшом со сплошной режущей кромкой						+			
Экскаватор с обратной лопатой со сплошной режущей кромкой							+		
Экскаватор с планировочным ковшом								+	+
Вместимость ковша, м ³	1,0	0,5	0,65	0,75	0,8	0,65	0,4	0,4	0,4
Группа грунта	1	2	3	1	2	3	2	2	1
Погрузка на транспорт	+	-	+	+	+	-	+	+	-

1. Какие задачи решаются техническим нормированием?
2. Содержание сборников ЕНиР.
3. Как нормируются строительно-монтажные работы, выполняемые в зимнее время?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,6,7,10,12].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13

Тарифное нормирование и оплата труда в строительстве

Цель: овладеть способностью разрабатывать оперативные планы работы первичных производственных подразделений, вести анализ затрат и результатов производственной деятельности

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать нормативную документацию и методы технического нормирования;
- уметь определить норму времени и расценку за выполнение строительно-монтажных работ, определить сумму заработка вместе с премиями каждого рабочего, составлять калькуляцию трудовых затрат заработной платы;
- владеть методами анализа затрат и результатов производственной деятельности;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков разрабатывать оперативные планы работы первичных производственных подразделений, вести анализ затрат и результатов производственной деятельности, составление технической документации, а также установленной отчетности по утвержденным формам

Теоретическая часть:

Для правильного исчисления заработной платы в строительстве, учитывающей количество затраченного труда, квалификацию исполнителей, натуральную выработку, условия и качество труда, применяется тарифная система.

Основными элементами тарифной системы являются: тарифная сетка, тарифные ставки и тарифно-квалификационные справочники. К тарифной системе относятся также районные коэффициенты к заработной плате.

Тарифная система является основной сдельной и повременной формы заработной платы, так как виды материального поощрения начисляются на тарифную ставку и должностной оклад.

Тарифная ставка (таблица 13.1) – шкала соотношений в оплате труда рабочих различных разрядов, выражаемых посредством тарифных коэффициентов. Разряд рабочего характеризует уровень квалификации рабочего, а разряд работы – степень её сложности.

Таблица 13.1 – Тарифная сетка

Наименование показателя	Тарифный разряд рабочего					
	1	2	3	4	5	6
Тарифный коэффициент	1.00	1.08	1.19	1.34	1.54	1.80
Часовые тарифные ставки, коп.						
– при нормальных условиях труда	59	64	70	79	91	106
– при верхолазных работах и на работах по проходке горных склонов	73	79	88	99	113	131
– при тяжелых условиях труда	66	72	78	88	102	119
– при особо тяжелых и особо вредных условиях труда	73	79	88	99	113	131

Тарифный коэффициент показывает, во сколько раз уровень оплаты работ, отнесенных к данному разряду, превышает уровень оплаты самых простых работ, отнесенных к первому разряду.

В условиях перехода к рыночным отношениям, когда происходит повышение цен, уровень зарплаты, а следовательно, и тарифные ставки рабочих индексируются в зависимости от минимального размера заработной платы путем умножения часовой тарифной ставки на коэффициент повышения минимального размера зарплаты, определяемого как частное от деления последнего минимального размера зарплаты к предыдущему минимальному размеру, т. е. $K = Z_{п} / Z_{п-1}$.

Например, при первом повышении минимального размера зарплаты (70 руб.) до 185 руб. $K_1 = 185/70 = 2,64$, при втором повышении минимальной заработной платы до 400 руб.

$$K_2 = Z_{п}/Z_{п-1} = 400/185 = 2,16.$$

Часовая тарифная ставка определяется по формуле:

$$Ч_{п} = Ч_{п-1} \cdot K_{п}, \quad (13.1)$$

где $Ч_{п}$ – новая часовая тарифная ставка, коп.;

$Ч_{п-1}$ – предыдущая тарифная ставка, коп.

Общую сумму заработной платы распределяют среди членов бригады (звена) в соответствии с их квалификацией и фактически отработанным временем пропорционально. При этом применяются два способа распределения заработной платы: по коэффициенту приработка; по количеству обработанных чел.-ч, приведенных к 1-му разряду (или по тарифным коэффициентам).

По первому способу заработная плата каждого члена бригады (звена) определяется как произведение его тарифного заработка на коэффициент приработка, под которым понимается отношение сдельного заработка $Z_{сд}$ к общему тарифному заработку $Z_{т}$.

По второму способу с помощью тарифных коэффициентов вычисляют коэффициенто-часы, по которым рассчитывают сдельный заработок каждого члена бригады в соответствии с его разрядом. Коэффициенто-часы показывают фактически отработанных человеком часов, приведенных к 1-му разряду, и определяются на соответствующие тарифные коэффициенты (согласно квалификационным разрядам рабочих).

Определив для каждого рабочего и в целом для бригады коэффициенто-часы, рассчитывают заработную плату рабочих; для чего частное от деления заработка от бригады (звена) на сумму коэффициенто-часов умножают на соответствующие значения коэффициенто-часов (для каждого рабочего).

Распределение заработной платы между членами бригады (звена) таким способом рекомендуется производить также в табличной форме.

Пример 1.

Составить калькуляцию трудовых затрат зарплаты на следующие работы:

1. Монтаж двухветвевых колонн массой 17 т в стаканы фундаментов (без помощи кондукторов), $V_{зк} = 56$ шт.

2. Заделка стыков колонн с фундаментами (объем бетона в стыке $0,2 \text{ м}^3$), $V_{зк} = 56$ шт.

3. Монтаж подкрановых балок массой 6,5 т, $V_{пб} = 72$ шт.

4. Сварка закладных деталей подкрановых балок и колонн, $V_{св} = 115$ м. погонной длины.

5. Заделка стыков подкрановых балок, $V_{з.пб} = 60$ узлов.

Решение: Решение ведем в табличной форме (табл. 13.2). Для этого в начале в таблицу вписываем объемы работ (из условия), затем отыскиваем в ЕНиР Е4 и Е2 и записываем их в колонки. Далее вычисляем трудоемкость и сумму зарплаты за весь объем работ.

Таблица 13.2 – Калькуляция трудовых затрат и зарплаты

Обос- нова- ние	Наименование работы	Ед. изм.	Объем работ	Н _{вр.} чел.-ч, маш.-ч	Трудоемкость на весь объем работ, чел.-ч, маш.-ч	Расц., руб.-коп.	Сумма зарплаты за весь объем работ, руб.-коп.
Е4-1- 4, табл.4, п.2а	Монтаж двухветвевых колонн массой 16 т. в стаканы фундаментов (без помощи кондукторов)	Шт.	56	11,0 2,2	616 123	8,23	460 – 88
Е4-1- 25, табл.1, п.2	Заделка стыков колонн в стаканы фундаментов при объеме бетонной смеси в стыке	Шт.	56	1,2	67,2	0–89,4	50–06

	свыше 0,1 м ³						
Е4-1-6, табл.3, п4в.	Монтаж подкрановых балок массой 6,5 т.	Шт.	72	7,5 1,5	540 108	5–61	403–92
Е22-1-1, п.14	Сварка закладных деталей подкрановых балок	10м шва	11,5	3,2	36,8	2–97	33–47
Е4-1-25, табл.2, п.2,4,6	Заделка стыков подкрановых балок	Узел	60	2,64	158,4	1–967	118–02

Пример 2

Определить норму времени $H_{вр}$ и расценку $Расц.$ за установку колонн массой 10 т. в стаканы при помощи кондукторов. Работы производятся в феврале в г. Виннице

Решение: Согласно ЕНиР. Общая часть (прил.2):

Монтаж строительных конструкций относится к 3 группе работ, г. Винница – ко 2-й температурной зоне. Усредненные коэффициенты к $H_{вр}$ и $Расц.$ равны 1,14. Согласно ЕНиР Е4-1-4, (табл. 2, п. 7а), $H_{вр} = 5,7$, $Расц. = 4,26$.

При выполнении работ в г. Виннице в феврале:

$$H_{вр} = 5,7 \cdot 1,14 = 6,5 \text{ чел.-ч.}$$

$$Расц. = 4,26 \cdot 1,14 = 4,86 \text{ руб.}$$

Пример 3

Заработная плата бригады маляров из 14 чел. составила вместе с премиями 3856 руб. 68 коп. (табл. 13.3).

Таблица 13.3 – Заработная плата бригады, исчисленная по коэффициенту приработка

Табель- ный №	ФИО	Тариф- ный разряд рабоче- го	Часовая тарифная ставка, руб.-коп.	Отра- ботан- ное время, ч.	Сумма тарифного заработка руб.-коп.	Коэф. прира- ботка	Заработ- ная плата, руб.-коп.
1	Иванов И. И.	6	1-06	360,8	382,45	1067,9	408,44

2	Петров С. П.	6	1-06	328,0	347,68	«	371,31
3	Савенко А. А.	5	0-91	360,8	328,33	«	350,64
4	Суворов А. И	5	0-91	328,0	298,48	«	318,77
5	Степанов К. И.	4	0-79	360,8	285,03	«	304,40
6	Щелкунов А.	4	0-79	295,5	233,21	«	249,06
7	Захаров А. Б.	3	0-70	360,8	252,56	«	269,72
8	Пивоваров К.	3	0-70	328,0	229,6	«	245,2
9	Селезнев А. П.	3	0-70	311,6	218,12	«	232,94
10	Зыкин К. А.	3	0-70	295,2	206,64		220,68
11	Зайченко А. Б.	2	0-64	360,8	230,9	«	246,59
12	Чеканов Ю. П.	2	0-64	328,0	209,92	«	224,19
13	Челноков С. А.	2	0-64	311,6	199,42	«	212,97
14	Щипачев Ф. О.	2	0-64	295,2	188,93	«	201,77
					3611,27		3856,68

Пример 4

Распределить заработную плату бригады маляров в составе 14 чел. Сумма зарплаты с премиями бригады составила 3856 руб. 68 коп. (как в предыдущем примере).

Таблица 13.4 – Заработная плата бригады, исчисленная по количеству отработанных чел.-ч.

Табель- ный №	ФИО	Та- риф ный раз- ряд	Та- риф- ный коэф.	Отраб. время	Коэф. ч. (гр. 4*гр.5)	Отношен. общ. зара- ботка бригады к сумме коэф.-ч	Заработ- ная плата руб.-коп.
1	Иванов И. И.	6	1,7166	360,8	648,21	0,6301	408,44
2	Петров С. П.	6	1,7966	328,0	589,28	0,6301	371,31
3	Савенко А. А.	5	1,5424	360,8	556,49	0,6301	350,64
4	Суворов А. И.	5	1,5424	328,0	505,91	0,6301	318,77
5	Степанов К. И.	4	1,3390	360,8	483,10	0,6301	304,40
6	Щелкунов Н. О.	4	1,3390	295,2	395,27	0,6301	249,06
7	Захаров А. Б.	3	1,1864	360,8	428,05	0,6301	269,72
8	Пивоваров К.	3	1,1864	328,0	389,14	0,6301	245,20
9	Селезнев А. П.	3	1,1864	311,6	369,68	0,6301	232,94
10	Зыкин К. А.	3	1,1864	295,2	350,23	0,6301	220,68
11	Зайченко А. Б.	2	1,0847	360,8	391,36	0,6301	246,59
12	Чеканов Ю. П.	2	1,0847	328,0	355,78	0,6301	224,19
13	Челноков С. А.	2	1,0847	311,6	377,99	0,6301	212,97
14	Щипачев Ф. О.	2	1,0847	295,2	320,2	0,6301	201,77
					6120,64		3856,68

Вопросы и задания:

Задание 1.

Составить калькуляцию трудовых затрат и заработной платы на работы, указанные в таблице 13.5. Видами отдельных операций в количестве не менее 6 и их объемами студенты задаются сами.

Таблица 13.5 – Исходные данные по вариантам

Вариант	Сборник ЕНиР	Наименование работы
1	E2	Земляные
2	E8	Штукатурные
3	E8	Малярные
4	E8	Обойные
5	E8	Облицовочные
6	E11	Изоляционные
7	E7	Кровельные
8	E19	Устройство полов
9	E4	Устройство монолитных железобетонных конструкций
10	E4	Монтаж сборных конструкций
11	E5	Монтаж металлических конструкций
12	E6	Плотничные и столярные
13	E3	Каменные
14	E11	Изоляционные
15	E7	Кровельные
16	E19	Устройство полов
17	E4	Устройство монолитных железобетонных конструкций
18	E4	Монтаж сборных конструкций
19	E2	Земляные
20	E8	Штукатурные
21	E8	Малярные
22	E8	Обойные
23	E8	Облицовочные
24	E3	Каменные
25	E11	Изоляционные

Задание 2

Определить $N_{вр}$ и Расц. за выполнение строительно-монтажных работ в зимний период при условиях, приведенных в таблице 13.6.

Таблица 13.6 – Исходные данные по вариантам

№ варианта	Вид работы	Условия выполнения работы		
		место	время	сила ветра
1	Кирпичная кладка стен средней толщиной в 2,5 кирпича под расшивку	Караганда	Январь	4
2	Укладка ригелей массой до 3 т.	Могилев	Февраль	3
3	Установка подкрановых балок	Самара	Январь	1

4	массой до 5 т.	Москва	Декабрь	5
5	Установка ферм пролетом 24 м	Астрахань	Январь	4
6	Устройство лесов высотой до 6 м под опалубку ребристых перекрытий	Севастополь	Январь	3
7	Остекление металлических переплетов витрин толстым стеклом	Челябинск	Январь	4
8	Устройство изоляции фундаментов рулонными материалами в 2 слоя	Волгоград	Февраль	2
9	Покрытие крыш средней сложности кровельной сталью	Краснодар	Январь	2
	Установка ферм пролетом 36 м			

Задание 3.

Определить норму времени и расценку за выполнение строительно-монтажных работ при следующих условиях, представленных в таблице 13.7.

Таблица 13.7 – Исходные данные

№ вариан-та	Вид работы	Условия, снижающие производительность труда по пунктам						
		а	б	в	г	д	е	ж
1	Изоляция трубопроводов минеральной ватой. Работа выполняется в коллекторе, верхняя отметка которого находится ниже 3 м от поверхности земли						+	
2	Простая штукатурка поверхности стен и перегородок. Работа производится на действующем предприятии при наличии в зоне производства работ технологического оборудования							+
3	Устройство подвесных каналов к бетонным потолкам. Действующее предприятие нефтехимической отрасли промышленности	+						
4	Облицовка поверхностей керамическими плитками размером 150×150мм. Зона производства работ загромождена станками и лабораторным оборудованием		+					
5	Известковая окраска бетонных стен с выполнением всех подготовительных работ. Работа ведется в охранной зоне линий электропередач				+			
6	Простая масляная окраска стен по							

	штукатурке. В помещениях, где выполняются работы, температура воздуха 42 °С					+		
7	Установка арматурных сеток массой до 50 кг вручную. Работа ведется в тепляке			+				
8	Укладка бетона в фундаменты помощью бетононасоса			+				
9	Устройство подвесных каналов к бетонным потолкам. Действующее предприятие нефтехимической отрасли промышленности		+					

Задание 4

Определить сумму заработка вместе с премиями каждого рабочего бригады, используя первый способ распределения коэф. приработка при условиях, приведенных в таблице 13.8.

Таблица 13.8 – Исходные данные по вариантам

Условия задачи	Варианты задачи							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Общая сумма заработка, руб.-коп.	5241	4865	4540	3926	3680,6	3460,7	3201,3	3005,7
Обработанное время, смены, рабочими								
1-м, 6 разряд	25	23	22	19	18	17	16	15
2-м, 6 разряд	22	22	21	18	17	16	15	14
1-м, 5 разряд	25	23	22	19	18	17	16	15
2-м, 5 разряд	24	21	21	18	17	15	14	13
1-м, 4 разряд	25	23	22	19	18	17	16	15
2-м, 4 разряд	24	22	21	18	17	16	14	13
3-м, 4 разряд	23	21	20	17	16	14	13	11
1-м, 3 разряд	25	23	22	19	15	17	16	15
2-м, 3 разряд	23	22	21	18	18	16	15	14
3-м, 3 разряд	21	21	20	17	17	14	14	13
1-м, 2 разряд	25	23	22	19	15	17	16	15
2-м, 2 разряд	24	22	21	18	18	15	15	14
3-м, 2 разряд	23	21	20	17	17	16	13	12
4-м, 2 разряд	22	20	19	16	16	13	11	10
Продолжительность смены, ч	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2

Задание 5.

Определить сумму заработка вместе с премиями каждого рабочего, используя второй способ распределения зарплаты для условий, указанных в задаче 3.

1. Какие задачи решаются техническим нормированием?
2. Содержание сборников ЕНиР.
3. Как нормируются строительно-монтажные работы, выполняемые в зимнее время?
4. Нормирование работ, выполняемых в условиях, снижающих производительность труда.
5. Что содержит и для каких целей составляется калькуляция трудовых затрат и заработной платы?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,6,10,13].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14

Минимизация суммарного потребления ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства

Цель: научиться эффективно организовывать работу путем минимизации суммарного потребления ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы расчёта минимизации суммарного потребления ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства ;
- уметь минимизировать суммарное потребление ресурсов по сетевым графикам;
- владеть методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

Теоретическая часть:

Проблемы распределения ресурсов по работам сетевого графика и оптимального планирования строительства отдельных объектов, комплексов, сооружений на основе сетевых моделей являются достаточно сложными. От их успешного решения зависят эффективность планирования и управления различными производствами в отрасли строительства.

Общая постановка задач распределения ресурсов, рассматриваемых в этой лабораторной, звучит следующим образом. Задана продолжительность строительства объектов промышленного или другого комплекса. Необходимо

так распределить ограниченные ресурсы по работам или найти такие сроки начала каждой работы сетевого графика с учетом заложенной технологической последовательности их выполнения, чтобы для принятых критериев потребление ресурсов в найденном варианте календарного плана было оптимальным. Решение этой задачи может быть получено с помощью алгоритма минимизации максимального потребления ресурсов при заданном сроке.

В задачах минимизации потребности в ресурсах при заданных сроках выполнения работ становится естественным стремление к построению такого расписания работ, при котором максимальная потребность в основных ресурсах была бы как можно меньшей. В таких задачах критерием оптимальности плана может служить уровень потребляемых ресурсов. Из множества допустимых планов надо установить такой, который позволит выполнить заданную программу работ в течение ограниченного времени минимальным числом ресурсов. Математическая модель в соответствии с этим критерием оптимальности следующая: для заданного сетевого графика G , значений τ_p (длительность работы P), T (время окончания работ по сетевому графику), q_{pm} (интенсивность потребления M -го вида ресурсов работой P), построим такой план $\Pi = \{t_H\}$ (множество моментов начала работ), чтобы

$$J_M = \max \sum_{P \in R_t} q_{pm} \rightarrow \min$$

при условиях:

$$t_K - t_H \leq \tau_p; \max(t_H - \tau_p) \leq T; q_{pm} \geq 0 - \text{целое число},$$

где $\sum_{P \in R_t} q_{pm}$ - суммарная интенсивность потребления ресурса M в t -ую единицу времени работой P .

Эти задачи предусматривают улучшение исходного плана,

выраженного сетевым графиком, путем использования полных резервов времени некритических работ R_{Π} . Для обеспечения рационального использования ресурсов производят необходимые сдвиги начала и окончания работ. С этой целью лучше использовать не полные резервы времени R_{Π} , а разновидности свободного резерва временит R_C , зависящие от условий выполнения сетевого графика по наиболее ранним или поздним срокам их начала. При построении линейной диаграммы работ по ранним началам свободный резерв времени R_C некритической работы показывает резерв времени конца этой же работы R_{CK} . Он составляет количество времени, на которое можно увеличить продолжительность данной работы или отодвинуть ее начало без изменения раннего начала последующих за ней работ:

$$R_{CK}(i, j) = \min\{t_{p.n.}(j, k) - t_{p.o.}(i, j)\} \quad (14.1)$$

При построении линейной диаграммы сетевого графика по поздним срокам работ появляется другая разновидность свободного резерва времени - свободный резерв начала работы R_{CH} . Он представляет собой количество времени, на которое можно увеличить продолжительность данной работы или передвинуть ее начало без изменения позднего начала последующих работ:

$$R_{CH}(i, j) = t_{п.н.}(i, j) - t_{п.о.}(i, n) \quad (14.2)$$

Исходными данными для решения задачи являются сетевой график производственного процесса, расчет сетевого графика в табличной форме.

Алгоритм минимизации максимального потребления ресурсов при заданном сроке:

I. Предварительный шаг

- 1 Анализ сетевого графика с определением временных параметров.
2. Составление линейной диаграммы с учетом того, что работы начинаются в ранние сроки.
3. Построение эпюры ежедневной потребности в ресурсе с

определением промежутка (S_m, S_{m+1}) , в котором потребность в данном виде ресурса максимальна (максимальная ордината).

II. Общий шаг

4. Снижение уровня потребления ресурса на единицу в сравнении с найденной по действию 3 предварительного шага и выяснение возможности выполнения всех работ при заданном уровне и продолжительности строительства $t_{кр}$.

5. Из всех работ, расположенных в рассматриваемом промежутке, определяют те, которые допускают сдвиг $\varphi(i, j)$ за правую границу промежутка S_{m+1} без увеличения продолжительности строительства, т.е. те работы, для которых разность между резервом и промежутком времени от начала этой работы до момента S_{m+1} - число положительное:

$$\varphi(i, j) = R(i, j) - \{S_{m+1} - t_{p.н.}(i, j)\} \quad (14.3)$$

Значение $\varphi(i, j)$ характеризует величину максимально допустимого сдвига работы вправо. Если работ, допускающих перемещение, нет, то результат предыдущего шага является окончательным. Если работ, допускающих сдвиг в промежутке (S_m, S_{m+1}) , несколько, то первой сдвигается работа с большим значением $\varphi(i, j) > 0$ и с меньшей интенсивностью, и ее начало устанавливают над правой границей данного промежутка.

6. Определение вызванного сдвигом данной работы, минимального сдвига работ, расположенных правее, с установлением их начала на возможно раннее время.

7. Составление линейной диаграммы работ, расположенных над промежутком $(S_{m+1}, t_{кр})$ производится по $t_{p.н.}(i, j)$ с повторением действия 3 предварительного шага н.4-6 общего шага до тех пор, пока не будут уложены все работы в заданный уровень при неизменной продолжительности строительства. Если удастся расположить все работы, то, повторяем общий

шаг, если нет, то результат предыдущего шага - окончательный.

После общего шага выполняют первый, второй и последующие шаги (если таковые будут). Последовательность действий этих шагов совпадает с действиями 4-7 общего шага.

Пример:

Минимизировать суммарное потребление ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства, представленного сетевым графиком (рисунок 14.1), расчет сетевого графика в табличной форме приведен в таблице 14.1.

I Предварительный шаг

Линейная диаграмма, построенная по ранним срокам, и соответствующая ей эпюра имеют вид, показанный на рисунках 2 (а) и 2 (б) соответственно.

Первый шаг

Максимальное потребление ресурса по ранним срокам $\max A_t = 20$ в промежутке $[2, 4]$. Задаемся уровнем потребления ресурса, равным 19. Просматривая эпюру (рисунок 3 (б)), видим, что работы, расположенные в промежутке $[2, 4]$, не укладываются в заданный уровень ресурса. В этом промежутке находятся работы (2,4), (1,5), (1, 6), (2, 8), (3,7). Определяем работы, допускающие сдвиг. Работа (2, 4) - критическая, поэтому ее двигать нельзя. Резерв работы (1, 5) составляет 1, а время ее начала - 0. Максимально допустимый сдвиг, определяемый по формуле (22.3), $\varphi(1,5) = 1 - (4 - 0) = -3$, поэтому работу (1, 5) сдвигать нельзя. Максимально допустимый сдвиг $\varphi(1,6) = 0 - (4 - 0) = -4$, т.е. работу (1,6) также сдвигать нельзя (в скобках под стрелками показана интенсивность потребления ресурса).

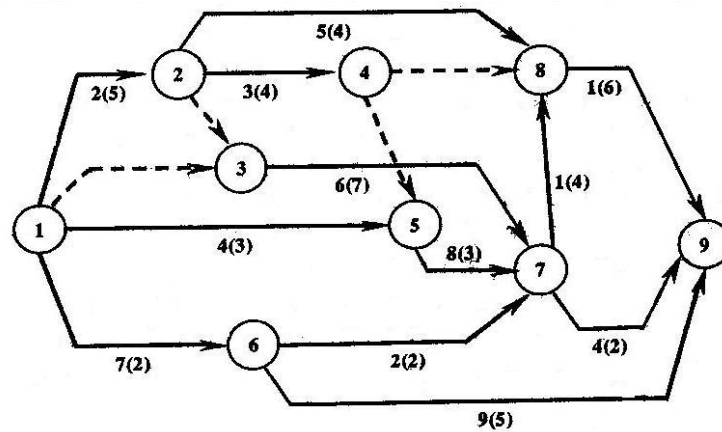
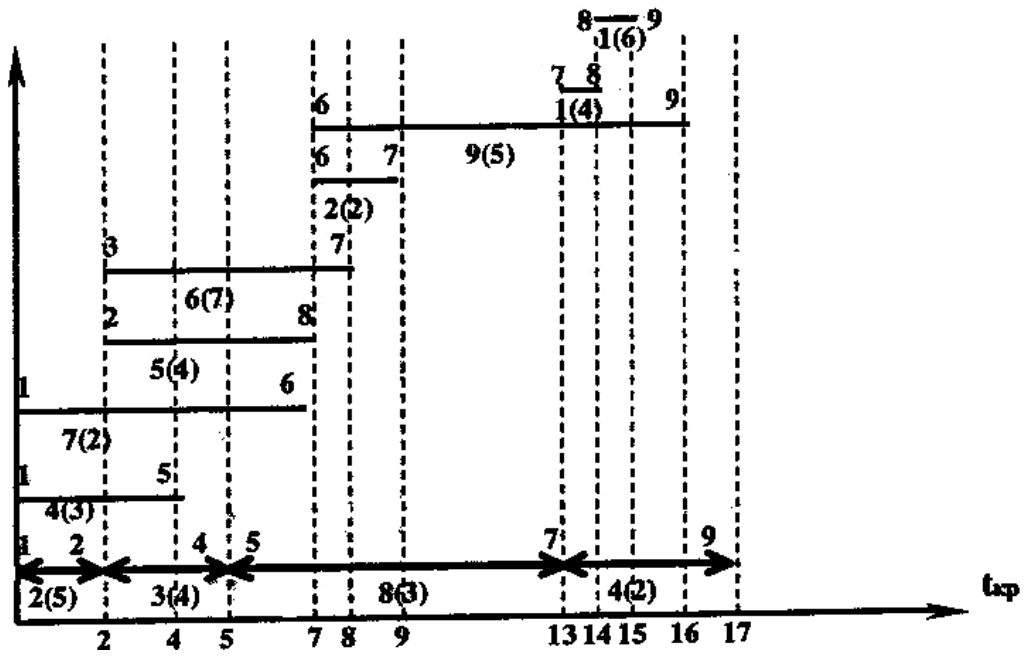


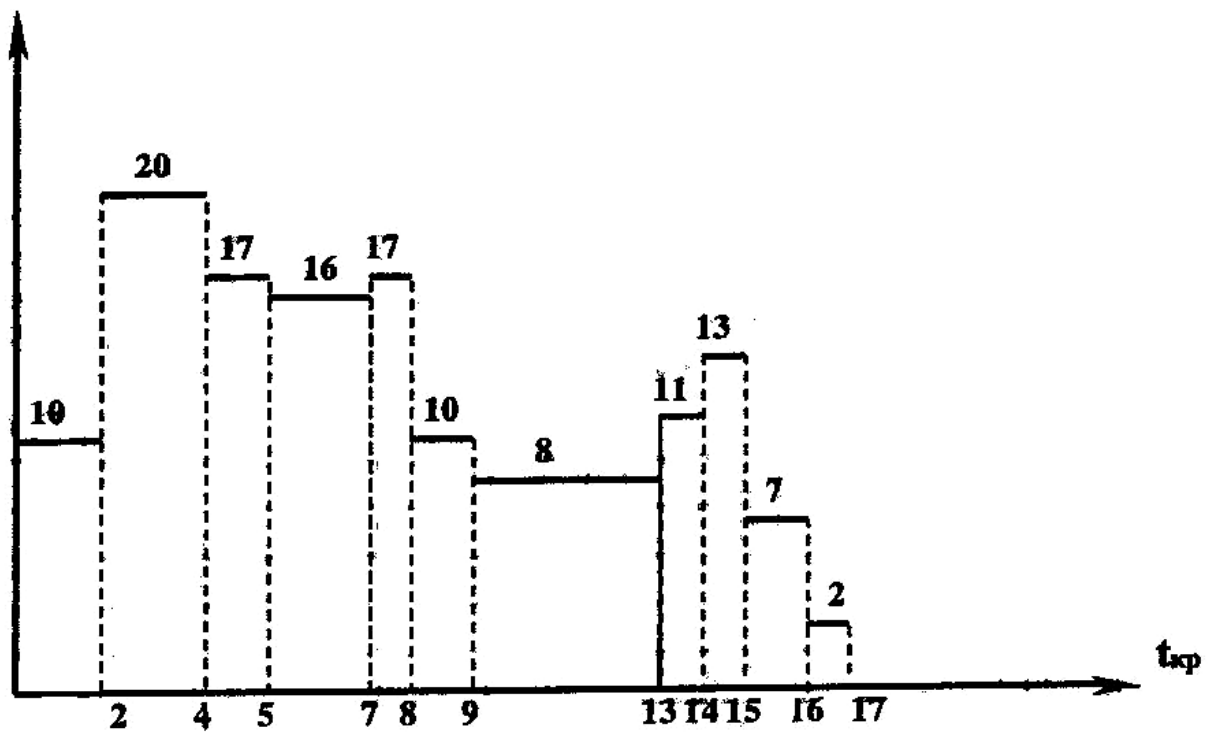
Рисунок 14.1 – Укрупненный сетевой график строительства

Таблица 14.1 – Расчет сетевого графика (рисунок 14.1) в табличной форме

Номер начальных событий предшествующих работам.	Код работ	Продолжительность работ	Ранние сроки работ		Поздние сроки работ		Резерв времени работ		
			Начала $t_{p.n.}(i, j)$	Окон- чания $t_{p.o.}(i, j)$	Начала $t_{п.н.}(i, j)$	Окон- чания $t_{п.о.}(i, j)$	Пол- ный $R_{п}(i, j)$	Свобод- ный конца работы $R_{ск}(i, j)$	Свобод- ный начала работы $R_{сн}(i, j)$
-	1,2	2	0	2	0	2	0	0	0
-	1,3	0	0	0	7	7	7	2	6
-	1,5	4	0	4	1	5	1	1	1
-	1,6	7	0	7	1	8	1	0	1
1	2,3	0	2	2	7	7	5	0	5
1	2,4	3	2	5	2	5	0	0	0
1	2,8	5	2	7	11	16	9	7	9
1,2	3,7	6	2	8	7	13	5	5	5
2	4,5	0	5	5	5	5	0	0	0
2	4,8	0	5	5	16	16	11	9	11
1,4	5,7	8	5	13	5	13	0	0	0
1	6,7	2	7	9	11	13	4	4	3
1	6,9	9	7	16	8	17	1	1	0
3,5,6	7,8	1	13	14	15	16	2	0	2
3,5,6	7,9	4	13	17	13	17	0	0	0
2,4,7	8,9	1	14	15	16	17	2	2	0
6,7,8	9,0	-	17	-	17	-	-	-	-



(a) – линейная диаграмма



(б) – эпюр

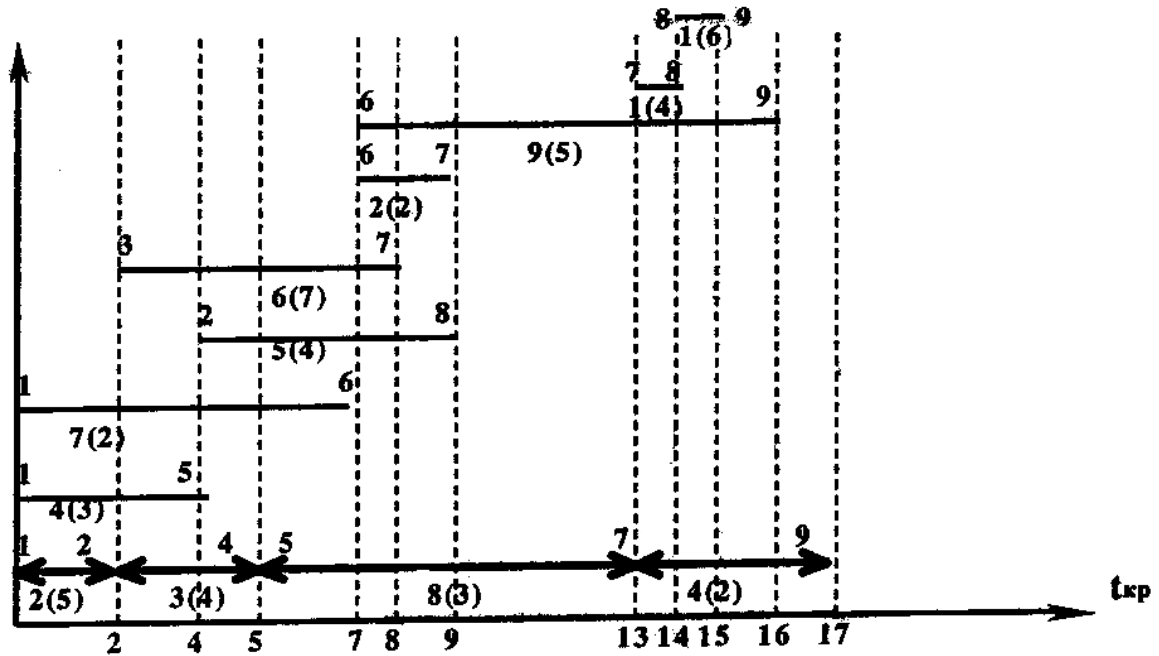
Рисунок 14.2 – Линейная диаграмма и эпюра до сдвига

$$\varphi(3, 7) = 5 - (4 - 2) = 3, \varphi(2, 8) = 7 - (4 - 2) = 5$$

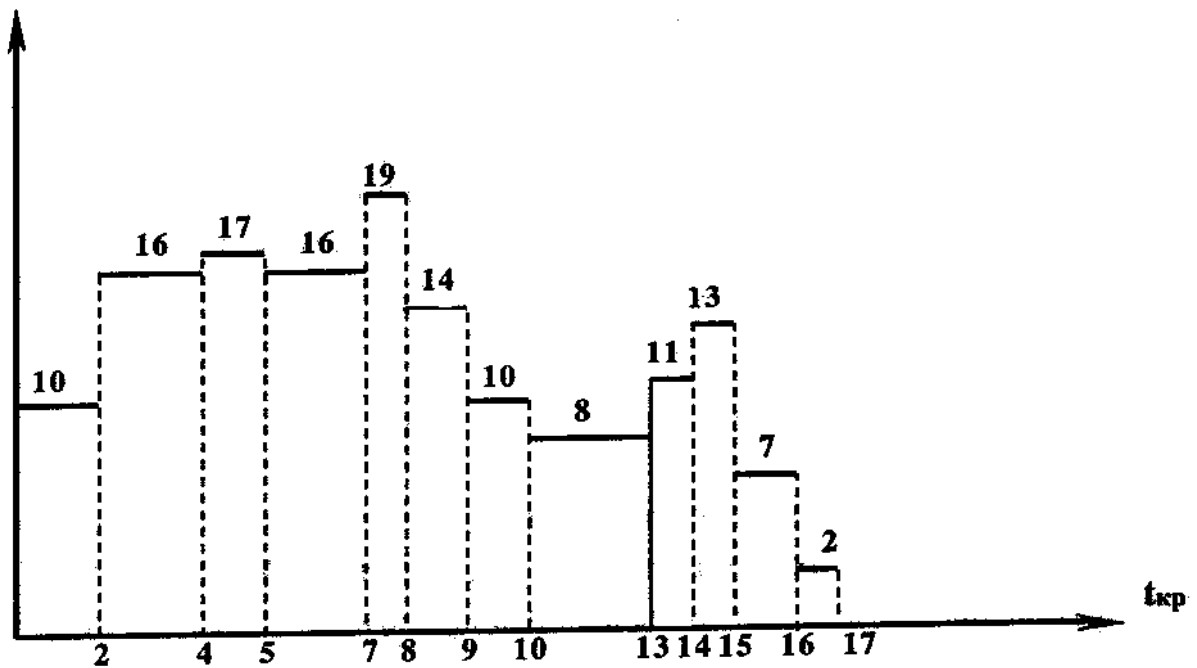
Следовательно, можно сдвигать только работы (3, 7) и (2, 8). По

интенсивности $a_{(2,8)} = 4 < a_{(3,7)} = 7$, следовательно, сдвигается работа (2,8) и устанавливается над $S_{m+1} = 4$.

Линейная диаграмма после сдвига примет вид, представленный на рисунке 14.3 (а).



(а) – линейная диаграмма



(б) – эпюра

Рисунок 14.3 – Линейная диаграмма и эпюра после сдвига

Продолжая просмотр новой эпюры, попадаем в промежуток $[7, 8]$, в котором потребление ресурсов, $A_{(7,8)} = 21$ что превышает заданную величину 19 на 2 единицы. В этом промежутке находятся работы: (2, 8), (3, 7), (5, 7), (6, 7), (6, 9). Работа (5, 7) – лежит на критическом пути, поэтому ее сдвигать нельзя. Допустимые сдвиги для других работ составят:

$$\begin{aligned} \varphi(3, 7) &= 5 - (8 - 2) = -1; & \varphi(2, 8) &= 5 - (8 - 4) = 1; \\ \varphi(6, 7) &= 4 - (8 - 7) = 3; & \varphi(6, 9) &= 1 - (8 - 7) = 0; \end{aligned}$$

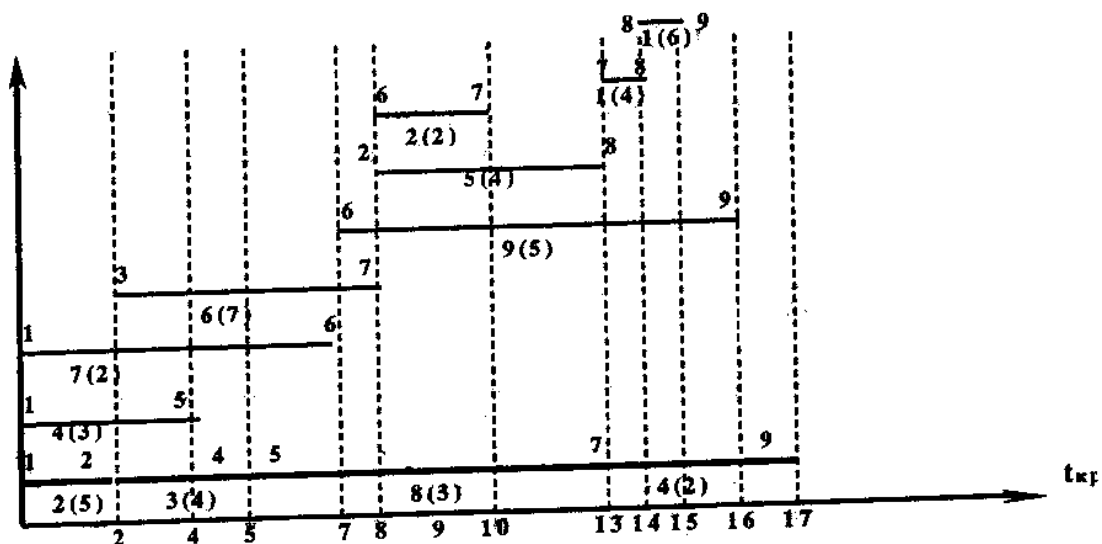
Из найденных значений видно, что сдвинуть можно только работы (2, 8) и (6, 7). Сравнив их интенсивности ($a_{(6,7)} = 2 < a_{(2,8)} = 4$), сдвигаем работу (6, 7) и устанавливаем ее раннее начало над промежутком $S_{m+1} = 8$. Результат приведен на рисунке 14.4 (а).

Теперь все работы уложены в заданный уровень ресурсов (рисунке 14.4 (б)).

Второй шаг

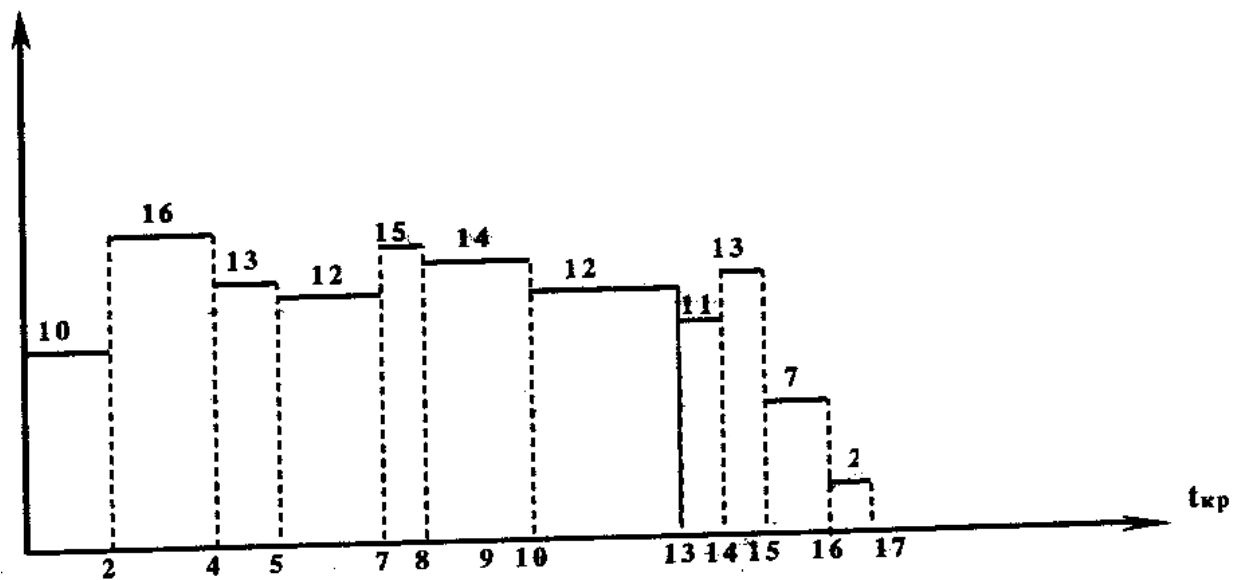
Задаемся уровнем потребления на единицу меньше, т.е. $A_t = 18$. В промежутке $[7, 8]$ превышен заданный уровень. Находим максимально допустимые сдвиги работ (2,8), (3,7), (5,7), (6,9):

$$\varphi(3, 7) = 5 - (8 - 2) = -1; \varphi(2, 8) = 5 - (8 - 4) = 1; \varphi(6, 9) = 1 - (8 - 7) = 0.$$



(а) – линейная диаграмма

(а) – линейная диаграмма



(б) – эпюра

Рисунок 14.5 – Линейная диаграмма и эпюра после минимизации суммарного потребления ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства

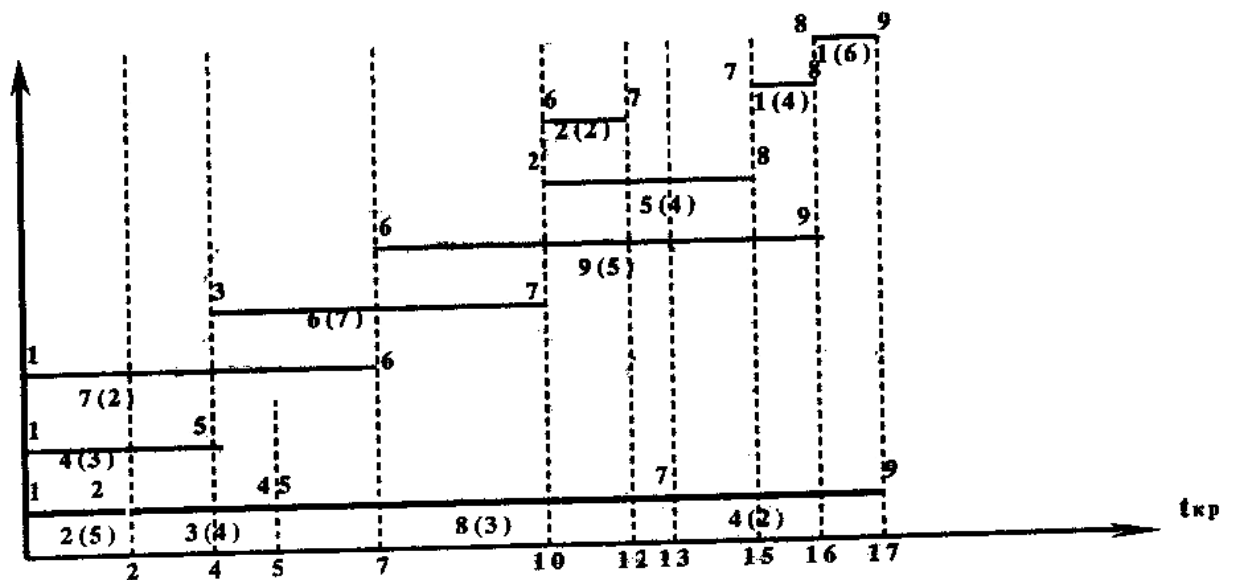


Рисунок 14.6 – Результат минимизации суммарного потребления ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства

Вопросы и задания:

Минимизировать суммарное потребление ресурсов по сетевым

графикам и построить для них эпюры потребления ресурсов в единицу времени. Исходные сетевые графики представлены по вариантам в приложении Б.

1. Дайте определение ранних и поздних сроков начала работ.
2. В чем различие между полным резервом времени и разновидностями свободного резерва?
3. Как определяется максимально допустимый сдвиг работы вправо?
4. Сформулируйте основную идею предложенного алгоритма.
5. Почему нельзя сдвигать вправо работы критического пути?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,6,10,11,12].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15

Минимизация времени выполнения проекта при ограниченных ресурсах

Цель: научиться эффективно организовывать работу путем минимизации времени выполнения проекта при ограниченных ресурсах

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы расчёта минимизации времени выполнения проекта при ограниченных ресурсах;
- уметь рассчитывать минимальную продолжительность производственного процесса, представленного в виде сетевого графика;
- владеть методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

Теоретическая часть:

В данной работе рассматривается случай, когда интенсивность потребления мощностей всеми работами постоянна и задана и, следовательно, известна фиксированная продолжительность работ, которые в процессе выполнения не прерываются. В этом случае составление расписания сводится к определению моментов начал или окончания всех работ проекта. Любое расписание, в котором эти моменты не превышают соответствующих поздних сроков, найденных по методу критического пути, является решением задачи минимизации времени T выполнения проекта, так как при этом расписании $T < T_{кр}$. Однако при ограниченных мощностях

нельзя построить расписание так, чтобы T не превышало $T_{кр}$. Тогда для включения некоторой новой работы в план рассматриваемого момента времени недостаточно, чтобы были окончены все предшествующие ей работы. Необходимо, чтобы включение этой работы, с учетом запланированных, не повлекло за собой превышения ни одного из заданных уровней мощностей, предназначенных для выполнения проекта. Отсюда процесс планирования сводится к последовательному рассмотрению элементарных промежутков планируемого периода и определения перечня тех работ, которые могут выполняться в этом промежутке без нарушения как технологических, так и ресурсных ограничений.

Приняты следующие обозначения. Имеется сетевой график C , состоящий из работ P ($P = 1, 2, \dots, p$). Для выполнения всех работ проекта требуется M ресурсов ($M = 1, 2, \dots, m$). Время окончания работ по сетевому графику T . Пусть τ_p – длительность работы P , t_k – момент ее окончания, а t_n – момент планового начала. Примем за $f(t)$ множества всех работ P проекта (фронт работ), которые могут выполняться в момент t за рассматриваемый промежуток времени $[k, l]$. Некоторое подмножество работ из множества всех работ P , выполняемых в t -ый день обозначим через R_t . Тогда модель можно сформулировать следующим образом.

Для сетевой модели G , значений $\tau_p, q_{pm}(t)$ и известных уровней наличия ресурсов $N_m(t)$ построим такой план

$$\Pi = \{t_n\}, t = 1, 2, \dots, k, \dots, l, \dots, T,$$

чтобы

$$J = \max(t_n + \tau_p) \rightarrow \min \quad (15.1)$$

при условии

$$t_k - t_n \leq \tau_p \quad (15.2)$$

которое обозначает, что при формировании плана нельзя выходить за пределы заданного времени T окончания работ комплекса G . Процесс формирования плана в такой постановке состоит в том, чтобы выбрать из $f(k,l)$ некоторое подмножество R_t , работ P для включения в расписание и сдвинуть начало отдельных работ рассматриваемого фронта в пределах промежутка (k,l) . При этом обязательно должно быть выполнено неравенство

$$\sum_{P \in R_t} q_{pm} \leq N_m(t) \quad (15.3)$$

при условии $q_{pm} > 0$ – целое число, где q_{pm} – интенсивность потребления M -го вида ресурсов работой P ; $N_m(t)$ – заданный уровень M -го ресурса в момент времени t .

Исходными данными являются сетевой график строительства, расчет сетевого графика в табличной форме, уровень наличия ресурсов (ограничения по рабочим), интенсивность потребления ресурсов постоянная.

Алгоритм

Предварительный шаг

- 1; Анализ сетевого графика с определением свободных резервов начала $R_{сн}(i, j)$ и конца работ $R_{ск}(i, j)$;
2. Составлению линейной диаграммы с учетом того, что работы начинаются в ранние сроки $t_{р.н.}(i, j)$.
3. Построение эпюры ежедневной потребности в ресурсе с нанесением имеющегося уровня.

Первый шаг

4. Установление монотонно возрастающей последовательности всех работ по их ранним началам и окончаниям путем проектирования начала и конца каждой работы на горизонтальную ось. Такую последовательность

обозначим $S_0, S_1, \dots, S_n$, где S_0 – самая левая проекция, S_1 – следующая за S_0 проекция и т.д., а $S_n = t_{кр}$ самая правая проекция.

Рассмотрение работ в промежутке (S_0, S_1) и присвоение им соответствующего номера (первый, второй, третий и т.д.) в порядке возрастания свободных резервов времени конца работ, а при равных $R_{ск}(i, j)$ – в порядке убывания интенсивностей $a(i, j)$.

Суммирование интенсивностей работ промежутка (S_0, S_1) в порядке возрастания присвоенных номеров. Если полученная сумма не превышает заданного уровня, то начала работ оставляют прежними и переходят к рассмотрению, второго промежутка (S_1, S_2) . Если сумма превышает запланированный уровень ресурса, то работы, которые привели к превышению принятого уровня, передвигают ранними сроками начал к правой границе первого промежутка, т.е. к S_1 .

Второй шаг

Перерасчет временных параметров у работ, сдвинутых ранними началами к S_1 ; установление новой, монотонно возрастающей последовательности $S_1, S_2, \dots, S_n$ по правилу 4 первого шага.

Выделение работ промежутка (S_1, S_2) начатых не позже момента S_1 и продолжающихся после него. Определение для работы, начатой до S_2 , разности между ее новым $R_{ск}(i, j)$ и отрезком этой работы от ее начала до правой границы S_2 промежутка (S_1, S_2) с присвоением ей номера в порядке возрастания вычисленных разностей, а при равных разностях – в порядке убывания их интенсивностей. При нумерации работ в первую очередь присваиваем номера тем работам, которые начались на предыдущем промежутке и еще не закончены. Затем получают номера критические работы и все остальные в порядке возрастания их резервов времени.

Суммирование интенсивностей работ промежутка (S_1, S_2) по правилу 6 первого шага в порядке возрастания присвоенных номеров с учетом действий 8 второго шага и 5 первого шага.

Третий шаг

Перерасчет временных параметров для работ, сдвинутых к 8:, с повторением всех действий второго шага и т.д. до тех пор, пока не будут просмотрены все промежутки и уложены все работы в заданный уровень ресурсов. Полученное при этом время выполнения работ принимается за приближенное решение при заданном уровне ресурсов.

Полученное время не обязательно минимально при заданном наличии ресурсов, но обычно дает хорошее приближение к искомому минимуму.

Пример:

Найти минимальную продолжительность строительного процесса, представленного в виде сетевого графика (рисунок 15.1), расчёт которого приведен в таблице 15.1 предыдущей лабораторной, уровень наличия ресурсов, принимаемый равным 16, интенсивность потребления ресурсов постоянная.

Для сетевого графика рисунок 15.1 возрастающая последовательность начал и окончания работ:

$$S_0 = 0; S_1 = 2; S_2 = 4; S_3 = 5; S_4 = 7; S_5 = 8; S_6 = 9; S_7 = 13;$$

$$S_8 = 14; S_9 = 15; S_{10} = 16; S_{11} = 17.$$

Линейный график выполнения работ по их ранним срокам начала (по данным расчета таблицы 15.1) и эпюра ежедневной потребности ресурсов приведены на рисунке 15.2.

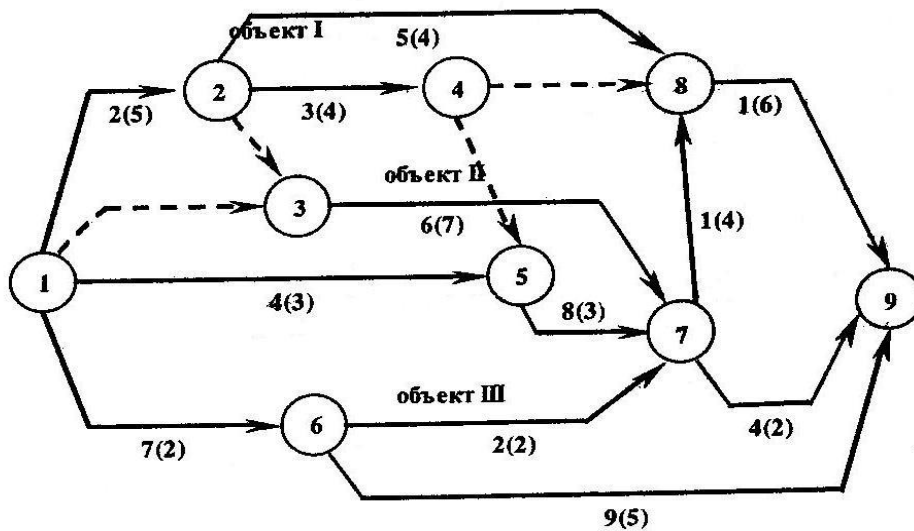
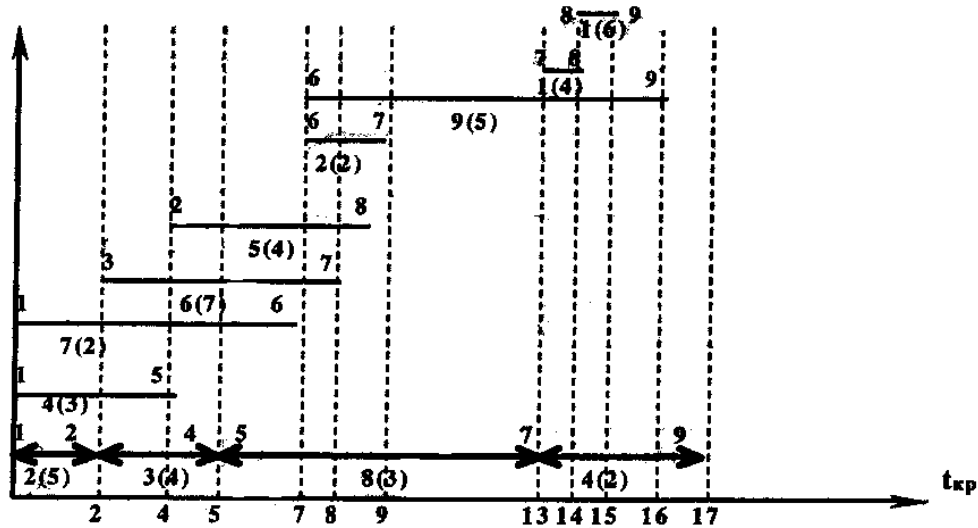


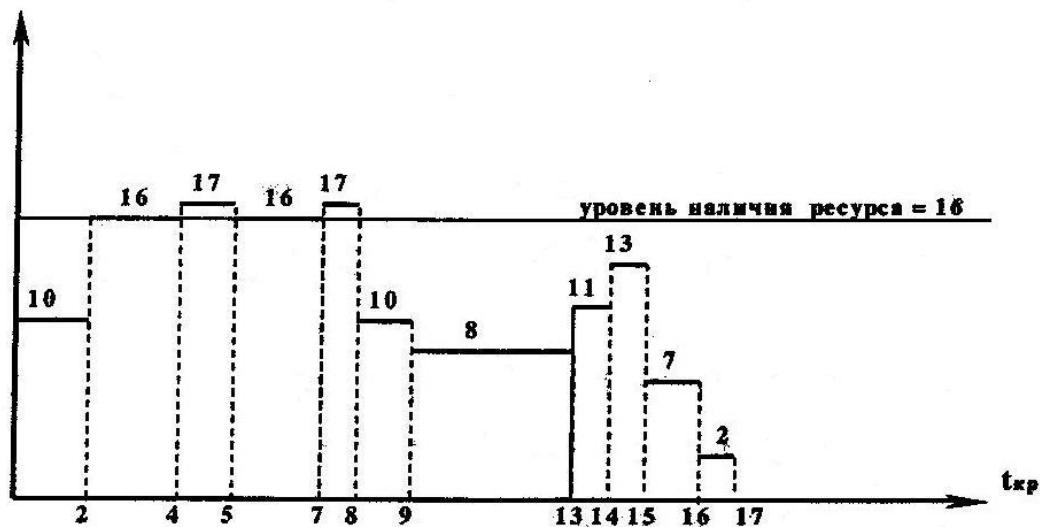
Рисунок 15.1 – Сетевой график строительства

В промежутке (S_0, S_1) работы $(1, 2)$, $(1, 5)$, $(1, 6)$. Работа $(1, 2)$ – критическая, поэтому ей присваивают первый порядок, а работы $(1, 5)$ и $(1, 6)$ имеют свободные резервы времени конца работы; соответственно $R_{\text{ск}}(1, 5) = 1$ и $R_{\text{ск}}(1, 6) = 0$. Отсюда работе $(1, 5)$ присваивают третий порядок, а работе $(1, 6)$ – второй. Общее число ресурса для выполнения работ $(1, 2)$, $(1, 5)$ и $(1, 6)$ составит $5 + 3 + 2 = 10$, что не превышает наличия ресурса. Следовательно, время начала этих работ остается без изменения.

В промежутке (S_1, S_2) работы $(1, 5)$ и $(1, 6)$ начаты до момента S_1 , поэтому первенство присвоения номеров оставляют за ними. Отсюда работе $(1, 6)$ присваивают первый номер ($R_{\text{ск}}(1, 6) = 0$), работе $(1, 5)$ – второй ($R_{\text{ск}}(1, 5) = 1$). Другим работам $(3, 7)$ и $(2, 8)$ – соответственно четвертью ($R_{\text{ск}}(3, 7) = 5$) и пятый ($R_{\text{ск}}(2, 8) = 7$) номера.



(a) – Линейная диаграмма



(б) – эпюра

Рисунок 15.2 – Линейная диаграмма и эпюра, полученные после первого шага

Суммируем количество ресурса, используемое на этих работах, по возрастанию номеров (порядков). Начинаем с работ (1, 5) и (1, б). Их ресурсы $2 + 3 = 5 < 16$. К ним прибавляем интенсивность работы (2, 4), отчего общие ресурсы будут $5 + 4 = 9 < 16$. С учетом интенсивности работы (3; 7) ресурсы достигнут $9 + 7 = 16$. Полученная сумма равна уровню наличия ресурсов. Начало оставшейся работы (2, 8) сдвигаем к моменту $S_2 = 4$, отчего величина

$R_{\text{ск}} (2, 8)$ с, учетом сдвига составит $7 - 2 = 5$. Получим новую линейную диаграмму и эпюру ежедневной потребности ресурсов в результате действий первого шага.

В промежутке (S_2, S_3) , где $S_2=4$, а $S_3=5$, определяем порядок работ (1, б) - первый, (2,4) - второй, (3,7) - третий и (2,8) - четвертый.

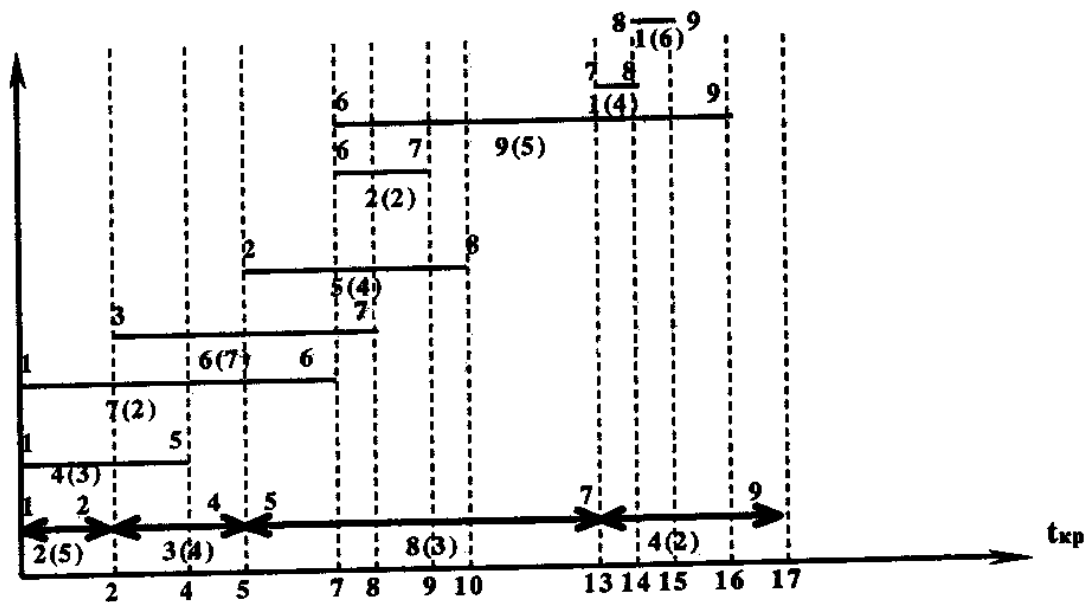
Суммируем потребность в ресурсах:

для работ (1,6) и (2,4) - ресурсы $2+4=6<16$;

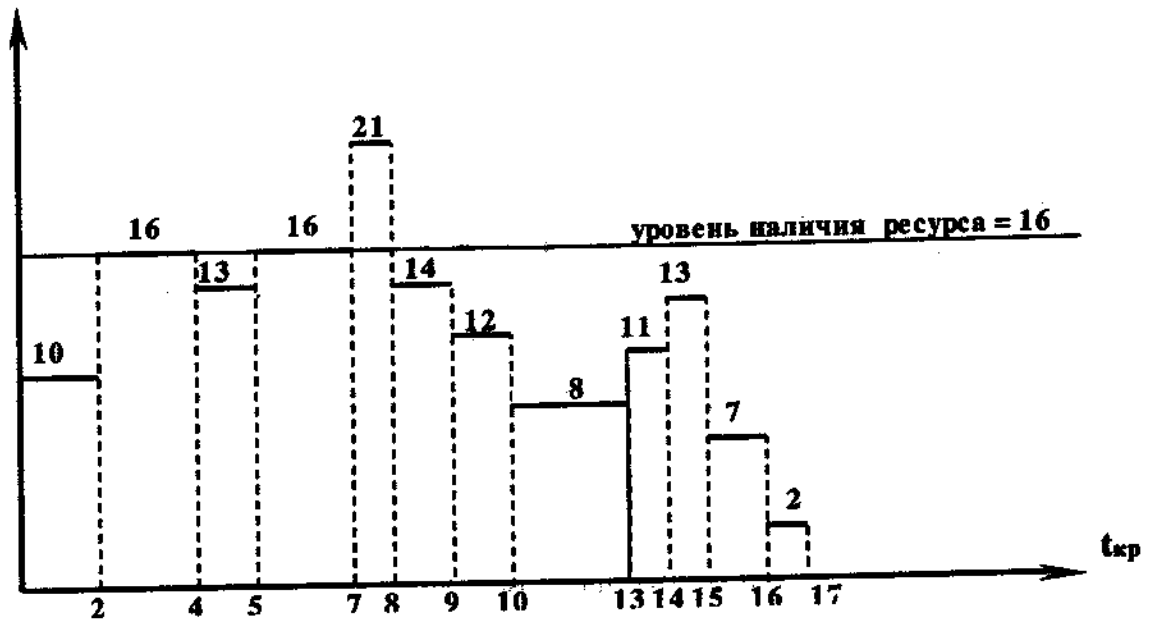
(1,6),(2,4) и (3,7)-ресурсы $2+4+7=13<16$;

(1,6),(2,4),(3,7) и (2,8) - ресурсы $2+4+7+4=17>16$. Поэтому начало работы (2, 8) сдвигаем к моменту $S_3=5$, тогда $R_{\text{ск}} (2, в)=5-1=4$. Получаем новую линейную диаграмму (рисунок 15.3 (а)) и эпюру ежедневной потребности в ресурсах в результате второго шага (рисунок 3(б)).

Рассмотрев все оставшиеся промежутки подобным образом, получим окончательную диаграмму (рисунок 15.4). Эпюра ежедневной потребности в ресурсах на всем протяжении строительства при $t_{\text{кр}}=17$ не превышает запланированной (рисунок 15.4(б)).



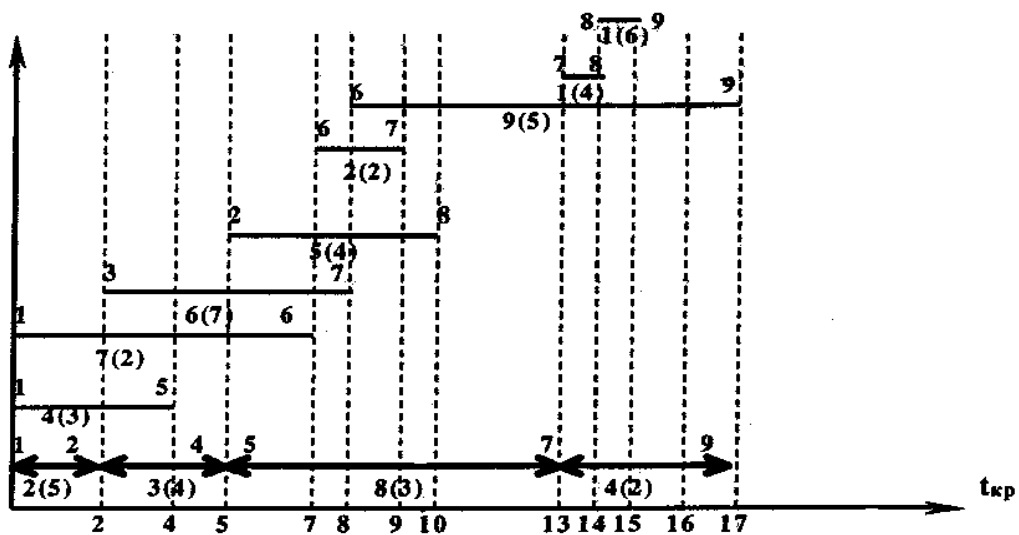
(а) – линейная диаграмма



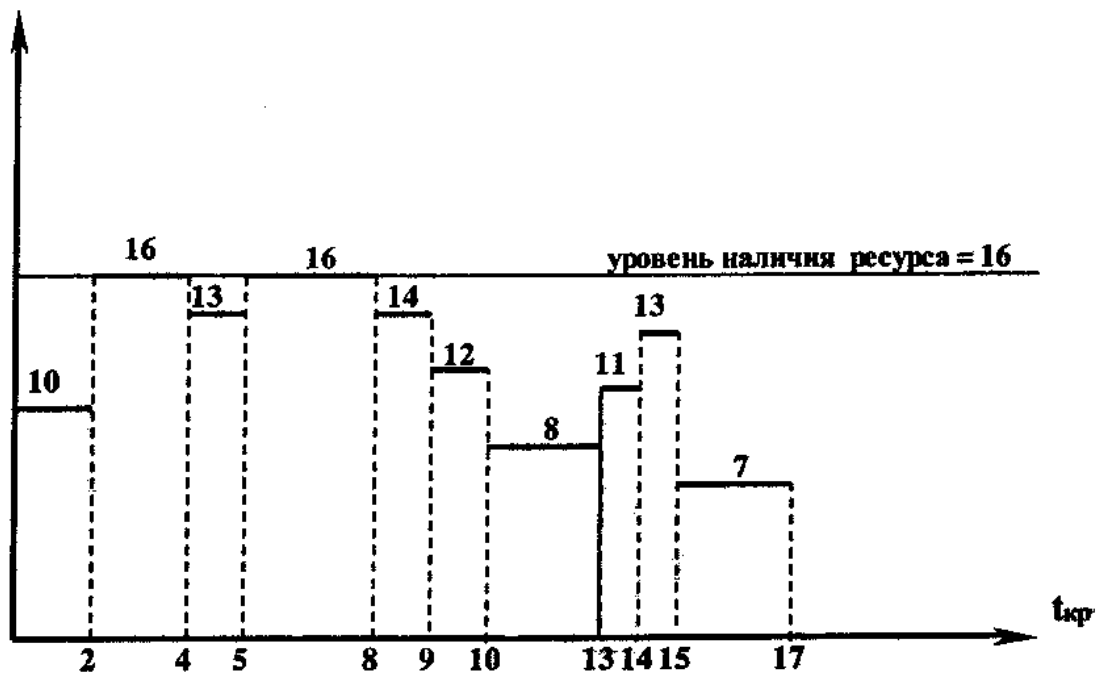
(б) – эпюра

Рисунок 15.3 – Линейная диаграмма и эпюра после второго шага

Этот алгоритм рационального распределения ограниченных ресурсов по времени с постоянной интенсивностью наиболее приемлем для случаев увязки отдельных сетевых графиков строительства объектов в комплексный на уровне генподрядного строительного управления или треста, в котором графики потребления должны соответствовать планируемому уровню ресурсов.



(а) – линейная диаграмма



(б) – эпюра

Рисунок 15.4 – Линейный график и эпюра выполнения работ после применения алгоритма

Вопросы и задания:

Найти минимальную продолжительность производственного процесса, представленного в виде сетевого графика (графики для каждого варианта взять по вариантам из приложения Б), уровень наличия ресурса для каждого варианта приведен в таблице 15.1.

Таблица 15.1– Исходные данные по вариантам

Вариант	Уровень наличия ресурса	Вариант	Уровень наличия ресурса
1	12	11	19
2	14	12	20
3	22	13	14
4	20	14	13
5	9	15	10
6	7	16	11
7	10	17	13
8	10	18	12
9	45	19	15
10	18	20	30

1. Как найти минимальную продолжительность производственного процесса?
2. Как в сетевых графиках осуществляется распределение ограниченных ресурсов для минимизации времени выполнения проекта?
3. Какой алгоритм рационального распределения ограниченных ресурсов по времени с постоянной интенсивностью?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,2,8,9].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16

Минимизация стоимости выполнения проекта

Цель: научиться эффективно организовывать работу путем минимизации времени стоимости выполнения проекта

Знания, умения и владения, приобретаемые обучающимся в результате освоения темы, в рамках формируемых компетенций:

- знать основы расчёта минимизации времени стоимости выполнения проекта;
- уметь рассчитывать минимальную продолжительность производственного процесса, представленного в виде сетевого графика;
- владеть методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой выполнения проекта;

Актуальность темы:

Получение базовых знаний, умений и навыков для осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

Теоретическая часть:

Для оптимизации сети по стоимости (затратам) необходимо иметь для каждой работы зависимость прямых затрат на ее выполнение от продолжительности работы. Обычный подход к этой задаче состоит в том, что для каждой работы фиксируют два режима выполнения: нормальный и срочный. Нормальному режиму выполнения работы соответствуют наименьшие затраты C_H и наибольшее время t_H , срочному – наименьшее время t_C и наибольшая стоимость C_C . Считается, что увеличение продолжительности работы на единицу времени приводит к повышению стоимости на величину

$$K_{\text{д.з.}} = \frac{C_{\text{с}} - C_{\text{н}}}{t_{\text{н}} - t_{\text{с}}}, \quad (16.1)$$

называемую коэффициентом дополнительных затрат.

При этих предположениях процесс оптимизации по стоимости производим следующим образом:

Начальный шаг

Строим сеть для варианта, который характеризуется нормальным режимом выполнения работ $C_{\text{н}}$, $t_{\text{н}}$.

Общий шаг

Определяем для данного варианта критический путь, его длину, полные резервы времени всех работ и затраты на реализацию проекта.

На критическом пути (или путях, если их несколько) определяем работу с наименьшим значением коэффициента дополнительных затрат.

Сокращаем продолжительность этой работы, пока один из новых путей не станет критическим (одна из работ сети исчерпает свой резерв) или ускоряемая работа не достигнет своей минимальной продолжительности.

Оптимизация производится в несколько шагов, каждый из которых требует выполнения пунктов 1-3. Процесс завершится, когда все работы, лежащие на критическом пути, будут выполняться в срочном варианте. Тогда дальнейшее сокращение их продолжительности невозможно, а сокращение продолжительности некритических работ будет лишь увеличивать стоимость проекта, не влияя на срок его завершения.

Пример:

Исходные данные сетевого графика приведены в таблице 16.1, рассмотрим процесс оптимизации этой сети по стоимости.

Таблица 16.1 – Исходные данные сетевого графика

Виды работ (i, j)	Продолжительность		Прямые затраты		Коэффициент дополнительных затрат, $k_{\text{д.з.}}$
	$t_{\text{н}}$	$t_{\text{с}}$	$C_{\text{н}}$	$C_{\text{с}}$	

(1,2)	6	3	300	345	15
(1,3)	4	2	160	180	10
(1,4)	2	1	70	90	20
(2,4)	2	2	110	110	∞
(3,5)	5	4	260	290	30
(4,5)	4	3	150	160	10
(2,6)	6	4	270	320	25
(5,6)	3	2	130	150	20

Начальный шаг

Строим сетевой график (рисунок 16.1), где указаны нормальные продолжительности работ. Присваиваем начальному шагу условный номер 0 и в соответствующие колонки таблице 16.2 заносим данные о резервах работ $R_{\Pi}(i, j)$ и их продолжительностях t_{ij} .

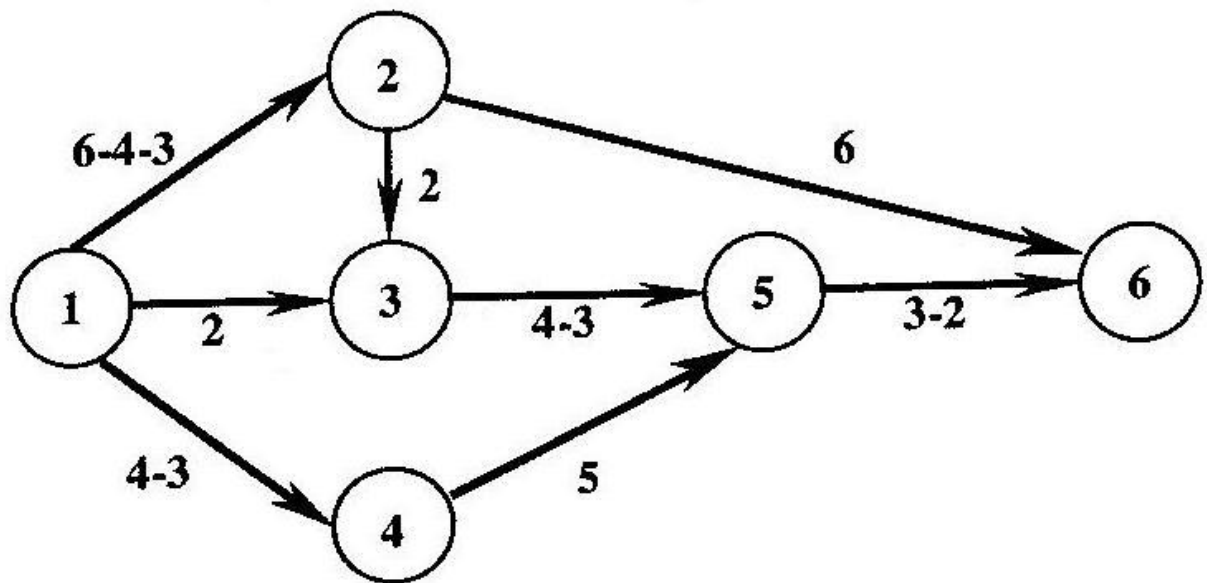


Рисунок 16.1 – Исходный сетевой график

Первый шаг

1. Находим, что в начальном варианте (шаг 0) при нормальных продолжительностях работ критический путь проходит через работы (1, 2), (2, 4), (4, 5), (5, 6), $t_{кр}=15$.

2. Анализируем $k_{д.з.}$ для критических работ. Наименьшее значение $k_{д.з.}=10$ связано с работой (4, 5), продолжительность которой может быть уменьшена с 4 до 3.

3. Сокращаем время выполнения работы (4, 5) на единицу.

4. Записываем новые резервы $R_{\Pi}(i, j)$ и новые t_{ij} в таблицу 16.2, а на сетевом графике справа от первоначальной продолжительности записываем новую.

Таблица 16.2 – Данные сетевого графика после оптимизации

(i, j)	t _н	t _с	k _{д.з.}	Резервы R _п (i, j)					t _{ij}					□ t	□ c
				Шаг оптимизации					Шаг оптимизации						
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
(1,2)	6	3	15	0	0	0	0	0	6	6	4	4	3	3	45
(1,3)	4	2	10	3	2	0	0	0	4	4	4	4	3	1	10
(i, j)	t _н	t _с	k _{д.з.}	Резервы R _п (i, j)					t _{ij}					□ t	□ c
				Шаг оптимизации					Шаг оптимизации						
				0	1	2	3	4	0	1	2	3	4		
(1,4)	2	1	20	6	6	4	4	3	2	2	2	2	2	-	-
(2,4)	2	2	∞	0	0	0	0	0	2	2	2	2	2	-	-
(3,5)	5	4	30	3	2	0	0	0	5	5	5	5	5	-	-
(4,5)	4	3	10	0	0	0	0	0	4	3	3	3	3	1	10
(2,6)	6	4	25	3	2	2	1	I	6	6	6	6	6	-	-
(5,6)	3	2	20	0	0	0	0	0	3	3	3	2	2	1	20

Второй шаг

5. Длина критического пути уменьшилась на единицу, $t_{кр}^1 = 14$. Работы, продолжительность которых достигла t_C и дальше не может быть уменьшена, отмечаем звездочкой.

6. Рассматриваем $k_{д.з.}$ для критических работ, не отмеченных звездочкой после первого шага, и выбираем для сокращения работу (1,2) с наименьшим $k_{д.з.} = 15$.

7. Работа (1, 2) может быть сокращена на три единицы. В то же время для некоторых не критических работ полный резерв равен всего двум единицам и, если он будет исчерпан, возможно возникновение нового критического пути. Поэтому сокращаем работу (1, 2) на две единицы.

8. Записываем новые резервы времени и новые t_{ij} в соответствующие колонки шага 2 таблицы 16.2.

Третий шаг

9. Появились две новые критические работы (1, 3) и (3, 5), и в сети наряду с критическим путем (1, 2), (2, 4), (4, 5), (5, 6) возник второй критический путь (1, 3), (3, 5), (5, 6). Длина критических путей после второго шага $t_{кр}^2 = 12$.

10. При наличии двух и более критических путей время выполнения проекта может быть сокращено лишь при их одновременном сокращении.

Поскольку работы (2, 4) и (4, 5) выполняются при своих наименьших продолжительностях, уменьшить время разработки можно тремя способами;

а) сокращая продолжительность работы (5, 6), принадлежащей обоим путям;

б) ускоряя работы (1, 2) первого пути одновременно с ускорением работы (1, 3) второго пути;

в) ускоряя работы (1, 2) и (3, 5).

Дополнительные затраты на единицу сокращения времени будут равны соответственно 20; $15 + 10 = 25$; $15 + 30 = 45$.

11. Время выполнения работы (5,6) сокращаем с $t_n = 3$ до $t_c = 2$.

12. Новые значения величин $R_{п}(i, j)$ и t_{ij} записываем в колонках шага 3, длина критических путей уменьшается до 11.

Четвертый шаг

13. Теперь срок разработки может быть уменьшен лишь при одновременном сокращении продолжительности работ (1, 2) и (1, 3) или (1,2) и (3, 5), поскольку все остальные работы критических путей выполняются при своих наименьших продолжительностях.

14. Ускорению подлежат работы (1, 2) и (1,3), характеризующиеся меньшими суммарными дополнительными затратами (25 против 45). Хотя работа (1, 3) может быть ускорена на 2 единицы, работа (1, 2) допускает сокращение продолжительности лишь на единицу времени.

15. Производя сокращение продолжительности работ (1, 2) и (1, 3) на единицу времени, уменьшаем длину критических путей до $t_{кр}^4 = 10$.

16. Соответствующие значения $R_{\Pi}(i, j)$ и t_{ij} заносим в таблицу 16.2, шаг 4.

Теперь все работы критического пути отмечены звездочками; значит, они выполняются при своих наименьших продолжительностях. Следовательно, данный путь достиг своей минимальной продолжительности и, хотя некоторые работы сети еще могут быть ускорены, дальнейшее уменьшение длительности проекта невозможно. Увеличивать же затраты, сокращая продолжительность работ, не влияющих на срок завершения проекта, неразумно.

В двух последних колонках таблицы 16.2 показаны итоговая величина сокращения продолжительности каждой работы Δt и связанный с этим размер дополнительных затрат Δc . Общие дополнительные затраты составляют 85 руб. если же с самого начала идти неоптимальным путем, т.е. сократить время выполнения все работ до минимально возможного, то, как видно из таблицы 2, прирост затрат составил бы величину $1645 - 1450 = 195$ р. при том же времени выполнения проекта – 10 дней. Очевидно, эффект получен за счет того, что ускорены не все работы, а лишь те, которые реально влияют на сроки выполнения проекта.

Вопросы и задания:

Построить сетевой график, найти критический путь и оптимизировать проект по стоимости проведения работ. Исходные данные для расчета по вариантам представлены в приложении В, таблица В.1.

1. В чем смысл коэффициента дополнительных затрат и как его вычисляют?

2. В чем состоит основная идея оптимизации сетевых графиков по стоимости?

3. Почему сокращение длительности не критических работ не влияет на срок окончания проекта?

Список литературы, рекомендуемой к использованию по данной теме: [1,2,8,9].

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Горбанева, Е.П. Организация, планирование и управление в строительстве Электронный ресурс : учебное пособие / сост. Е.П. Горбанева. - Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. - 120 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-89040-593-7

2. Технология и организация строительства Электронный ресурс : практикум / П. Хазенкамп / С. Фламме / С.М. Кибардина / Л.И. Соколов. - Технология и организация строительства, 2022-08-16. - Москва : Инфра-Инженерия, 2017. - 196 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-9729-0140-1

Дополнительная

3. Авилова, И. П. Основы организации и управления в строительстве : Учебное пособие / Авилова И. П. - Белгород : Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013. - 161 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-361-00203-0

4. Гусакова, Е. А. Основы организации и управления в строительстве : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры : в 2 ч. / Е.А. Гусакова, А.С. Павлов ; Моск. гос. строит. ун-т (Национальн. исслед. ун-т), Ч.1. - М. : Юрайт, 2017. - 258 с. - (Бакалавр и Магистр. Академический курс). - На учебнике гриф: Рек.УМО. - Библиогр. в подстроч. примеч. - ISBN 978-5-534-01724-3, экземпляров 7

5. Осипенкова, И. Г. Основы организации и управления в строительстве : Учебное пособие / Осипенкова И. Г. - Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. - 94 с. - Книга находится в базовой версии ЭБС IPRbooks. - ISBN 978-5-9227-0474-8

6. Павлов, А. С. Экономика строительства : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры : в 2 ч. Ч.1 / А.С. Павлов. - М. : Юрайт, 2016. - 314 с. - (Бакалавр и магистр. Академический курс). - Библиогр. в подстроч. примеч. - ISBN 978-5-9916-7237-5, экземпляров 7

7. Серов, В. М. Организация и управление в строительстве : учеб. пособие / В. М. Серов, Н. А. Нестерова, А. В. Серов. - 3-е изд., стер. - Москва : Академия, 2008. - 428 с. : ил. - (Высшее профессиональное образование. Строительство). - Библиогр.: с. 421. - ISBN 978-5-7695-5282-3

8. Уськов В.В. Инновации в строительстве: организация и управление / В.В. Уськов. - Москва-Вологда : Инфра-Инженерия, 2016. - 342 с. - ISBN 978-5-9729-0115-9

Приложение А

Таблица А.1 – Исходные данные для расчета ритмичных потоков в матричной форме

Вариант 1		1	2	3	4	5
	1	4	6	3	5	6
	2	4	5	6	2	6
	3	4	5	6	2	3
	4	3	5	6	8	7
	5	2	3	5	4	9
Вариант 2		1	2	3	4	5
	1	2	3	6	5	4
	2	1	2	3	5	4
	3	3	6	5	7	9
	4	2	3	5	4	1
	5	2	3	6	5	9
Вариант 3		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	4	1
	2	2	3	5	4	1
	3	6	2	3	4	2
	4	3	6	5	2	1
	5	2	5	4	1	3
Вариант 4		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	4	1
	2	2	3	5	4	3
	3	5	6	8	4	1
	4	3	5	6	1	2
	5	3	5	4	2	6
Вариант 5		1	2	3	4	5
	1	2	3	6	4	5
	2	3	5	2	4	3
	3	2	3	5	2	4
	4	5	3	4	2	2
	5	2	3	4	5	6
Вариант 6		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	6	4
	2	2	3	4	2	1
	3	6	5	7	2	9
	4	3	6	5	8	5
	5	3	5	6	4	9
Вариант 7		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	6	4
	2	3	5	6	7	2
	3	2	3	5	4	6
	4	2	3	4	5	6
	5	2	3	4	5	6
Вариант 8		1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6
	2	2	3	5	6	4
	3	2	3	4	5	4
	4	2	3	4	5	4
	5	3	2	5	1	5
Вариант 9		1	2	3	4	5
	1	2	3	2	3	4
	2	2	3	2	2	4
	3	3	6	5	9	1
	4	2	3	4	5	9
	5	1	9	1	9	1
Вариант 10		1	2	3	4	5
	1	2	3	6	2	2
	2	3	6	9	5	2
	3	2	3	5	4	3
	4	9	5	4	2	1
	5	3	6	5	2	4
Вариант 11		1	2	3	4	5
	1	5	4	3	2	4
	2	6	5	4	2	3
	3	9	6	5	4	3
	4	3	5	2	4	6
	5	7	8	7	5	4
Вариант 12		1	2	3	4	5
	1	3	5	6	7	8
	2	9	6	5	4	7
	3	3	5	6	7	8
	4	3	5	7	8	9
	5	2	3	5	4	8
Вариант 13		1	2	3	4	5
	1	2	3	6	5	8
	2	2	3	5	6	7
	3	2	3	6	7	9
	4	3	5	6	8	4
	5	2	3	5	4	1
Вариант 14		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	4	6
	2	2	3	4	5	4
	3	2	3	4	1	3
	4	2	3	5	3	1
	5	1	2	3	5	4
Вариант 15		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	4	4
	2	2	3	5	4	7
	3	2	3	5	7	8
	4	3	5	6	7	1
	5	2	5	4	1	3

Продолжение таблицы А.1

Вариант 16		1	2	3	4	5
	1	5	1	2	3	3
	2	6	1	2	2	3
	3	5	8	4	5	6
	4	2	3	5	9	2
	5	3	8	5	3	1
Вариант 17		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	4	1
	2	2	3	5	6	4
	3	5	3	2	4	2
	4	2	3	4	5	6
	5	2	3	6	5	4
Вариант 18		1	2	3	4	5
	1	5	3	4	8	2
	2	3	6	5	2	4
	3	3	5	2	4	6
	4	3	5	2	4	6
	5	2	3	5	7	8
Вариант 19		1	2	3	4	5
	1	5	3	4	2	8
	2	3	5	2	7	9
	3	3	5	6	2	7
	4	3	6	5	2	8
	5	2	3	5	6	8
Вариант 20		1	2	3	4	5
	1	3	6	5	2	4
	2	1	2	5	4	6
	3	2	3	5	6	7
	4	2	3	5	4	8
	5	3	5	6	8	7
Вариант 21		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	4	7
	2	3	6	5	2	6
	3	2	3	5	6	8
	4	3	6	5	2	8
	5	2	3	5	6	8
Вариант 22		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	5	4
	2	9	8	6	5	4
	3	3	5	6	2	4
	4	3	2	5	4	6
	5	3	6	2	5	8
Вариант 23		1	2	3	4	5
	1	3	6	2	5	4
	2	3	5	2	4	6
	3	2	3	5	2	4
	4	2	3	5	6	7
	5	2	3	5	6	8
Вариант 24		1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6
	2	3	2	5	4	1
	3	3	2	5	6	8
	4	1	2	4	5	2
	5	3	6	2	4	1
Вариант 25		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	5	6
	2	2	3	5	4	3
	3	3	2	5	4	1
	4	3	2	5	4	1
	5	3	6	2	5	1
Вариант 26		1	2	3	4	5
	1	3	6	2	5	8
	2	2	3	5	4	2
	3	3	2	5	3	3
	4	2	3	5	4	2
	5	3	6	2	5	8
Вариант 27		1	2	3	4	5
	1	1	2	5	4	7
	2	3	5	2	4	1
	3	2	3	5	6	2
	4	2	3	5	4	2
	5	3	2	5	4	6
Вариант 28		1	2	3	4	5
	1	3	5	2	6	3
	2	3	2	5	4	5
	3	2	3	5	2	3
	4	2	2	3	5	6
	5	2	3	5	6	8
Вариант 29		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	2	3
	2	2	3	5	4	3
	3	3	2	6	1	2
	4	3	2	5	1	3
	5	6	5	4	2	3
Вариант 30		1	2	3	4	5
	1	3	2	5	4	2
	2	3	2	5	4	3
	3	3	2	5	4	3
	4	3	2	5	4	2
	5	3	2	4	5	1

Продолжение таблицы А.1

Вариант 16		1	2	3	4	5
	1	5	1	2	3	3
	2	6	1	2	2	3
	3	5	8	4	5	6
	4	2	3	5	9	2
	5	3	8	5	3	1
Вариант 17		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	4	1
	2	2	3	5	6	4
	3	5	3	2	4	2
	4	2	3	4	5	6
	5	2	3	6	5	4
Вариант 18		1	2	3	4	5
	1	5	3	4	8	2
	2	3	6	5	2	4
	3	3	5	2	4	6
	4	3	5	2	4	6
	5	2	3	5	7	8
Вариант 19		1	2	3	4	5
	1	5	3	4	2	8
	2	3	5	2	7	9
	3	3	5	6	2	7
	4	3	6	5	2	8
	5	2	3	5	6	8
Вариант 20		1	2	3	4	5
	1	3	6	5	2	4
	2	1	2	5	4	6
	3	2	3	5	6	7
	4	2	3	5	4	8
	5	3	5	6	8	7
Вариант 21		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	4	7
	2	3	6	5	2	6
	3	2	3	5	6	8
	4	3	6	5	2	8
	5	2	3	5	6	8
Вариант 22		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	5	4
	2	9	8	6	5	4
	3	3	5	6	2	4
	4	3	2	5	4	6
	5	3	6	2	5	8
Вариант 23		1	2	3	4	5
	1	3	6	2	5	4
	2	3	5	2	4	6
	3	2	3	5	2	4
	4	2	3	5	6	7
	5	2	3	5	6	8
Вариант 24		1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	6
	2	3	2	5	4	1
	3	3	2	5	6	8
	4	1	2	4	5	2
	5	3	6	2	4	1
Вариант 25		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	5	6
	2	2	3	5	4	3
	3	3	2	5	4	1
	4	3	2	5	4	1
	5	3	6	2	5	1
Вариант 26		1	2	3	4	5
	1	3	6	2	5	8
	2	2	3	5	4	2
	3	3	2	5	3	3
	4	2	3	5	4	2
	5	3	6	2	5	8
Вариант 27		1	2	3	4	5
	1	1	2	5	4	7
	2	3	5	2	4	1
	3	2	3	5	6	2
	4	2	3	5	4	2
	5	3	2	5	4	6
Вариант 28		1	2	3	4	5
	1	3	5	2	6	3
	2	3	2	5	4	5
	3	2	3	5	2	3
	4	2	2	3	5	6
	5	2	3	5	6	8
Вариант 29		1	2	3	4	5
	1	2	3	5	2	3
	2	2	3	5	4	3
	3	3	2	6	1	2
	4	3	2	5	1	3
	5	6	5	4	2	3
Вариант 30		1	2	3	4	5
	1	3	2	5	4	2
	2	3	2	5	4	3
	3	3	2	5	4	3
	4	3	2	5	4	2
	5	3	2	4	5	1

Таблица А.2 – Исходные данные для расчета неритмичных потоков в матричной форме

Вариант 1		1	2	3	4	5
	1	4	3	5	9	10
	2	1	2	3	9	5
	3	7	2	3	5	8
	4	1	3	6	2	4
	5	5	3	2	2	3
Вариант 2		1	2	3	4	5
	1	1	1	1	2	1
	2	4	5	2	1	3
	3	8	9	5	3	1
	4	2	2	2	2	2
	5	1	2	3	6	5
Вариант 3		1	2	3	4	5
	1	4	8	2	5	1
	2	2	9	1	8	2
	3	1	3	6	5	9
	4	3	2	1	6	9
	5	1	8	7	6	2
Вариант 4		1	2	3	4	5
	1	8	2	6	4	5
	2	5	3	2	1	5
	3	1	2	3	6	7
	4	5	3	2	1	1
	5	9	2	1	5	6
Вариант 5		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	8	1
	2	1	2	3	6	4
	3	2	5	6	2	1
	4	3	1	1	2	1
	5	5	2	3	1	2
Вариант 6		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	2	1
	2	1	2	3	6	9
	3	7	7	1	2	1
	4	3	4	5	1	8
	5	1	2	3	4	5
Вариант 7		1	2	3	4	5
	1	9	1	1	1	2
	2	1	1	1	2	5
	3	1	2	5	6	7
	4	4	5	8	9	7
	5	1	2	3	4	5
Вариант 8		1	2	3	4	5
	1	9	8	7	6	5
	2	4	3	2	1	1
	3	7	4	1	2	5
	4	8	5	2	1	3
	5	8	2	1	6	8
Вариант 9		1	2	3	4	5
	1	7	8	2	1	1
	2	1	2	1	2	1
	3	2	1	2	1	2
	4	5	2	1	3	1
	5	1	4	5	2	1
Вариант 10		1	2	3	4	5
	1	1	2	8	1	9
	2	4	4	1	1	1
	3	2	1	6	4	7
	4	1	2	3	4	5
	5	7	8	2	6	4
Вариант 11		1	2	3	4	5
	1	7	5	6	2	3
	2	9	1	1	1	1
	3	1	2	1	3	1
	4	2	1	3	1	1
	5	9	2	3	1	4
Вариант 12		1	2	3	4	5
	1	7	8	9	3	2
	2	1	5	4	8	2
	3	1	2	1	8	5
	4	2	8	6	7	7
	5	2	3	5	6	7
Вариант 13		1	2	3	4	5
	1	7	8	9	4	1
	2	1	2	3	8	9
	3	5	4	6	5	4
	4	7	8	5	2	3
	5	4	5	6	7	8
Вариант 14		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	2	1
	2	9	6	1	2	1
	3	2	3	5	6	7
	4	7	8	9	4	5
	5	5	8	6	4	3
Вариант 15		1	2	3	4	5
	1	4	8	6	4	2
	2	4	5	2	3	7
	3	1	1	1	2	5
	4	1	2	5	7	4
	5	2	3	5	6	1

Продолжение таблицы А.2

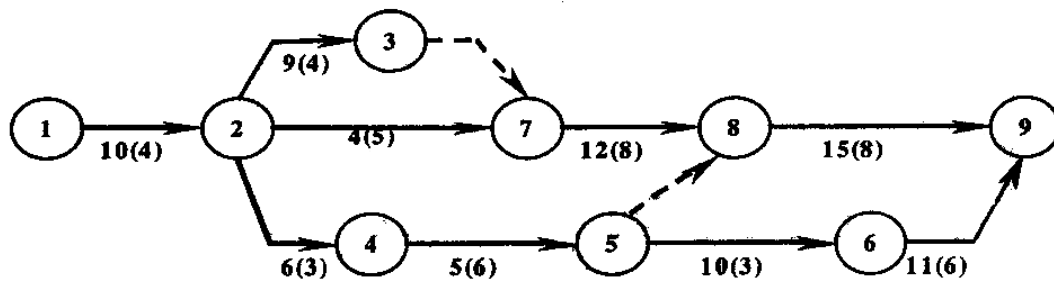
Вариант 16		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	9	4
	2	1	2	3	5	4
	3	7	8	6	7	9
	4	2	3	4	8	1
	5	7	5	6	3	1
Вариант 17		1	2	3	4	5
	1	2	3	1	8	6
	2	4	5	6	7	2
	3	8	3	2	1	4
	4	8	9	4	1	1
	5	1	2	3	8	4
Вариант 18		1	2	3	4	5
	1	5	4	1	2	8
	2	7	4	2	3	5
	3	2	3	5	6	2
	4	2	1	3	4	5
	5	8	5	7	4	3
Вариант 19		1	2	3	4	5
	1	1	5	9	3	4
	2	7	4	5	6	1
	3	5	4	6	7	2
	4	2	3	4	5	1
	5	9	7	5	6	4
Вариант 20		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	7	2
	2	1	2	3	4	5
	3	8	6	4	2	3
	4	5	6	7	2	1
	5	9	4	5	3	1
Вариант 21		1	2	3	4	5
	1	5	4	6	8	9
	2	1	2	1	3	4
	3	5	4	6	1	2
	4	1	5	6	7	9
	5	3	2	6	4	5
Вариант 22		1	2	3	4	5
	1	8	5	4	6	1
	2	5	6	4	7	8
	3	8	5	6	1	3
	4	2	3	5	6	7
	5	9	1	1	1	1
Вариант 23		1	2	3	4	5
	1	1	1	2	2	2
	2	2	2	1	1	1
	3	7	8	9	6	1
	4	10	2	3	4	5
	5	5	8	7	3	1
Вариант 24		1	2	3	4	5
	1	6	5	4	7	8
	2	4	5	2	3	1
	3	3	2	1	5	6
	4	5	4	2	1	1
	5	4	2	3	5	7
Вариант 25		1	2	3	4	5
	1	8	9	2	3	4
	2	8	6	4	2	3
	3	1	2	9	8	7
	4	8	5	6	2	4
	5	7	5	6	1	3
Вариант 26		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	2	3
	2	1	2	3	4	5
	3	8	5	3	4	5
	4	1	2	3	4	7
	5	9	5	6	1	4
Вариант 27		1	2	3	4	5
	1	5	4	6	7	8
	2	4	5	3	2	4
	3	4	5	6	7	2
	4	8	4	5	3	2
	5	7	5	4	4	4
Вариант 28		1	2	3	4	5
	1	5	5	5	6	4
	2	4	5	4	6	1
	3	3	2	6	4	5
	4	1	2	3	5	6
	5	7	5	3	2	9
Вариант 29		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	4	5
	2	8	5	2	3	6
	3	7	4	1	2	5
	4	3	6	9	1	3
	5	8	5	2	3	6
Вариант 30		1	2	3	4	5
	1	7	5	2	4	8
	2	6	5	5	4	3
	3	4	5	6	2	1
	4	3	3	3	5	5
	5	2	3	5	6	4

Продолжение таблицы А.2

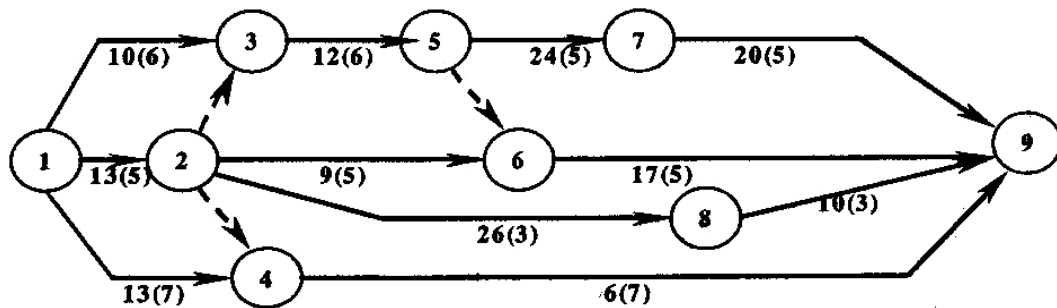
Вариант 16		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	9	4
	2	1	2	3	5	4
	3	7	8	6	7	9
	4	2	3	4	8	1
	5	7	5	6	3	1
Вариант 17		1	2	3	4	5
	1	2	3	1	8	6
	2	4	5	6	7	2
	3	8	3	2	1	4
	4	8	9	4	1	1
	5	1	2	3	8	4
Вариант 18		1	2	3	4	5
	1	5	4	1	2	8
	2	7	4	2	3	5
	3	2	3	5	6	2
	4	2	1	3	4	5
	5	8	5	7	4	3
Вариант 19		1	2	3	4	5
	1	1	5	9	3	4
	2	7	4	5	6	1
	3	5	4	6	7	2
	4	2	3	4	5	1
	5	9	7	5	6	4
Вариант 20		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	7	2
	2	1	2	3	4	5
	3	8	6	4	2	3
	4	5	6	7	2	1
	5	9	4	5	3	1
Вариант 21		1	2	3	4	5
	1	5	4	6	8	9
	2	1	2	1	3	4
	3	5	4	6	1	2
	4	1	5	6	7	9
	5	3	2	6	4	5
Вариант 22		1	2	3	4	5
	1	8	5	4	6	1
	2	5	6	4	7	8
	3	8	5	6	1	3
	4	2	3	5	6	7
	5	9	1	1	1	1
Вариант 23		1	2	3	4	5
	1	1	1	2	2	2
	2	2	2	1	1	1
	3	7	8	9	6	1
	4	10	2	3	4	5
	5	5	8	7	3	1
Вариант 24		1	2	3	4	5
	1	6	5	4	7	8
	2	4	5	2	3	1
	3	3	2	1	5	6
	4	5	4	2	1	1
	5	4	2	3	5	7
Вариант 25		1	2	3	4	5
	1	8	9	2	3	4
	2	8	6	4	2	3
	3	1	2	9	8	7
	4	8	5	6	2	4
	5	7	5	6	1	3
Вариант 26		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	2	3
	2	1	2	3	4	5
	3	8	5	3	4	5
	4	1	2	3	4	7
	5	9	5	6	1	4
Вариант 27		1	2	3	4	5
	1	5	4	6	7	8
	2	4	5	3	2	4
	3	4	5	6	7	2
	4	8	4	5	3	2
	5	7	5	4	4	4
Вариант 28		1	2	3	4	5
	1	5	5	5	6	4
	2	4	5	4	6	1
	3	3	2	6	4	5
	4	1	2	3	5	6
	5	7	5	3	2	9
Вариант 29		1	2	3	4	5
	1	1	2	3	4	5
	2	8	5	2	3	6
	3	7	4	1	2	5
	4	3	6	9	1	3
	5	8	5	2	3	6
Вариант 30		1	2	3	4	5
	1	7	5	2	4	8
	2	6	5	5	4	3
	3	4	5	6	2	1
	4	3	3	3	5	5
	5	2	3	5	6	4

Исходные данные по вариантам для практического занятия № 14

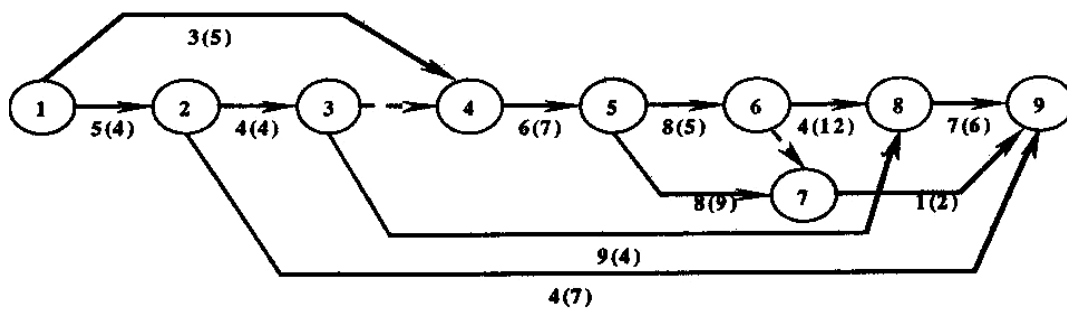
Вариант 1



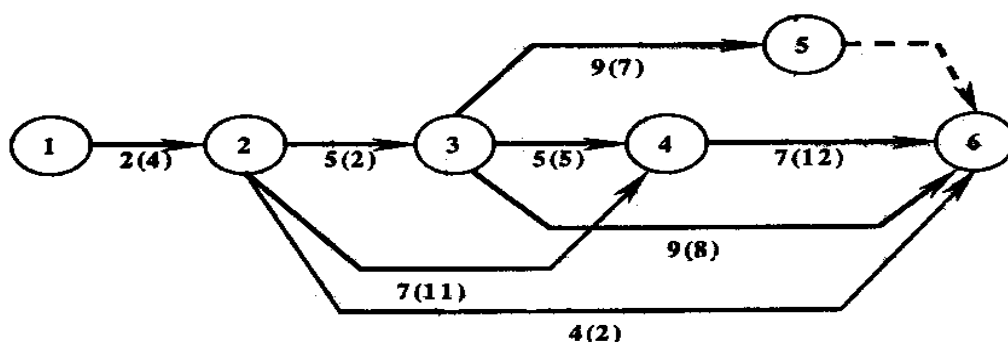
Вариант 2

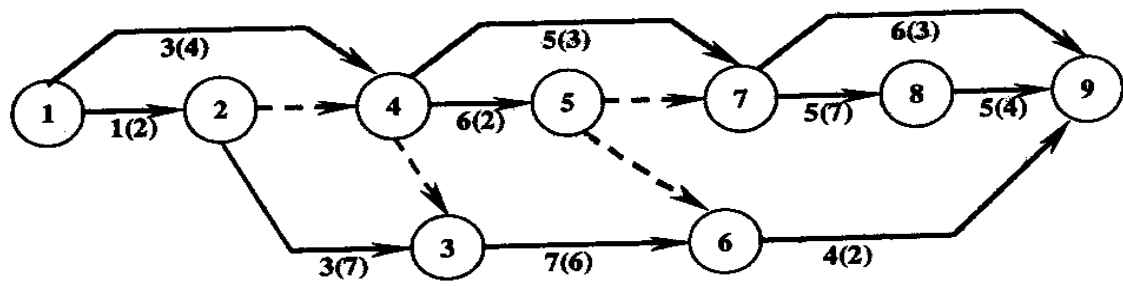
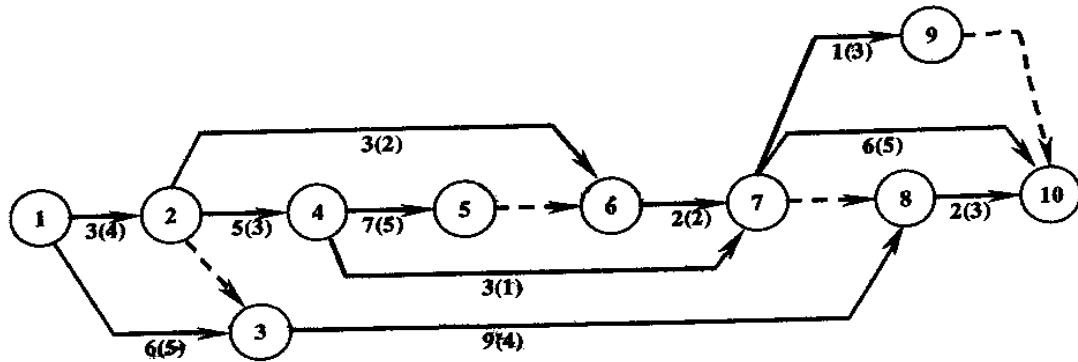
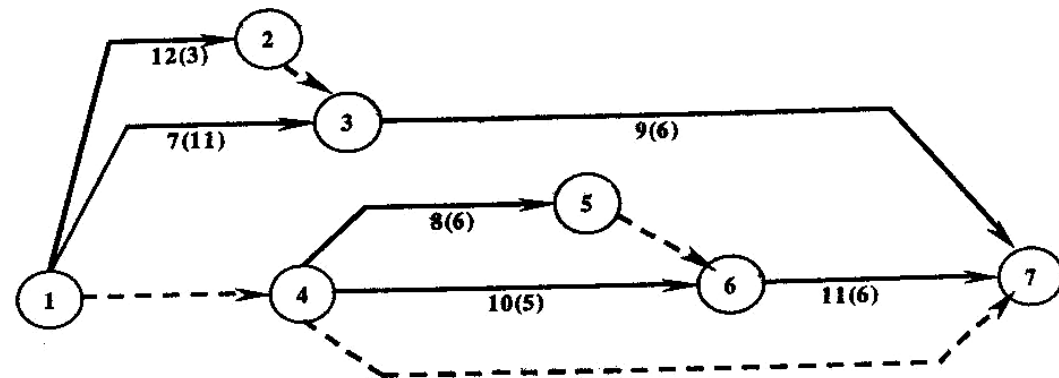
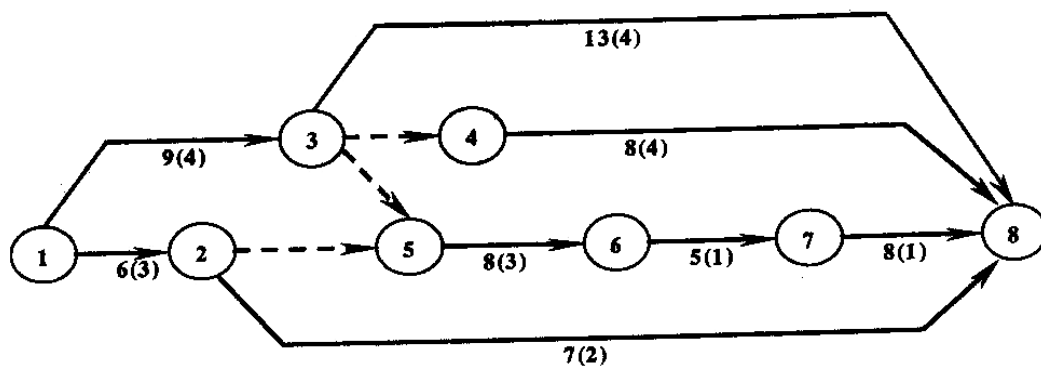


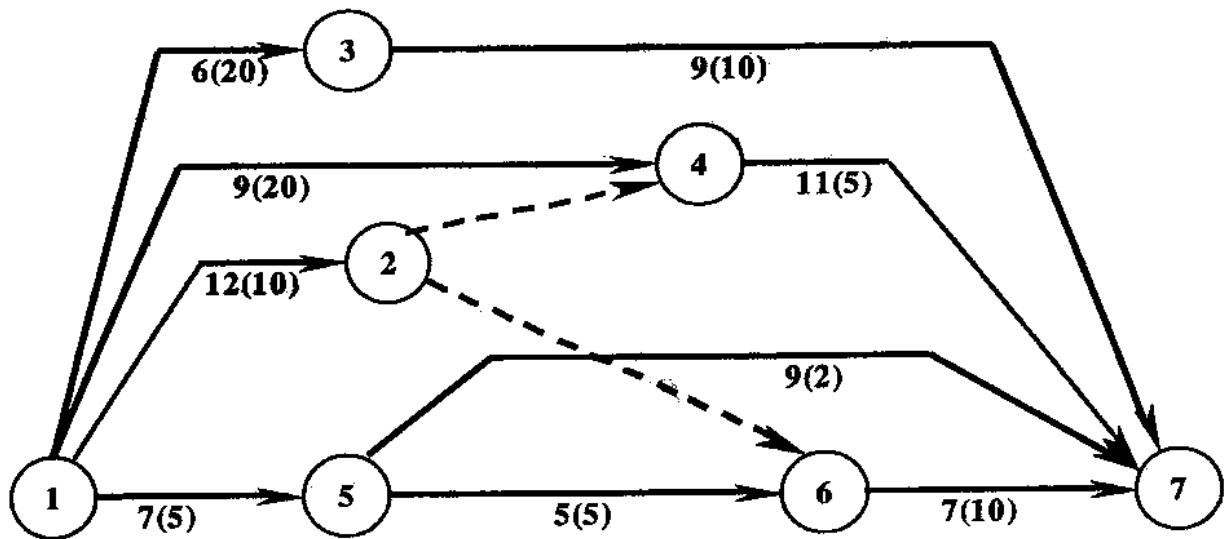
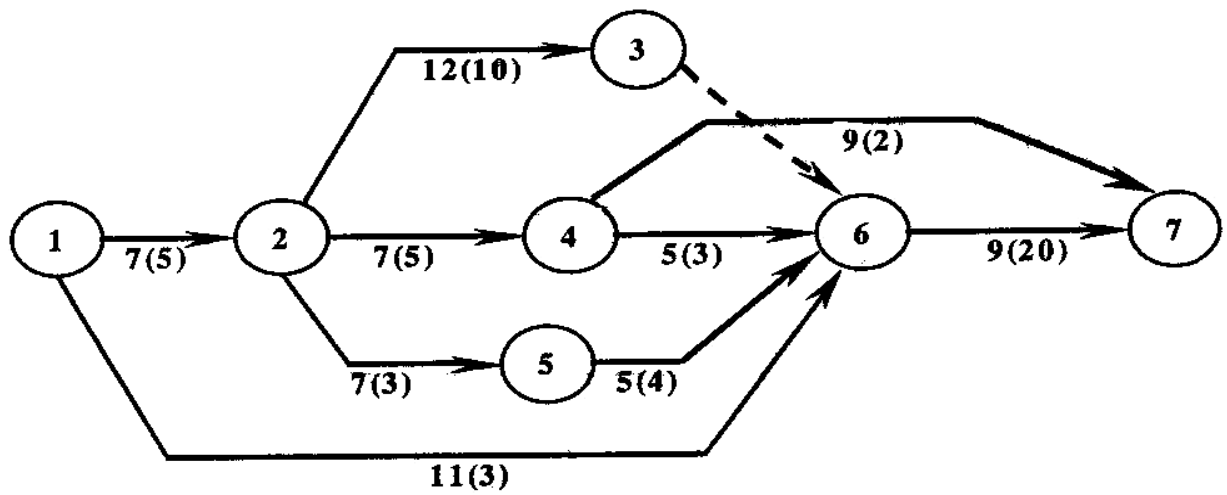
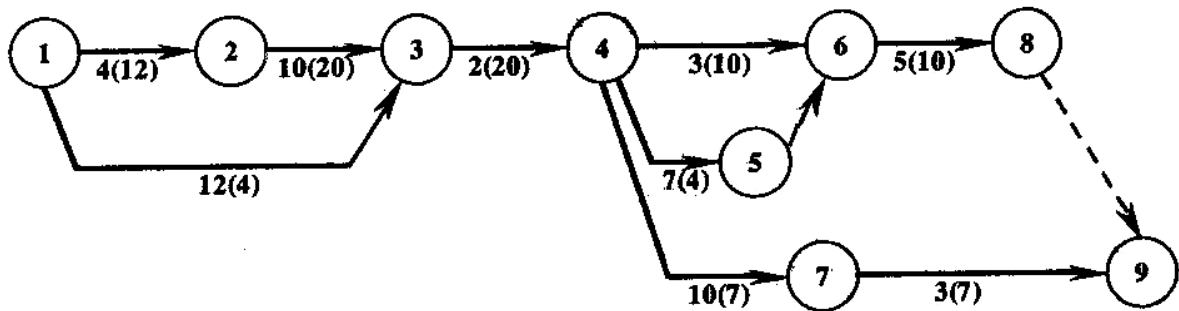
Вариант 3

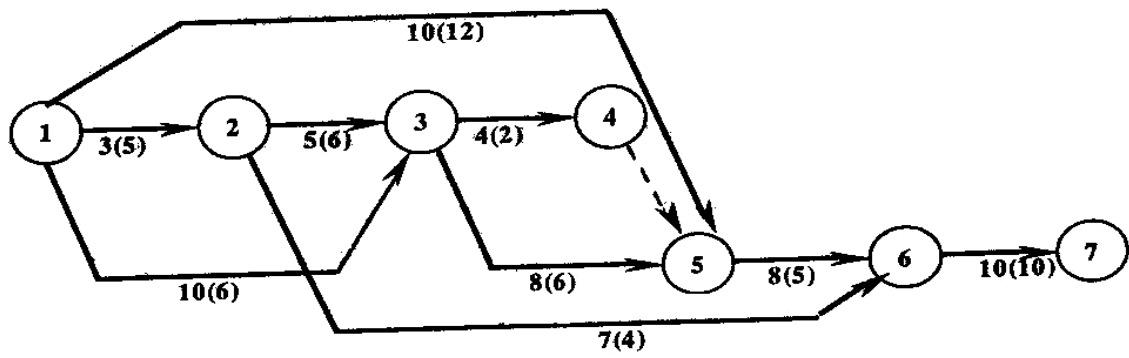
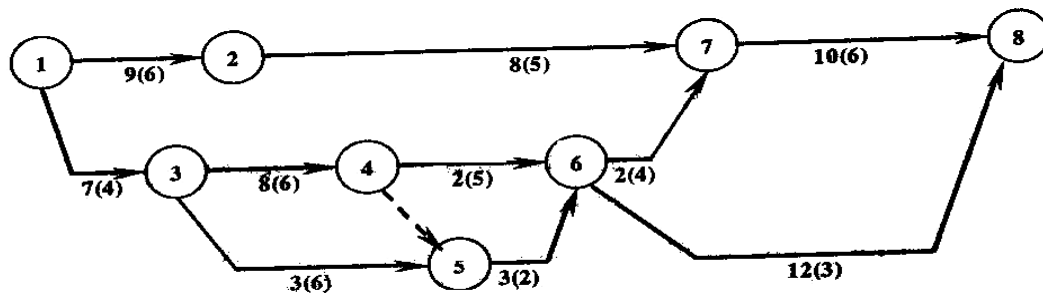
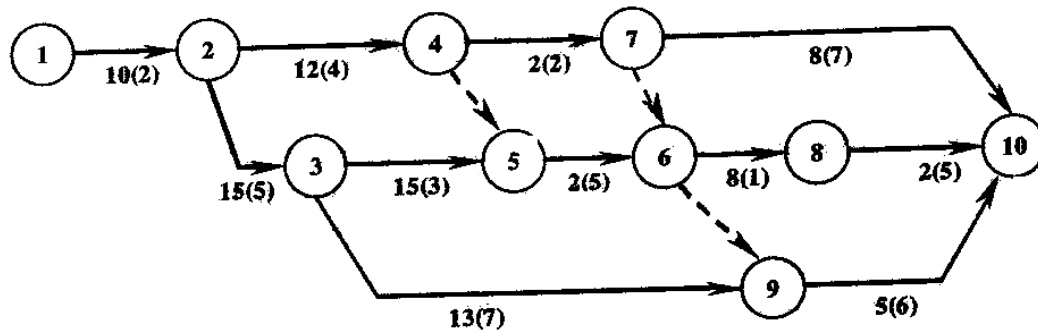
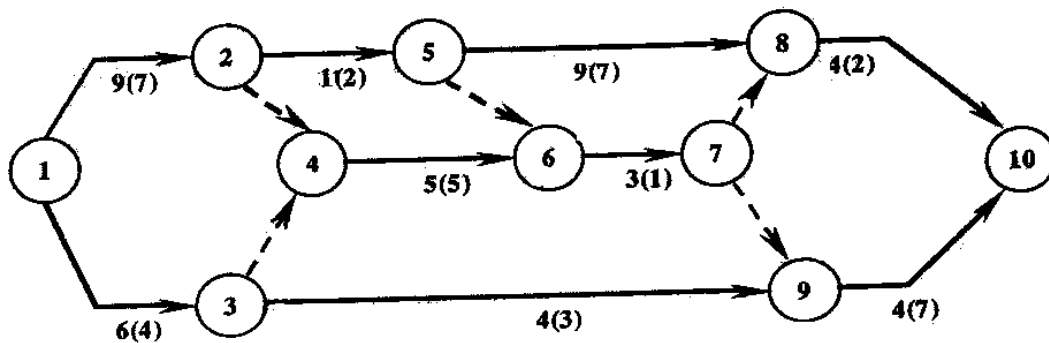


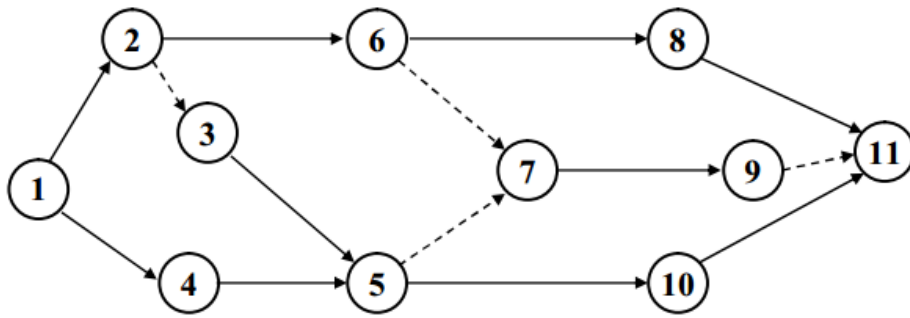
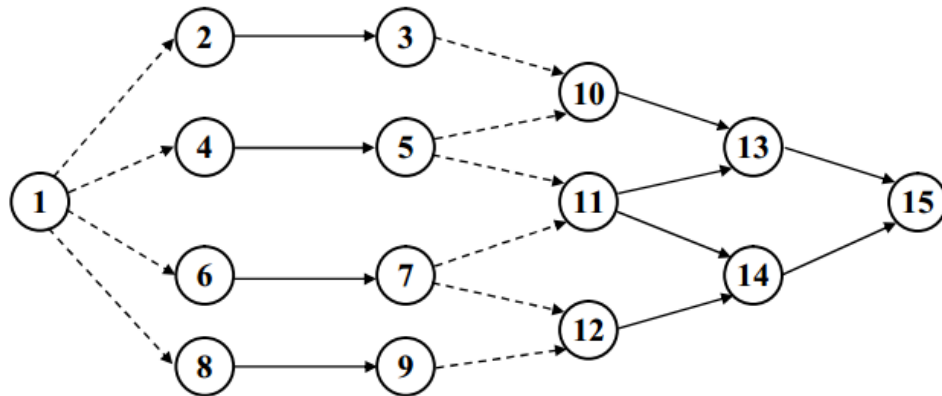
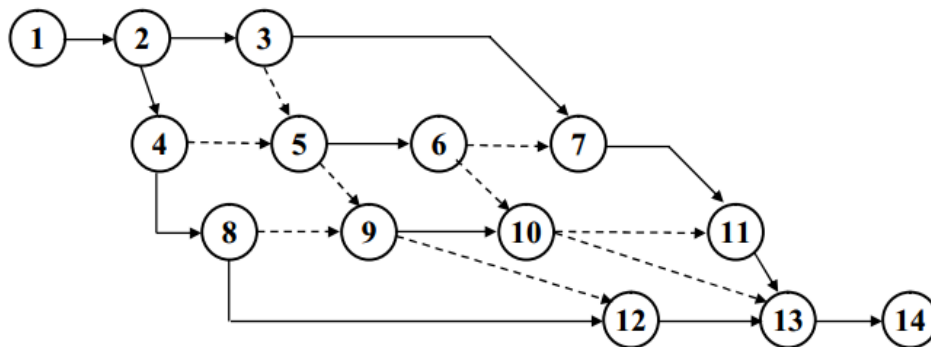
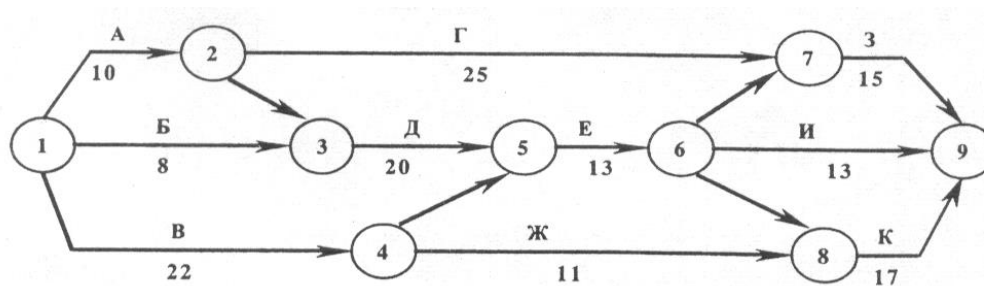
Вариант 4

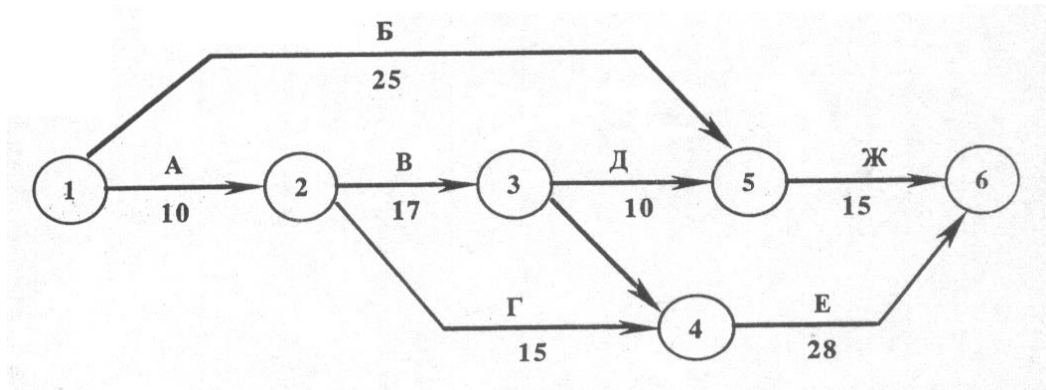
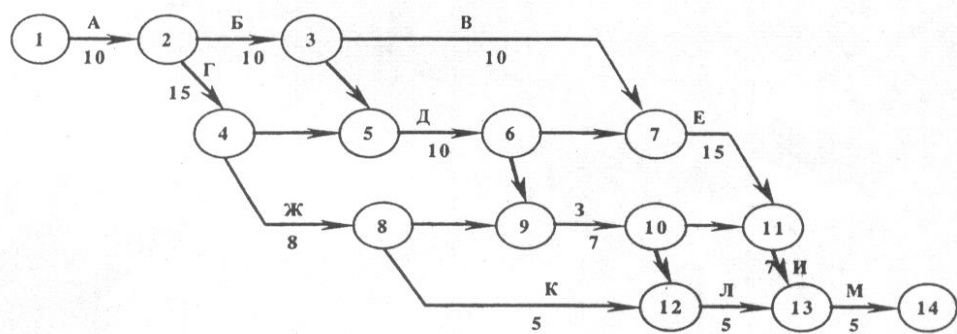
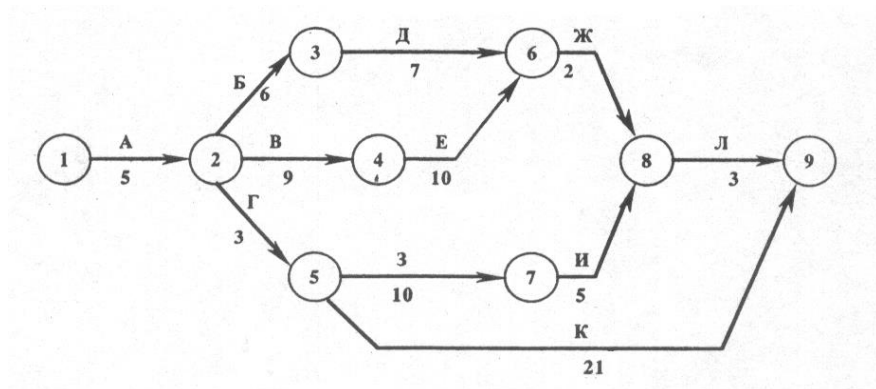
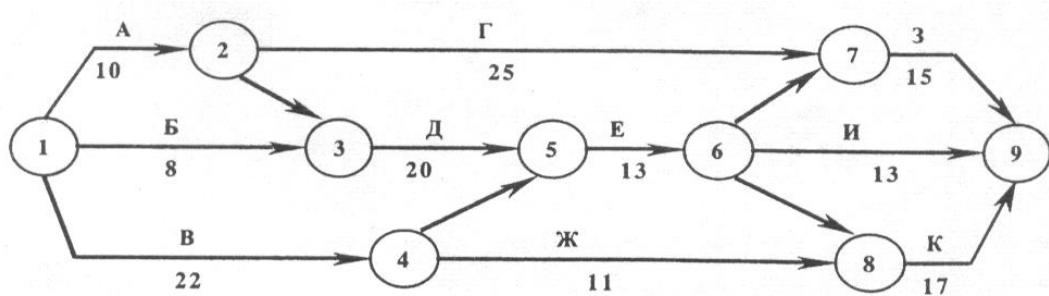


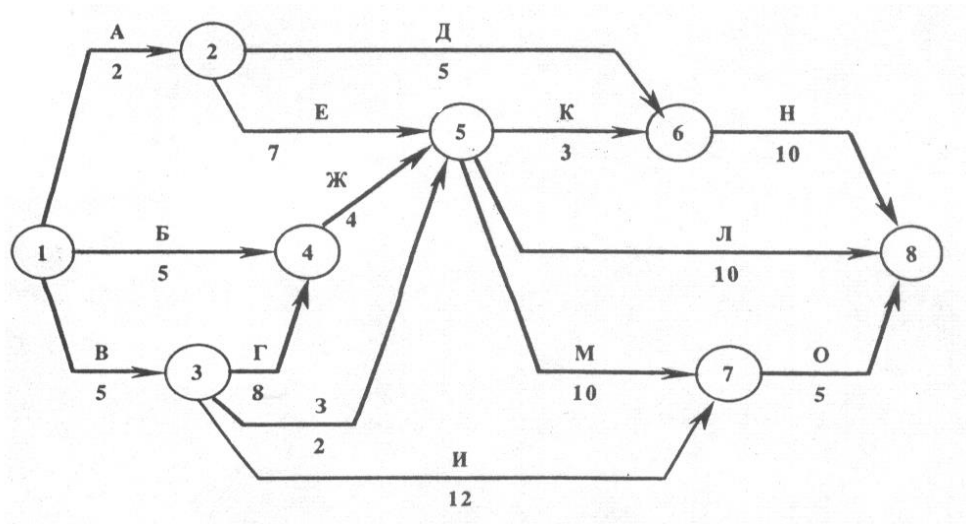
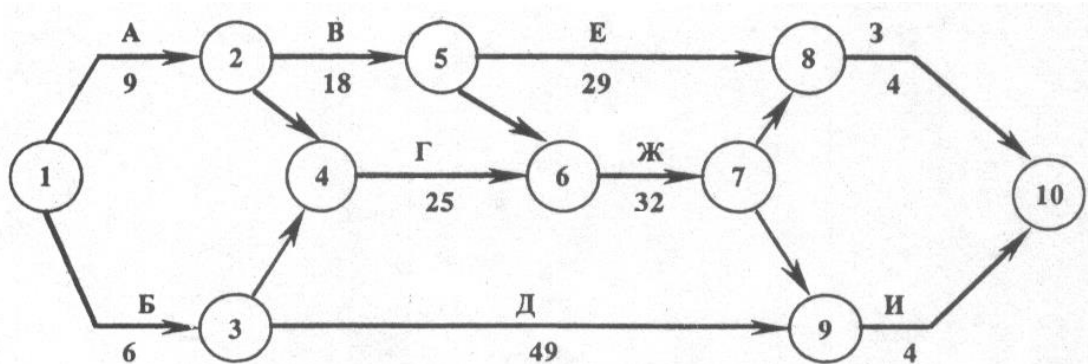
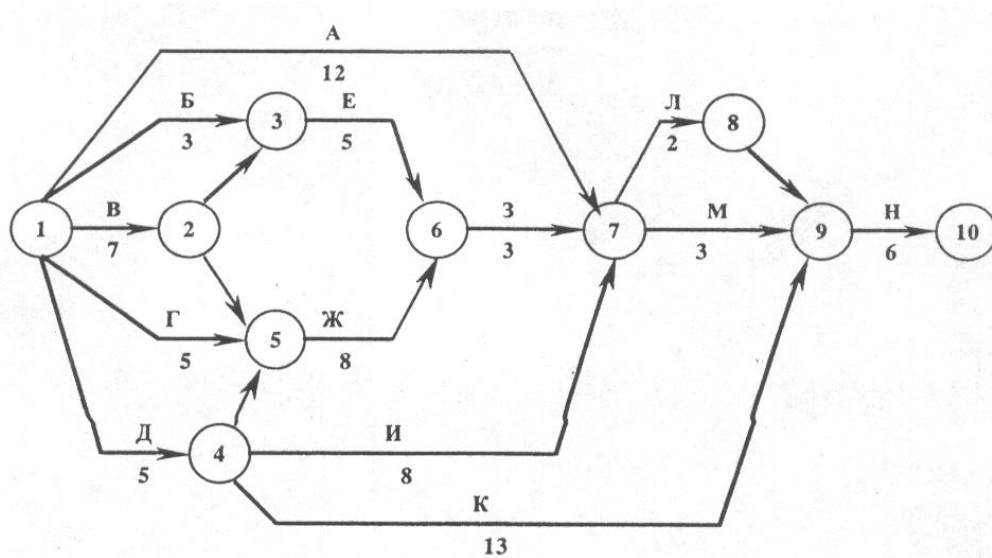
Вариант 5Вариант 6Вариант 7Вариант 8

Вариант 9Вариант 10Вариант 11

Вариант 12Вариант 13Вариант 14Вариант 15

Вариант 16Вариант 17Вариант 18Вариант 19

Вариант 20Вариант 21Вариант 22Вариант 23

Вариант 24Вариант 25Вариант 26

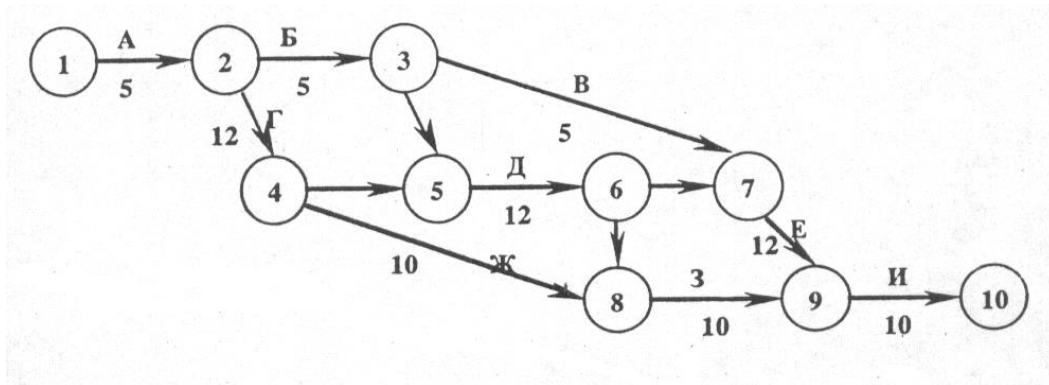
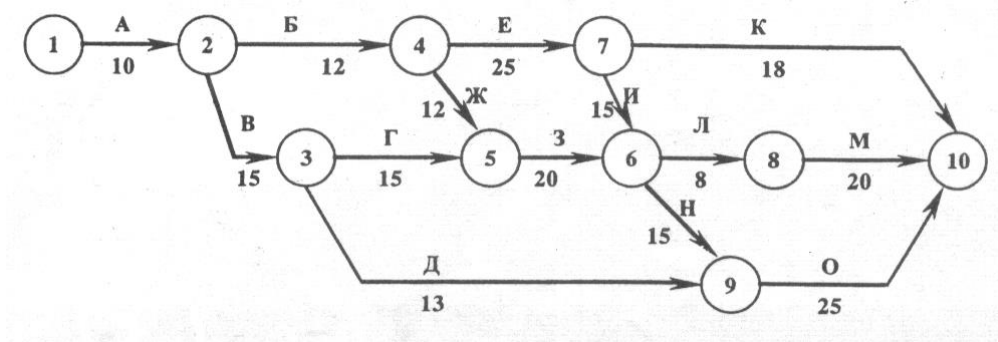
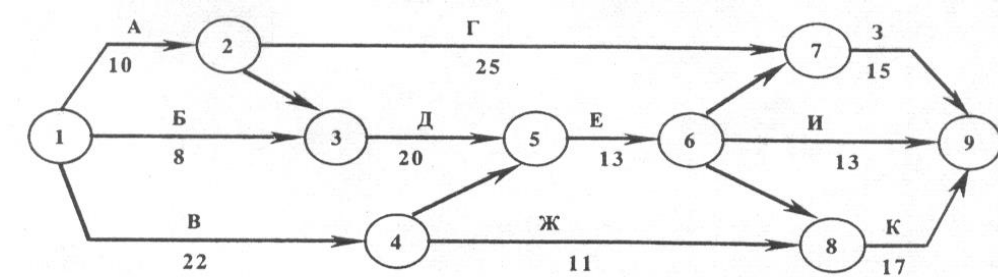
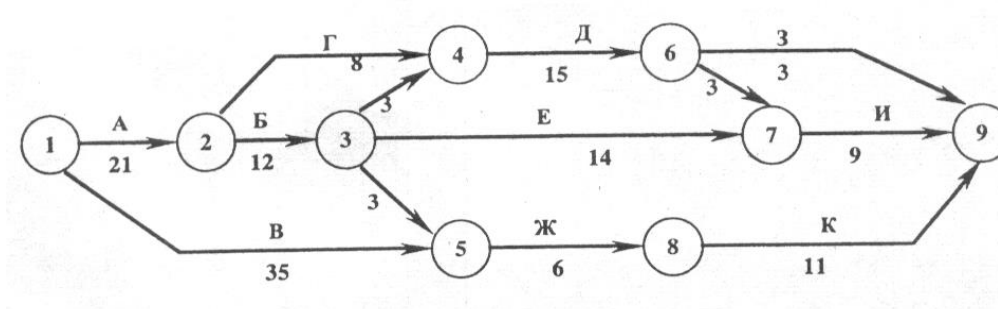
Вариант 27Вариант 28Вариант 29Вариант 30

Таблица В.1 – Исходные данные по вариантам для практического занятия №16

Номер варианта	Виды работ, (i, j)	Продолжительность		Прямые затраты	
		t_n	t_c	C_n	C_c
1	(1,2)	11	9	40	60
	(1,3)	12	5	60	70
	(2,4)	7	6	50	10
	(2,3)	5	1	40	60
	(4,5)	4	4	100	15
	(2,7)	6	4	110	140
	(7,8)	15	10	120	170
	(5,8)	18	7	15	25
2	(1,3)	13	5	70	12
	(1,2)	15	12	60	78
	(1,4)	9	10	70	14
	(2,3)	12	8	6	6
	(2,6)	6	5	17	25
	(3,5)	17	15	12	20
	(4,6)	10	8	60	10
	(5,6)	5	9	30	60
3	(1,4)	3	2	50	70
	(1,2)	5	3	50	60
	(2,3)	4	2	40	60
	(2,6)	4	8	70	30
	(3,4)	6	5	70	12
	(4,5)	8	6	9	16
	(5,6)	4	3	12	15
4	(1,2)	3	1	50	30
	(2,3)	5	3	80	40
	(2,4)	9	5	110	15
	(2,6)	4	3	20	60
	(3,5)	5	3	50	10
	(3,4)	9	8	80	14
	(3,6)	9	6	80	20
	(4,6)	7	7	12	24
	(5,6)	7	5	15	30

Продолжение таблицы В.1

5	(1,2)	6	4	20	35
	(1,4)	19	15	15	40
	(1,5)	6	3	30	50
	(2,3)	8	7	25	45
	(2,4)	7	7	10	30
	(3,5)	8	8	30	35
	(3,4)	9	5	15	40
	(5,6)	10	9	35	60
	(4,6)	5	4	10	45
6	(1,7)	7	4	12	24
	(1,2)	10	7	60	18
	(1,3)	13	10	18	24
	(1,4)	8	4	36	42
	(2,6)	3	2	16	26
	(2,7)	5	4	15	24
	(3,6)	12	9	12	24
	(4,6)	4	4	20	35
7	(5,7)	6	3	10	15
	(6,7)	4	2	7	21
	(1,2)	3	7	12	28
	(1,4)	16	7	17	40
	(2,3)	3	1	15	20
	(2,4)	12	7	16	32
	(3,5)	3	2	18	25
	(3,7)	9	6	90	180
8	(1,2)	3	2	100	150
	(1,3)	7	5	200	270
	(1,4)	9	6	180	300
	(2,6)	5	3	175	210
	(2,5)	3	1	270	350
	(3,4)	2	1	170	340
	(3,6)	6	4	280	420
9	(4,5)	2	1	120	160
	(5,6)	3	2	300	350
	(1,2)	9	3	50	150
	(2,3)	5	5	20	70
	(2,6)	10	6	4	19
	(3,7)	7	2	20	70
	(4,7)	7	4	10	15
	(5,7)	6	4	12	37
	(6,9)	14	12	13	35

Продолжение таблицы В.1

10	(1,2)	17	12	25	35
	(2,3)	13	10	20	40
	(2,4)	7	5	10	15
	(2,6)	9	7	15	25
	(3,5)	15	10	17	27
	(3,4)	20	15	10	18
	(3,6)	18	16	15	30
	(4,6)	7	5	20	40
	(5,6)	10	6	10	25
11	(1,2)	10	9	25	30
	(1,3)	10	6	15	40
	(2,5)	7	5	70	21
	(3,6)	8	6	18	24
	(4,5)	11	9	18	20
	(5,7)	8	5	15	20
	(6,7)	13	10	25	30
12	(1,2)	9	8	40	80
	(2,3)	19	15	60	70
	(2,6)	10	7	10	15
	(3,4)	6	5	90	13
	(3,5)	13	8	40	16
	(4,8)	8	5	15	27
	(5,8)	9	4	8	14
	(6,7)	20	18	14	16
13	(1,2)	21	18	11	22
	(1,5)	12	Ю	12	24
	(2,3)	8	5	15	20
	(2,4)	16	14	17	21
	(3,4)	3	1	18	32
	(3,5)	4	2	60	14
	(3,7)	8	5	80	19
	(5,7)	5	2	90	11
	(4,6)	11	7	12	20
	(6,7)	10	8	20	25
14	(1,2)	10	8	60	85
	(1,3)	20	18	100	120
	(1,4)	25	20	300	370
	(2,3)	13	10	400	520
	(2,7)	17	14	120	270
	(3,5)	8	6	300	480
	(4,5)	11	7	300	390
	(4,6)	15	12	400	670
	(5,6)	22	20	200	330
	(6,7)	9	7	100	150

Продолжение таблицы В.1

15	(1,2)	9	7	17	23
	(1,3)	6	3	25	40
	(2,4)	18	15	100	150
	(2,5)	25	20	70	130
	(3,4)	12	10	110	290
	(3,7)	14	11	50	90
	(4,6)	20	18	100	140
	(5,6)	15	13	60	85
	(6,7)	22	20	105	150
16	(1,2)	10	8	60	85
	(1,3)	20	18	100	120
	(2,4)	25	20	300	370
	(2,5)	13	9	400	520
	(3,4)	17	14	120	270
	(3,7)	8	9	100	580
	(4,6)	15	7	300	490
	(5, 6)	15	19	400	670
	(6, 7)	22	18	300	330
17	(1,2)	9	7	100	250
	(1,3)	25	20	300	370
	(2,4)	13	10	200	220
	(2,5)	17	14	120	170
	(3,4)	10	8	300	580
	(3,7)	25	20	350	370
	(4,6)	9	7	430	500
	(5,6)	12	10	50	70
	(6,7)	10	9	300	480
18	(1,2)	15	12	25	45
	(1,3)	12	10	20	40
	(2,4)	5	3	15	25
	(2, 5)	9	8	19	25
	(3,4)	25	1	17	27
	(3,7)	20	15	10	18
	(4,6)	18	11	15	30
	(5,6)	7	5	20	40
	(6,7)	10	7	21	25
19	(1,2)	15	12	25	35
	(1,3)	12	10	20	40
	(2,4)	5	3	20	30
	(2,5)	9	6	15	25
	(3,4)	15	10	17	27
	(3,7)	15	15	10	18
	(4,6)	18	9	15	30
	(5,6)	7	5	20	40
	(6, 7)	10	6	10	25

Продолжение таблицы В.1

20	(1,2)	33	23	27	35
	(1,3)	12	11	20	40
	(2,4)	15	10	12	15
	(2,5)	9	5	15	25
	(3,4)	15	11	17	30
	(3,7)	21	15	15	18
	(4,6)	18	14	20	30
	(5,6)	7	5	30	40
	(6,7)	10	7	10	22
21	(1,2)	9	7	17	23
	(1,3)	6	3	25	40
	(2,4)	13	15	100	150
	(2,5)	25	20	70	130
	(3,4)	13	10	110	290
	(3,7)	14	11	50	90
	(4,6)	20	18	100	140
	(5,6)	13	13	60	85
	(6,7)	22	20	105	150
22	(1,2)	10	18	60	85
	(1,3)	23	18	100	120
	(2,4)	25	20	300	370
	(2,5)	14	4	400	520
	(3,4)	12	14	120	270
	(3,7)	8	8	100	580
	(4,6)	14	17	300	490
	(5, 6)	15	19	400	670
	(6, 7)	22	18	300	330
23	(1,2)	9	7	100	250
	(1,3)	21	20	300	370
	(2,4)	13	10	200	220
	(2,5)	13	14	120	170
	(3,4)	10	18	300	580
	(3,7)	20	20	350	370
	(4,6)	9	7	430	500
	(5,6)	19	15	50	70
	(6,7)	10	19	300	480
24	(1,2)	15	12	25	45
	(1,3)	19	10	20	40
	(2,4)	6	3	15	25
	(2, 5)	3	8	19	25
	(3,4)	25	17	17	27
	(3,7)	15	15	10	18
	(4,6)	18	11	15	30
	(5,6)	7	5	20	40
	(6,7)	10	7	21	25

Продолжение таблицы В.1

25	(1,2)	15	12	25	35
	(1,3)	12	10	20	40
	(2,4)	5	3	2	30
	(2,5)	9	6	15	25
	(3,4)	15	10	17	27
	(3,7)	15	15	10	18
	(4,6)	18	9	15	30
	(5,6)	7	5	20	40
	(6, 7)	10	6	10	25

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение

высшего образования

«Северо-Кавказский федеральный университет»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к расчетно-графической работе

по дисциплине

Основы организации и управления в строительстве

Направление подготовки 08.03.01 – Строительство

Методические указания составлены в соответствии с требованиями ГОС ВО по направлению 08.03.01 «Строительство» и программы дисциплины «Основы организации и управления в строительстве»).

В методических указаниях излагаются основные понятия по основным разделам основ организации и управления строительного производства. Излагается методика календарного планирования, применения системы сетевого планирования и управления. Приведены примеры и задачи, решаемые при разработке календарных планов.

Методические указания могут быть использованы при самостоятельной работе студентов.

Содержание

Расчет числовых параметров календарных планов и методы их расчета

Пример решения

Приложение 1 Задания для выполнения расчетно-графической работы

Список рекомендуемой литературы

Расчет числовых параметров календарных планов и методы их расчета

1. Цель и содержание расчетно-графической работы

Цель работы: получение навыков расчета временных параметров сетевого графика работ.

Содержание: Расчеты параметров сетевых графиков аналитическим путем, непосредственно на графике, табличным методом, по потенциалам событий и расчет сетевых графиков без событий.

РГР содержит 2 раздела:

1. Теоретическая часть
2. Практическая часть

Теоретическая часть выполняется по индивидуальному заданию и включает в себя теоретическое освещение вопроса по организации и управлению в строительстве. Выбирается студентом согласно варианту (Приложение 1). Объем составляет 5-8 страниц машинописного текста.

Практическая часть состоит из расчетной и графической части. Расчет сетевого графика (выполняется на формате А4). Графическая часть включает сетевой график, потроенный 3-мя способами и рассчитанную таблицу 1-расчет параметров сетевого графика выполняется на формате А4. Расчет сетевого графика выполнить: табличным (аналитическим способом), непосредственно на его поле в секторной форме, с определением потенциалов событий и в терминах работ.

Исходные данные выбираются согласно варианта (Приложение 1), отображаются в бланке задания на РГР, выданного преподавателем.

2. Теоретическое обоснование

Сетевая модель строительного производства строится следующим образом: рассматривается множество всех работ, которые необходимо произвести при возведении объекта (например, разработка фундамента, устройство бетонных подпорных стен, обратная засыпка, и т.д.). Окончание каждой

работы будем называть событием. Каждому событию ставится в соответствие точка (вершина графа). Пары вершин графа соединяются стрелками (направленными дугами) в соответствии с существующими технологическими и организационными связями отдельных работ; каждая дуга графа соответствует отдельной работе.

Вершины графа (события) должны быть правильно пронумерованы, т.е. $i < j$ для любой дуги (i, j) , где i – начальное, а j – конечное событие работы (i, j) . Над стрелками проставляются наименования работ (обычно их кодируют буквами), продолжительность работы указывается под стрелкой, количество ресурса, необходимое для ведения работы, указывается под стрелкой в скобках.

Важнейшими временными параметрами сетевого графика являются продолжительность работы $t(i, j)$, сроки свершения событий и работ, резервы времени.

Любая последовательность работ сетевого графика, в которой конечное событие каждой работы совпадает с начальным событием следующей за ней работы, называется путем и обозначается $L(i, j, \dots, n)$. Продолжительность любого пути $t(L)$ равна сумме продолжительности работ, составляющих этот путь.

Полный путь сетевого графика (соединяющий начальное и завершающее события всего комплекса работ), имеющий наибольшую продолжительность $T_{кр}$, называется критическим. Продолжительность критического пути определяет срок выполнения всего проекта. В сетевом графике может быть несколько критических путей. Работы, расположенные на критическом пути, называются критическими (обычно изображаются жирными линиями). Чтобы сократить срок выполнения проекта, необходимо уменьшить продолжительность критических работ.

Пути, продолжительность которых отличается от продолжительности критического пути на величину, не превышающую некоторое заданное

положительное число δ , называются подкритическими. Совокупность критических и подкритических путей образует критическую зону.

Ранний срок начала работы $t_{рн}(i, j)$ определяется: ранние сроки начала работ, выходящих из исходного события, принимаются равными нулю. Ранний срок начала последующих работ равен максимальному из ранних окончаний предшествующих работ, т.е. наибольшей величине из сумм ранних начал и продолжительностей предшествующих работ:

$$t_{рн}(j, k) = \max t_{ро}(i, j) = \max \{t_{рн}(i, j) + t(i, j)\} \quad (1)$$

Ранний срок окончания работы $t_{ро}(i, j)$ равен сумме раннего срока начала работы и продолжительности данной работы:

$$t_{ро}(i, j) = t_{рн}(i, j) + t(i, j) \quad (2)$$

Поздний срок окончания работы $t_{по}(i, j)$, при котором планируемый срок окончания проекта не меняется, определяется так: для завершающих работ эти сроки равны продолжительности критического пути; поздние окончания предшествующих работ равны минимальному из поздних начал последующих работ, т.е. минимальной разности между поздним окончанием и продолжительностью этих работ:

$$t_{по}(i, j) = \min t_{пн}(j, k) = \min \{t_{по}(j, k) - t(j, k)\} \quad (3)$$

Поздний срок начала работы $t_{пн}(i, j)$, при котором планируемый срок окончания проекта не меняется, равен разности между поздним сроком окончания данной работы и ее продолжительностью:

$$t_{пн}(i, j) = t_{по}(i, j) - t(i, j) \quad (4)$$

Для работ критического пути ранние и поздние сроки начала и окончания работ равны. Работы, не лежащие на критическом пути, могут иметь резервы времени.

Полный резерв времени $R_{п}(i, j)$ – максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность данной работы, не изменяя при этом продолжительности критического пути. Он равен разности между поздним окончанием и ранним окончанием, т.е. сумме раннего начала и

продолжительности работы:

$$R_n(i, j) = t_{по}(i, j) - t_{ро}(i, j) = t_{по}(i, j) - [t_{рн}(i, j) + t(i, j)] \quad (5)$$

Свободный резерв времени работы равен разности между ранним началом последующей работы и ранним окончанием рассматриваемой работы, т.е. сумме раннего начала и продолжительности этой работы:

$$R_c(i, j) = t_{рн}(i, j) - [t_{рн}(k, i) + t(k, i)] \quad (6)$$

Свободный резерв времени первого рода $R_{cl}(i, j)$ – максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы, не изменяя при этом ранних сроков начала последующих работ, при условии, что предшествующее событие наступило в ранний срок. Он определяется по формуле

$$R_{cl}(i, j) = \max \{ t_{ро}(i, j), t_{ро}(h, j) \} - t_{ро}(i, j) \quad (7)$$

Свободный резерв времени второго рода $R_{cll}(i, j)$ – максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы, не изменяя при этом поздних сроков окончания предшествующих работ, при условии, что последующие событие наступило в поздний срок. Он определяется по формуле

$$R_{cll}(i, j) = t_{пн}(i, j) - \min \{ t_{пн}(i, j), t_{пн}(i, k) \} \quad (8)$$

3. Аппаратура и материалы

Треугольник, масштабная линейка с транспортиром, рабочая тетрадь, миллиметровка, карандаш, ручка, калькулятор.

4. Указания по технике безопасности.

В помещении проведения лабораторной работы должны быть нормальное освещение и воздухообмен в соответствии с требованиями СНиП.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1. Расчет сетевого графика аналитическим путем. Расчет временных параметров СГ может выполняться по работам или по событиям, как это будет показано ниже.

Расчет ранних сроков. Ранние сроки начала и окончания работ и свершения событий СГ рассчитывают, начиная от исходного события последовательно по всем путям СГ прямым ходом расчета. В результате этого расчета кроме ранних сроков устанавливают также общую продолжительность работы по графику в целом и по отдельным его участкам (рисунок 1)

Расчет по работам. Раннее начало работы $T_{i-j}^{p.n.}$ - самое раннее из возможных время начала работы – определяют продолжительностью самого длинного пути от исходного события до начального события данной работы:

$$T_{i-j}^{p.n.} = \max t_{h-i}$$

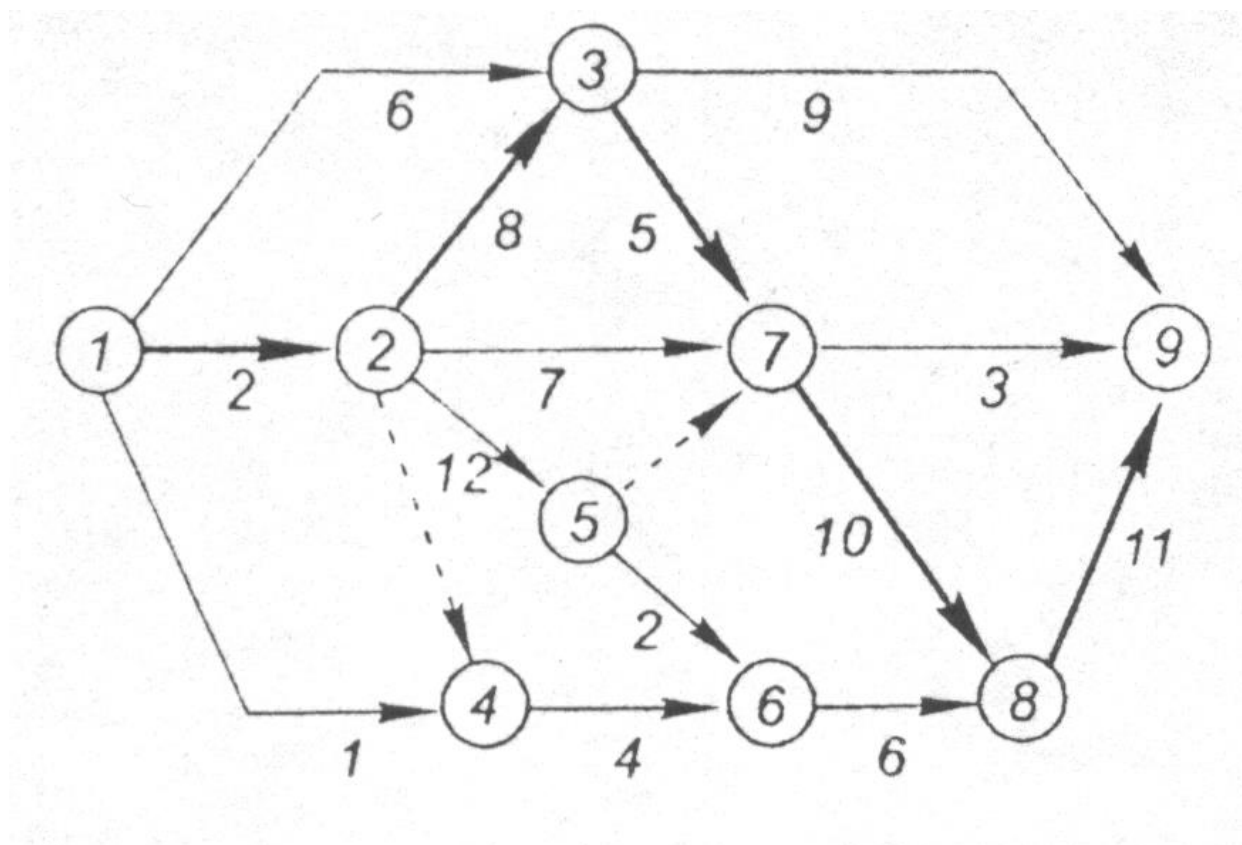


Рисунок 1 – Сетевой график

Например, для работы 6-8 (рисунок 1) раннее начало

$$T_{6-8} = \max t_{1-6} = \left\{ \begin{array}{l} t_{1-2} + t_{2-5} + t_{5-6} \\ t_{1-2} + t_{2-4} + t_{4-6} \\ t_{1-4} + t_{4-6} \end{array} \right\} = \max_{1-6} \left\{ \begin{array}{l} 2+12+2=16 \\ 2+0+4=6 \\ 1+4=5 \end{array} \right\} = 16$$

Так как продолжительность наибольшего пути 1-2, 2-5, 5-6 составляет 16, то работу 6-8 можно начать на 17-й день.

Раннее окончание работы $T_{i-j}^{p.o.}$ – время окончания работы (она начата в самый ранний из возможных сроков) – определяют суммой раннего начала и продолжительности данной работы:

$$T_{i-j}^{p.o.} = T_{i-j}^{p.n.} + t_{i-j}$$

Например, для работы 6-8 раннее окончание

$$T_{6-8}^{p.o.} = T_{6-8}^{p.n.} + t_{6-8} = 16 + 6 = 22$$

Расчет по событиям. Ранний срок свершения начального события T_i^p определяют максимальной величиной суммы ранних сроков свершения предшествующих событий и продолжительности работ, входящих в данное событие:

$$T_i^p = \max \left\{ T_h^p + t_{h-1} \right\}$$

Например,

$$T_6^p = \left\{ \begin{array}{l} T_4^p + t_{4-6} \\ T_5^p + t_{5-6} \end{array} \right\} = \max \left\{ \begin{array}{l} 2 + 4 = 6 \\ 14 + 2 = 16 \end{array} \right\} = 16$$

Естественно, что расчет раннего срока свершения конечного события работы выполняют по той же формуле.

Расчет поздних сроков. Расчет поздних сроков окончания и начала работ сетевого графика и свершения событий производят после того, как

определены все ранние сроки и общая продолжительность. Расчет ведут обратным ходом от завершающего события к исходному последовательно по всем путям СГ.

Расчет по работам. Позднее окончание работы – самый поздний из допустимых сроков окончания работы, при котором не увеличивается общая продолжительность работ сетевого графика.

Позднее окончание рассматриваемой работы равно минимальному из сроков поздних начал последующих работ:

$$T_{i-j}^{п.о.} = \min T_{j-k}^{п.н.}$$

Определение позднего начала через позднее окончание основано на том, что расчет ведут от завершающего события, у которого ранние и поздние сроки совпадают, т. е. $T_k^p = T_k^n$ поэтому, рассчитав ранние сроки работ, мы установили тем самым и поздний срок завершающего события:

$$T_{i-k}^{п.о.} = T_{кр} = \max T_{j-k}^{п.о.}$$

Например, для работы 2-5 позднее окончание

$$T_{2-5}^{п.о.} = \min \left\{ \begin{matrix} T_{5-6}^{п.н.} \\ T_{5-7}^{п.н.} \end{matrix} \right\} = \min \left\{ \begin{matrix} 17 \\ 15 \end{matrix} \right\} = 15,$$

$$T_{5-6}^{п.н.} = T_{кр} - (t_{8-9} + t_{6-8} + t_{5-6}) = 36 - (11 + 6 + 2) = 17;$$

$$T_{5-7}^{п.н.} = T_{кр} - (t_{8-9} + t_{7-8} + t_{5-7}) = 36 - (11 + 10 + 0) = 15.$$

Позднее начало работы $T_{i-j}^{п.н.}$ - самый поздний из допустимых сроков начала работы, при котором не увеличивается общая продолжительность работ. Позднее начало работы равно разности между величинами ее позднего

окончания и продолжительности:

$$T_{2-5}^{п.н.} = T_{i-j}^{п.о.} - t_{i-j}$$

Например, для работы 2-5 позднее начало

$$T_{2-5}^{п.н.} = T_{2-5} - t_{2-5} = 15 - 12 = 3$$

Расчет по событиям. Поздний срок $T_j^п$ свершения события j определяется минимальной величиной из значений разности поздних сроков свершения конечных событий k и продолжительности работ, выходящих из данного события j :

$$T_i^п = \min \{ T_k^п - t_{i-j} \}$$

Например, для события 5

$$T_5^п = \min \left\{ \begin{array}{l} T_7^п - t_{5-7} \\ T_6^п - t_{5-6} \end{array} \right\} = \min \left\{ \begin{array}{l} 15 - 0 \\ 19 - 2 \end{array} \right\} = 15$$

Сопоставление ранних и поздних сроков работ и событий позволяет рассчитать резерв времени, критический путь и провести анализ параметров графика.

Если ранние и поздние характеристики работ совпадают, то работы лежат на критическом пути. Критическими являются те события, на которых совпадают ранние и поздние сроки свершений.

Для критических работ соблюдаются следующие условия: 1) ранние и поздние сроки начала работы и соответственно их окончания равны, т. е.

$$T_{i-j}^{р.н.} = T_{i-j}^{п.н.} = T_{i-j}^н.; \quad T_{i-j}^{р.о.} = T_{i-j}^{п.о.} = T_{i-j}^о.,$$

или при расчете по событиям ранние и поздние сроки свершения событий, ограничивающих данную работу, соответственно равны, т. е.

$$T_i^p = T_i^n; \quad T_j^p = T_j^n;$$

2) разность между возможными сроками окончания и начала работы равна ее продолжительности, т. е.

$$T_{i-j}^0 = T_{i-j}^H = t_{i-j}$$

или разность между сроками свершения конечного и начального событий равна продолжительности данной работы, т. е.

$$T_j - T_i = T_{i-j}$$

Например, для критической работы 3-7 первое условие $T_{3-7}^{p.H.} = T_{3-7}^{n.H.} = 10$, а также $T_{3-7}^{p.O.} = T_{3-7}^{n.O.} = 15$ соблюдено. Второе условие также выполняется $T_{3-7}^0 - T_{3-7}^H = t_{3-7}$, то есть $15 - 10 = 5$.

Общий (полный) и частный резервы времени для работ критического пути равны нулю. Для остальных работ определяют различные виды резервов времени,

Общий (полный) резерв времени работы – это максимальное время, за которое можно задержать начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения общего срока строительства. Величина R_{i-j} – определяется разностью поздних и ранних сроков начала или окончания работы:

$$R_{i-j} = T_{i-j}^{п.н.} - T_{i-j}^{р.н.} = T_{i-j}^{п.о.} - T_{i-j}^{р.о.}$$

или

$$R_{i-j} = T_{i-j}^{п.о.} - T_{i-j}^{р.н.} - t_{i-j}$$

Например, общий резерв времени для работы 4-6 составляет

$$R_{4-6} = T_{4-6}^{п.н.} - T_{4-6}^{р.н.} = 15 - 2 = 13,$$

или

$$R_{4-6} = T_{4-6}^{п.о.} - T_{4-6}^{п.н.} = 19 - 6 = 13,$$

или

$$R_{4-6} = T_{4-6}^{п.о.} - T_{4-6}^{п.н.} - t_{4-6} = 19 - 2 - 4 = 13,$$

или то же самое по событиям:

$$R_{i-j} = T_j^п - T_i^п - t_{i-j}$$

$$R_{4-6} = T_6^п - T_4^п - t_{4-6} = 19 - 2 - 4 = 13$$

Частный (свободный) резерв времени работы r_{i-j} – максимальное количество времени, на которое можно перенести начало работы или увеличить ее продолжительность без изменения раннего начала последующих работ. Оно имеет место, когда в событие входят две работы или больше, и определяется разностью значений раннего начала последующей работы и раннего окончания данной работы.

Например, для работы 4-6 частный резерв

$$r_{i-j} = T_{j-k}^{п.н.} - T_{i-j}^{п.о.}$$

$$r_{4-6} = T_{6-8}^{п.н.} - T_{4-6}^{п.о.} = 16 - 6 = 10$$

5.2. Расчет сети непосредственно на графике. Расчет непосредственно на графике является самым простым и быстрым из ручных способов. При этом способе расчета строгое соблюдение правила кодирования событий не обязательно. Для записи результатов расчета принимают одну из форм, показанных на рисунке 2.

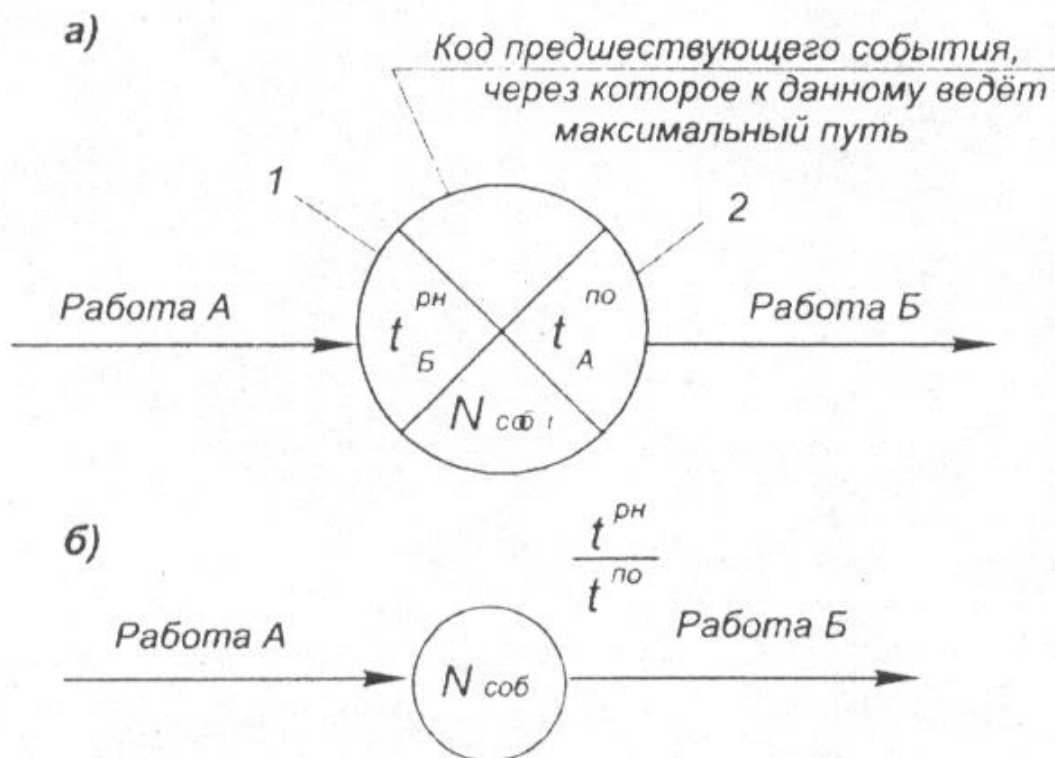


Рисунок 2 – Варианты формы записи результатов расчета: а – по секторам; б – в виде дроби; 1 – ранее начало работы Б; 2 – позднее окончание работы А

Расчет на сети требует проведения только чисто механических операций без обращения к формулам (рисунок 2.) Порядок расчета:

1. У исходного события под чертой (в знаменателе) ставят нуль.
2. Для каждого следующего события в знаменателе записывают число, равное сумме значения раннего срока свершения предыдущего события и продолжительности работы. Так, для события 2 записывают 2 ($0+2=2$), для события 4 записываем 8 ($2+6=8$) и т.д.

3. Если в событие входит две работы или больше, то рассчитывают значение каждой из них, записывая над стрелкой, но в знаменатель переносят только максимальное значение из всех полученных. Например, в событие 5 входят работы 2-5 и 2-3 (через зависимость). Первый путь дает значение $2+3=5$, второй – $2+5=7$. Принимаем максимальное 7 и записывают в знаменатель. В событие 11 входят четыре работы, их них записывают

максимальное значение 39.

В завершающем событии значение, записанное в знаменатель, определяющее длину критического пути, переносят над чертой (в числитель) (рис. 4).

Значение числителей определяют, ведя расчет от завершающего события к исходному, вычитая из значения поздних сроков свершения конечного события продолжительность предшествующих им работ. В отличие от расчета ранних сроков (знаменатель), если из события выходят две работы или более, принимают не максимальное, а минимальное значение. Например, из события 7 выходят две работы со значениями 17 и 32; принимают минимально 17.

Критический путь проходит через события, в которых значения в числителе и знаменателе совпадают. Полный и частный резерв времени для работ критического пути равен нулю. На рис. 5 дан сетевой график с расчетными параметрами и показан критический путь.

Общий резерв времени для любой работы определяют вычитанием из значения числителя (конечного события данной работы) суммы значений знаменателя (начального события данной работы) и ее продолжительности. Так, для работы 9-10 полный резерв равен 34 (числитель конечного события) – 21(знаменатель начального события) – 4 (продолжительность работы) = 9. Резерв времени события равен разности значений числителя и знаменателя. Соответственно, для события 10 полный резерв равен 34 (числитель) – 25 (знаменатель) = 9.

Частный резерв для любой работы определяют вычитанием из значения знаменателя конечного события данной работы суммы значений знаменателя начального события и продолжительности данной работы. Для работы 4-8 частый резерв равен $17 - (8 + 8) = 1$.

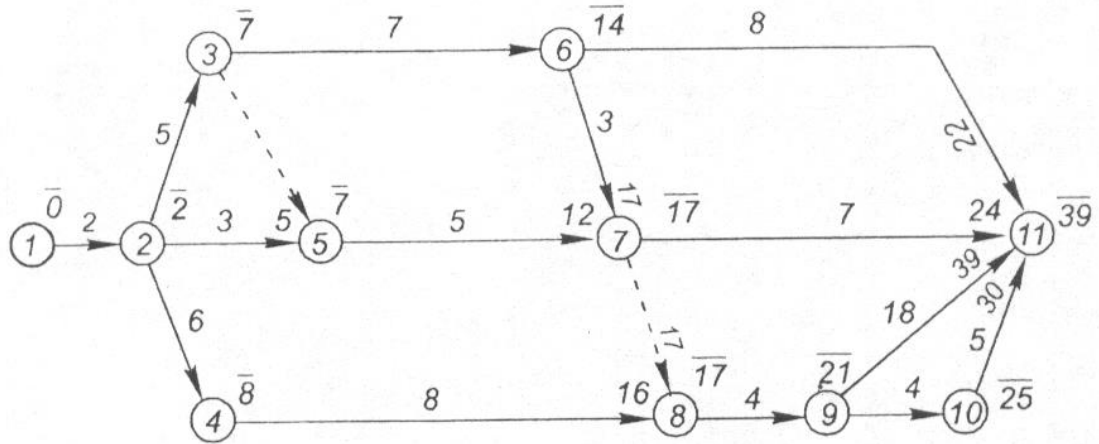


Рисунок 3 – Расчет ранних начал работ сетевого графика

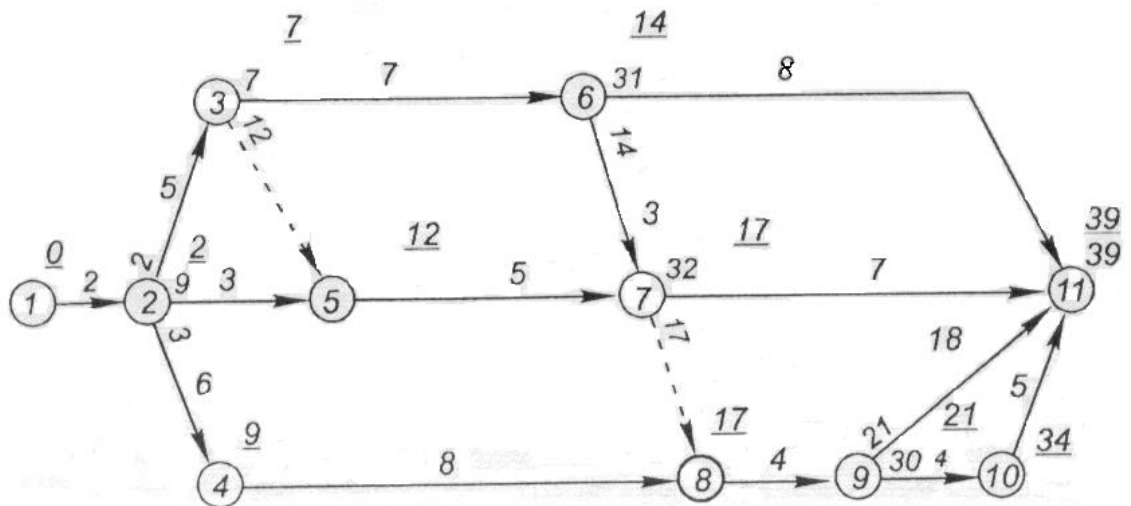


Рисунок 4 – Расчет поздних окончаний работ сетевого графика

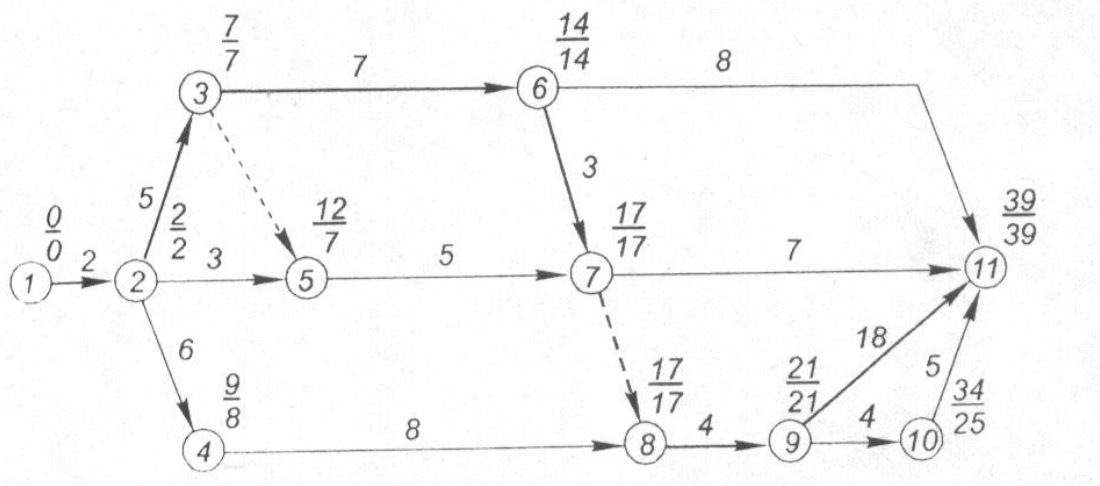


Рисунок 5 – Сетевой график

5.3. Расчет сетевого графика табличным методом. При расчете СГ события кодируются в порядке возрастания (таблица 1). Сверху вниз заполняют три первые колонки. По порядку номеров рассматривают каждое событие. Из первого события выходит работа 1-2, записывают ее код в графу 2, продолжительность, равную 2, – в графу 3, а так как предшествующих ей работ нет, в графе 1 ставим прочерк.

Таблица 1 – Расчет параметров сетевого графика

Код начальных событий предшествующих работ h	Код работы i-j	Продолжительность работ T _{i-j}	Сроки работы				Резервы работ		Отметка критических работ
			ранние		поздние		общие (гр.6-гр.4) (гр.7-гр.5.)	частные	
			начало работ	окончание работ (гр. 3 + гр. 4)	начала работ (гр.3 - гр. 7)	окончания работ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-	1-2	2	0	2	0	2	0	0	+
1	2-3	5	2	7	2	7	0	0	+
1	2-4	6	2	8	3	9	1	0	-
1	2-5	3	2	5	9	12	7	2	-
2	3-5	0	7	7	12	12	5	0	-
2	3-6	7	7	14	7	14	0	0	+
2	4-8	8	8	16	9	17	1	1	-
2;3	5-7	5	7	12	12	17	5	5	-
3	6-7	3	14	17	14	17	0	0	+
3	6-11	8	14	22	31	39	17	17	-
5; 6	7-8	0	17	17	17	19	0	0	+
5; 6	7-11	7	17	24	32	39	15	15	-
4; 7	8-9	4	17	21	17	21	0	0	+
8	9-10	4	21	25	30	34	0	0	-
8	9-11	18	21	39	21	39	0	0	+
9	10-11	5	25	30	34	39	9	9	-

Из события 2 выходят три работы: 2-3 с продолжительностью 5 дн; 2-4 с продолжительностью 6 дн; 2-5 с продолжительностью 3 дн. Записывают коды работ и их продолжительность в графы 2 и 3. Затем рассматривают работы, входящие в событие 2. Такой оказывается работа 1-2, так как только эта работа в гр. 2 оканчивается цифрой 2. Начальным событием этой работы

является событие 1. Номер 1 записывают в гр. 1 для всех трех работ и т. д. Зависимость вносят в таблицу с нулевой продолжительностью (3-5, 7-8).

Если работа имеет несколько предшествующих событий, то записывают все их коды. Работе 5-7 предшествуют работы 2-5 и 3-5, имеющие начальные события 2 и 3, их коды 2 и 3 записывают в гр. 1.

В графы 4, 5 записывают расчет ранних параметров работы – раннее начало и раннее окончание. Расчет ведут от исходного события до завершающего. Для простых событий, в которые входит только одна работа, раннее начало этой работы равно раннему окончанию предшествующей работы. Раннее окончание работы равно сумме ее раннего начала плюс продолжительность данной работы, т. е. данные гр. 4 плюс данные гр. 3 заносят в гр. 5.

Раннее начало исходной работы 1-2 равно 0 (гр. 4); раннее окончание работы 1-2 равно $2(0+2)$. Работе 2-3 предшествует работа 1-2, для которой раннее окончание равно 2 (гр. 5). А так как раннее окончание предшествующей работы равно раннему началу последующей, число 2 записывают в гр. 4 рассматриваемой работы 2-3. Прибавив к 2 продолжительность работы 5, записывают в гр. 5 число 7. Раннее начала работ 2-4 и 2-5 также равны 2, так как им предшествует то же самое событие 2. В гр. 4 против кода этих работ записывают 2, а в гр. 5 заносят соответственно $8(2+6)$ и $5(2+3)$. Работам 3-5 и 3-6 также предшествует только одна работа 2-3 с цифрой 7 в гр. 5. Переносят 7 в гр. 4 и т. д.

При рассмотрении сложного события, т. е. когда ему предшествуют две работы и более, раннее начало последующей работы будет равно наибольшему значению их ранних окончаний предшествующих работ. В настоящей таблице работы 5-7, 7-8, 7-11 и 8-9 имеют по две предшествующие работы (см. гр. 1). Например, работе 5-7 предшествуют работы 2-5 и 3-5 с начальными событиями 2 и 3.

Так как ранние характеристики работ, в том числе и работ 2-5 и 3-5,

рассчитаны, остается только сравнить их величины. Раннее окончание работы 2-5 равно 5, а работы 3-5 равно 7. Большее из этих чисел 7 переносим в гр. 4 строки работы 5-7, после чего определяют раннее окончание этой работы: $7+5=12$.

В гр. 6, 7 записывают расчеты поздних параметров работ – позднее начало и позднее окончание. Расчет ведут в обратном порядке, т. е. от завершающих работ до исходной снизу вверх. Для простого события, из которого выходит только одна работа, позднее окончание предшествующей работы равно позднему началу рассматриваемой работы. Позднее начало данной работы равно разности между ее поздним окончанием и продолжительностью.

Для сложного события, из которого выходит несколько работ, позднее окончание предшествующих работ равно меньшему из поздних начал рассматриваемых работ. Так, для завершающей работы 10-11, как и для других работ, оканчивающихся завершающим событием сети (событие 11), позднее окончание работ равно наибольшей величине из всех ранних окончаний работ, т. е. работе 9-11 (гр. 5). Это число записывают в гр. 7 работ 10-11 и 9-11. Из гр. 7 вычитают продолжительность работы (гр. 3) и получают позднее начало для работы (гр. 6) 10-11, равное $39-5=34$, и для работы 9-11, равное $39-18=21$.

Работа 9-10 заканчивается событием 10; таким событием начинается работа 10-11, ее значение 34 из гр. 5 переносят в гр. 7 нашей работы. Вычтя из гр. 7 значение гр. 3, записывают в гр. 6 число 30. В этом же порядке продолжают расчет снизу вверх. При расчете сложных событий отличие заключается в необходимости выбора минимального значения из нескольких возможных. Позднее начало исходной работы должно быть равно нулю.

Гр. 8 – общий резерв времени определяют как разность между значениями гр. 6 и 4 или гр. 7 и 5. Так, для работы 1-2 полный резерв

$R_{1-2}=0(0-0=0)$ или 2-2-0; для работы 2-4 $R_{2-4}=1(3-2=1)$ или 9-8=1 и т. д. до конца.

В гр. 9 записывают частный резерв времени, который определяют как разность между ранним началом последующей работы по гр. 4 и ранним окончанием данной работы по гр. 5.

Работы, не имеющие общего резерва, естественно, не имеют и частного резерва, поэтому в гр. 9 ставят 0 всюду, где 0 имеется в гр. 8. Первой работой, имеющей резерв, будет работа 2-4. Для определения раннего начала последующей работы надо найти в гр. 2 любую работу, начинающуюся с последней цифры кода нашей работы, т. е. с цифры 4. Такой будет работа 4-8, имеющая по гр. 4 раннее начало 8. Раннее окончание нашей работы по гр. 5 тоже равно 8, значит, частный резерв равен $r_{2-4} = t_{4-8}^{p.n.} - t_{2-4}^{p.o.} = 8 - 8 = 0$

Последующей по отношению к работе 2-5 будет работа 5-7 со значением раннего начала 7. Раннее окончание работы 2-5 равно 5. Отсюда частный резерв $r_{2-5} = 7 - 5 = 2..$

Гр. 10 – критический путь при табличном методе расчета лежит на работах, общий резерв времени которых равен 0. Отмечаем знаком " + " работы, лежащие на критическом пути. К таким работам относятся все, имеющие 0 в гр. 8. На графике критический путь должен представлять собой непрерывную последовательность работ от начального события до конечного.

Анализируя таблицу, мы получаем сведения о длине критического пути, ранних и поздних началах и окончаниях каждой из работ, общих и частных резервах времени.

5.4. Расчет сетевого графика по потенциалам событий. Потенциал Π события i – максимальное время от данного события i до завершающего события сетевого графика – определяется величиной наиболее продолжительного пути между этими событиями.

Расчет потенциалов события на графике ведут двумя проходами: прямым – от исходного события последовательно по всем путям графика до завершающего и обратным – в противоположном направлении – от завершающего события до исходного. Эта часть расчета ничем не отличается от изложенной выше. При обратном расчете определяют потенциалы событий. Расчет выполняют так же, как и расчет ранних сроков свершения событий, но точкой отсчета является завершающее событие графика (а не исходное). Таким образом, мы получаем данные о максимальной продолжительности работ от данного события до завершающего и тем самым отвечаем на вопрос, который чаще всего возникает при обсуждении хода строительства: сколько дней осталось до конца, сколько дней имеется в резерве. При расчете обратным ходом потенциал завершающего события принимают равным нулю. Потенциалы событий вычисляют по формуле

$$\Pi_i = \max(\Pi_i + t_{i-j}) \quad (9)$$

Запись результатов при этом методе расчета ведут обычно по секторам (рисунок 6), в которые заносят следующие данные: в левый сектор – величину ранних свершений события; в нижний – номер предшествующего события, через которое к данному проходит путь максимальной продолжительности; в правый сектор – потенциал события; в верхний – номер последующего события, через которое проходит путь наибольшей продолжительности от данного события к завершающему. Первые два сектора заполняют при прямом расчете, остальные – при обратном.

Условием критичности событий является равенство суммы раннего срока свершения события и потенциала событий (суммы левого и правого секторов) критическому сроку, т. е.

$$T_i^p + \Pi_i = T_{кр} \quad (10)$$

Резерв времени событий R_i , имеет место только для некритических

событий, и его величина равна разности между величиной критического срока и суммой раннего свершения события и его потенциала, т. е.

$$R_i = T_{кр} - (T_i^p + \Pi_i) \quad (11)$$

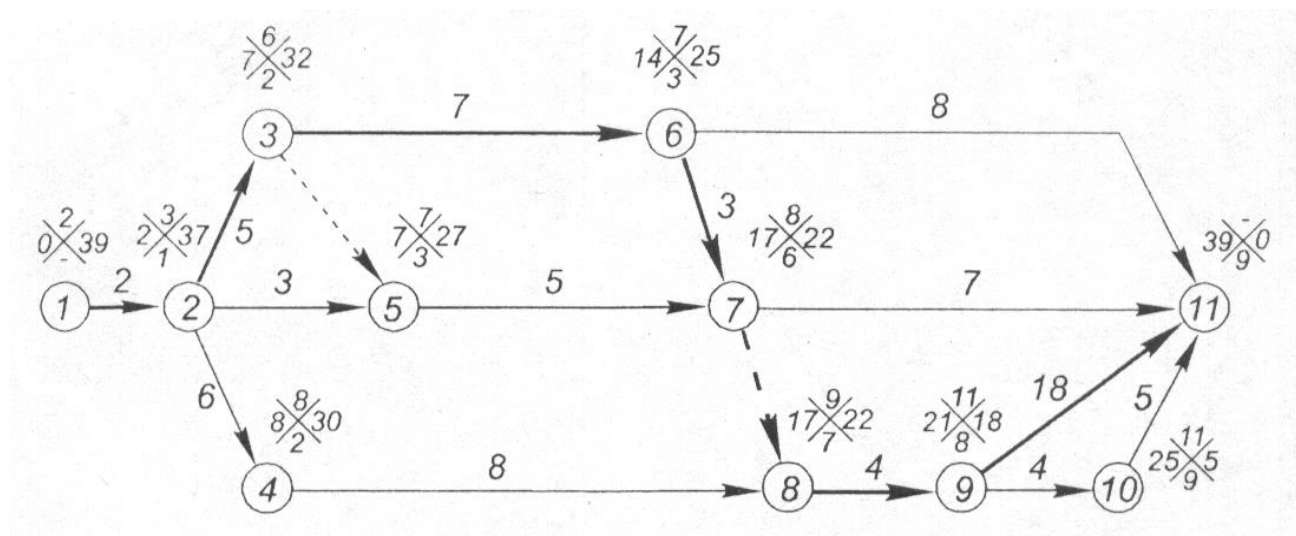


Рисунок 6 – Расчет сетевого графика с потенциалами событий

В процессе оперативного контроля за ходом строительства по СГ, рассчитанному по потенциалам, резервы времени определяют не в сравнении с критическим сроком, а в сопоставлении с фактическим временем, оставшимся до установленного срока $T^Ф$ по формуле

$$R_i^Ф = T^Ф - \Pi_i \quad (12)$$

Отрицательное значение резерва показывает запаздывание против установленного срока.

5.5. Расчет СГ без событий. Наряду с СГ, где основными элементами являются работы и события, находят применение графики, которые включают работы и связи между ними и не имеют событий. Работы в таких графиках изображают кружком, прямоугольником или другой геометрической фигурой. Наименование и все характеристики работ указывают непосредственно у контура работы. Последовательность

выполнения работ фиксируют в виде стрелок-связей, которые не имеют никакого другого значения.

СГ с событиями, показанный на рисунке 5, перестроен на рисунке 7 в СГ без событий, работы которого изображены в виде прямоугольников. Для выявления идентичности в графике без событий сохранены коды соответствующих работ СГ с событиями. Логика взаимосвязи их ее гей одинакова. Например, в том и другом графиках работа 8-9 может быть начата только после окончания работ 4-8, 5-7, 6-7, работы 1-2 и 2-3, 2-4, 2-5 могут быть начаты только после окончания работы 1-2 и т. д. В первом случае эти зависимости устанавливают последовательностью работ и событий, а во втором – направлением стрелок-связей от конца предшествующих к началу последующих работ.

Расчет временных параметров СГ без событий выполняют теми же методами, что и расчет СГ с событиями. Расчет параметров выполнен непосредственно на графике. Здесь в начале каждой работы в числителе указан поздний срок ее начала, в знаменателе – ранний срок начала; в конце работы – соответственно поздний и ранний сроки окончания. Общую продолжительность работ определяют наибольшим по величине сроком окончания завершающих работ сети. Критические работы и связи также могут быть выделены двойной или утолщенной линией.

К числу преимуществ СГ без событий относятся: простота включения в сеть дополнительных работ или исключения ненужных, которые проводятся без изменения существующей структуры сети и ее кодировки; отсутствие фиктивных работ, что облегчает и упрощает построение сети; возможность более наглядного изображения совмещения работ; возможность использования неизменного кода для работ определенного вида, что позволяет устанавливать характер работы только по ее коду.

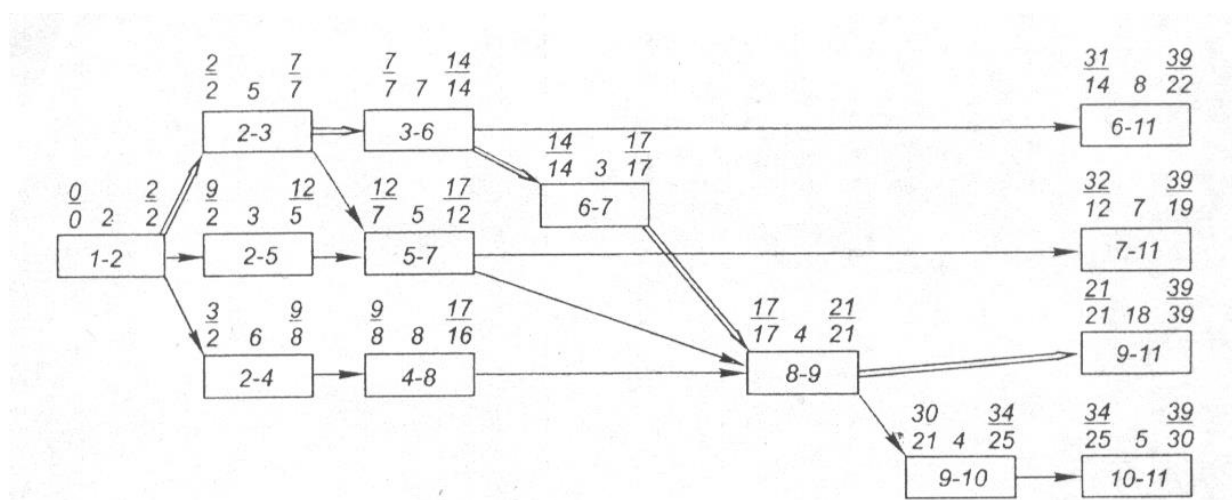


Рисунок 7 – Сетевой график без событий

Пример решения

В представленном на рисунке 8 сетевом графике определить число путей, продолжительность критического пути и срок окончания проекта, перечень работ критического пути, ранние и поздние сроки начала и окончания работ, полные резервы времени, свободные резервы времени.

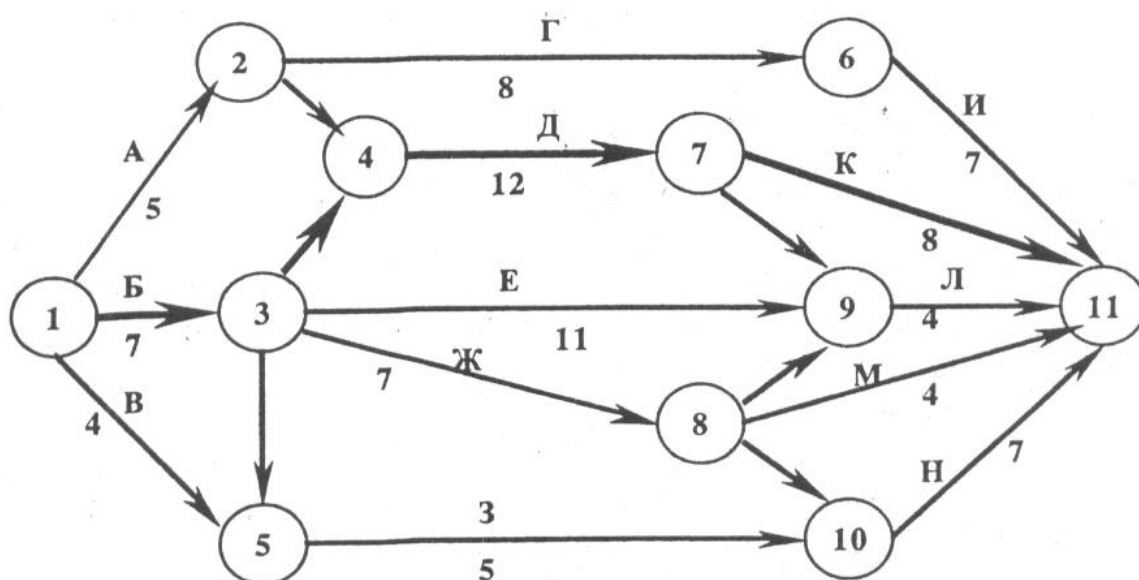


Рисунок 8 – Сетевой график строительного процесса

Графический метод расчета параметров сетевого графика.

Все события делятся на четыре сектора: нижний, верхний, левый и правый (рисунок 9).



Рисунок 9 – Шифр событий по секторам

Расчет начинают с определения раннего срока начала работ. Начинаем движение по вершинам графа от исходного события (рисунок 10).

В левый сектор первого события графика записывают нуль, в нижний – тоже нуль, так как у первого события нет предшествующих работ. Ранние сроки последующих работ определяют в соответствии с:

$$t_{рн}(1, 2) = t_{рн}(1, 3) = t_{рн}(1, 5) = 0, \text{ т.к. у этих работ нет предшествующих.}$$

Все работы, выходящие из одного и того же события, будут иметь одинаковые ранние начала.

$$t_{рн}(2,6) = t_{рн}(2,4) = t_{рн}(1,2) + t(1,2) = 0 + 5 = 5.$$

В левый сектор (2)-ой вершины заносим 5, а в нижний – единицу, т.к. ко второму событию ведет единственный путь – дуга (1, 2), и он проходит через первую вершину.

$$t_{рн}(3, 4) = t_{рн}(3, 5) = t_{рн}(3, 8) = t_{рн}(3, 9) = t_{рн}(1, 3) + t(1, 3) = 0 + 7 = 7.$$

В левый сектор третьей вершины заносим 7, а в нижний – единицу, т.к. к третьему событию ведет единственный путь – дуга (1, 3), и он проходит через первую вершину (рисунок 9).

$$t_{рн}(4, 7) = \max\{[t_{рн}(2, 4) + t(2, 4)]; [t_{рн}(3, 4) + t(3,4)]\} = t_{рн}(3, 4) + t(3, 4) = 7 + 0 = 7.$$

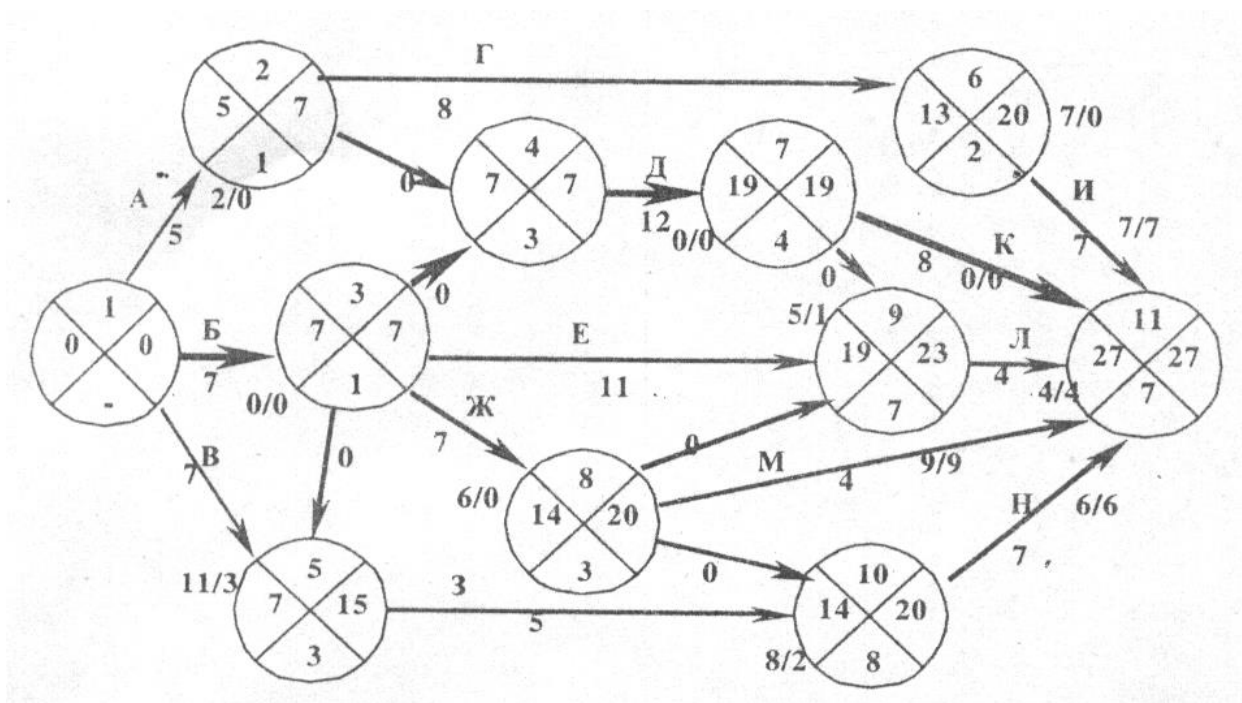


Рисунок 10 – Сетевой график производственного процесса с разбивкой событий на секторы

В левый сектор вершины (4) записываем цифру 7 – раннее начало работы (4, 7), а в нижний – 3 – номер события, через которое к данному ведет путь максимальной продолжительности.

$$t_{рн} (5,10) = \max\{ [t_{рн}(3, 5) + t(3, 5)]; [t_{рн} (1, 5) + t(1, 5)]\} = 7 + 0 = 7.$$

В левый сектор пятой вершины помещаем 7, в нижний 3 или 1 (обе суммы одинаковы).

$$t_{рн} (6,11) = t_{рн}(2, 6) + t(2, 6) = 5 + 8 = 13$$

В левый сектор (6)-ой вершины – 13, в нижний – 2.

$$t_{рн} (7,11) = t_{рн} (4, 7) + t(4, 7) = 7 + 12 = 19$$

В левый сектор (7)-ой вершины – 19, в нижний – 4 и т.д.

При рассмотрении последней (11)-ой вершины значение в левом секторе равно максимальной величине из сумм ранних начал и продолжительностей завершающих работ, что и составляет длину критического пути графа:

$$t_{кр} = \max\{[t_{рн} (6, 11) + t(6,11)]; [t_{рн} (7,11) + t(7,11)]; [t_{рн} (9,11) + t(9,11)];$$

$$[t_{\text{рн}}(8,11) + 1 = t(8, 11)]; [t_{\text{рн}}(10,11) + t(10,11)] = t_{\text{рн}}(7,11) + t(7,11) = 19 + 8 = 27.$$

В нижний сектор записывают номер события, через которое к завершающему ведет путь максимальной продолжительности, т.е. **7**. Далее определяют работы, принадлежащие критическому пути. Критический путь проходит через завершающее событие (11), в нижнем секторе которого записано **7**. Следовательно, событие (**7**) также принадлежит критическому пути. В нижнем секторе события (**7**) записано **4**, т.е. критический путь пройдет через событие (**4**) и т.д. до исходного события. Критический путь в рассматриваемом примере $t_{\text{кр}} = (1, 3, 4, 7, 11)$.

Затем определяют поздние сроки окончания работ. При этом движение по вершинам графа происходит в обратном порядке: от завершающего события к исходному. Поздние сроки окончания для завершающих работ равны продолжительности критического пути, поэтому в правый сектор завершающего события (11) записывают **27**. Поздние окончания предшествующих работ определяются в соответствии с

$$t_{\text{по}}(2,6) = t_{\text{по}}(6,11) - t(6,11) = 27 - 7 = 20:$$

В правый сектор вершины (**6**) записывают цифру **20**.

Все работы, входящие в одно и то же событие, будут иметь одинаковые поздние окончания.

$$t_{\text{по}}(3,9) = t_{\text{по}}(8,9) = t_{\text{по}}(7,9) = t_{\text{по}}(9,11) - t(9,11) = 27 - 4 = 23.$$

В правый сектор вершины (**9**) записывают **23**.

$$t_{\text{по}}(4,7) = \min \{ [t_{\text{по}}(7,11) - t(7,11)];$$

$$[t_{\text{по}}(7,9) - t(7,9)] \} = \{ t_{\text{по}}(7,11) - t(7,11) \} = 27 - 8 = 19.$$

В правый сектор события (**7**) записывают цифру **19**.

$$t_{\text{по}}(3,8) = \min \{ [t_{\text{по}}(8,9) - t(8,9)]; [t_{\text{по}}(8,11) - t(8,11)];$$

$$[t_{\text{по}}(8,10) - t(8,10)] \} = \min \{ 23 - 0, 27 - 4, 20 - 0 \} = 20.$$

В правый сектор вершины (**8**) записываем **20**.

$$t_{\text{по}}(5,10) = t_{\text{по}}(10,11) - t(10,11) = 27 - 7 = 20.$$

В правый сектор вершины (10) записываем 20 и т.д.

Таким же образом находят поздние окончания всех других работ.

После расчета начал и окончаний работ определяют резервы времени по формулам (5) и (6).

Например, полный резерв времени для работы (3, 8) и свободный резерв для работы (3, 9):

$$R_n(3,8) = t_{по}(3,8) - [t_{рн}(3,8) + t(3,8)] = 20 - (7+7) = 20 - 14 = 6,$$

$$R_c(3,9) = t_{рн}(9, 11) - [t_{рн}(3,9) + t(3,9)] = 19 - (7+11) = 19 - 18 = 1.$$

Резервы времени работ записывают непосредственно на графике под работой в виде дроби, числитель которой показывает полный резерв, а знаменатель – свободный резерв (рис. 10).

Таблица 2 – Расчет сетевого графика в табличной форме

Кол. П.Р.	Н.С.	К.С.	Т	Р.Н.	Р.О.	П. Н.	П. О.	П.Р.	С.Р.
0	1	2	5	0	5	2	7	2	0
0	1	3	7	0	7	0	7	0	0
0	1	5	4	0	4	11	15	11	3
1	2	4	0	5	5	7	7	2	2
1	2	6	8	5	13	12	20	7	0
1	3	4	0	7	7	7	7	0	0
1	3	5	0	7	7	15	15	8	0
1	3	8	7	7	14	13	20	6	0
1	3	9	11	7	18	12	23	5	1
2	4	7	12	7	19	7	19	0	0
2	5	10	5	7	12	15	20	8	2
1	6	11	7	13	20	20	27	7	7
1	7	9	0	19	19	23	23	4	0
1	7	11	8	19	27	19	27	0	0
1	8	9	0	19	19	23	23	9	5
1	8	10	0	14	14	20	20	6	0
1	8	11	4	14	18	23	27	9	9
3	9	11	4	19	23	23	27	4	4
2	10	11	7	14	21	20	27	6	6

Заполнение первых трех колонок таблицы производится по данным графика: 1 столбец – количество предшествующих работ (число стрелок,

входящих в начальное событие); 2 столбец – начальное событие; 3 столбец – конечное событие и продолжительность работы T – 4 столбец.

1. Для работ, выходящих из начального события, $P.H. = 0$ (работы (1,2); (1,3); (1, 5)), раннее окончание работы равно ее раннему началу плюс продолжительность этой работы ($P.O. = P.H. + T$);

2. Для остальных работ $P.H. = \max(P.O.)$ предшествующих работ; $P.O. = P.H. + T$:

$$P.H. (2,4) = P.O. (1,2) = 5; P.O.(2,4) = P.H.(2,4) + T(2, 4) = 5 + 0 = 5;$$

$$P.H. (2,6) = P.O. (1,2) = 5; P.O.(2,6) = P.H.(2, 6) + T(2, 6) = 5 + 8 = 13;$$

$$P.H. (4,7) = \max\{P.O. (2,4); P.O. (3,4)\} = 7;$$

$$P.O.(4,7) = P.H.(4,7) + T(4, 7) = 7 + 12 = 19;$$

$$P.H. (10, 11) = \max\{P.O. (5, 10); P.O. (8, 10)\} = 14; P.O.(10, 11) = P.H.(10,11) + T(10,11) = 14 + 7 = 21.$$

3. Для работ, входящих в завершающее событие, $P.O. = \max (P.O.)$ работ, входящих в завершающее событие; $P.H. = P.O. - T$;

$$P.O.(10,11) = P.O.(9,11) = P.O.(8,11) = P.O.(7,11) = P.O.(6,11) = \max\{20, 27, 18, 23, 21\} = 27.$$

4. Для остальных работ $P.O. = \min(P.H.)$ последующих работ;

$$P.H. = P.O. - T:$$

$$P.O.(8,10) = P.H.(10,11) = 20;$$

$$P.O.(3, 8) = \min\{P.H.(8, 9); P.H.(8, 10); P.H.(8, 11)\} = \min\{23, 20, 23\} = 20.$$

5. Расчет резервов осуществляется по формулам (5) и (6).

6. Содержание отчета и его форма

Структура отчета:

Введение (цель и содержание работы)

1. Теоретическая часть на тему : «...»

2. Практическая часть

– методика и порядок выполнения работы;

- результаты расчетов;
- выводы.

Список использованных источников.

После выполнения работы в установленные сроки необходимо предоставить преподавателю для проверки с последующей защитой.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Задания для выполнения расчетно-графической работы

Теоретическая часть

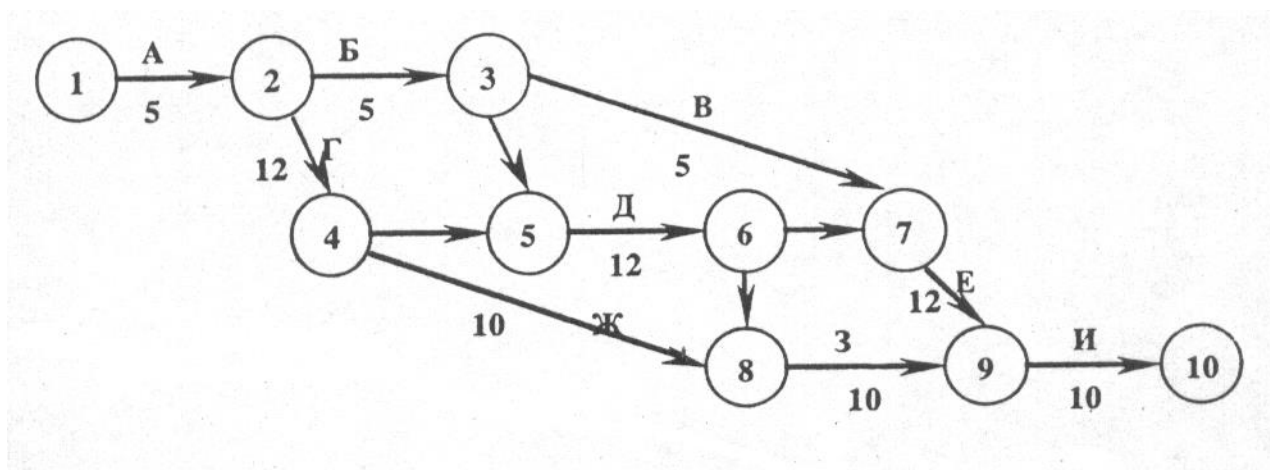
Вариант	Индивидуальное задание
1.	Основные участники строительства, их организационно-экономические отношения.
2.	Строительные организации, их виды и структура.
3.	Основные принципы проектирования строительства и строительного производства. Нормы продолжительности и задел.
4.	Проект организации строительства (ПОС), состав, содержание и исходные данные для разработки.
5.	Проект производства работ (ППР) и проект организации работ (ПОР)
6.	Организация инженерных и технико-экономических изысканий при проектировании ПОС и ППР.
7.	Общая организационно-техническая подготовка к строительству. Подготовительный и основной периоды строительства.
8.	Организация работ подготовительного периода. ППР на подготовительный период. Вне- и внутриплощадочные работы.
9.	Классификация организационно-технологических моделей строительного производства. Основные модели, применяемые в строительстве.
10.	Организация процесса строительства в пространстве и во времени.
11.	Основы поточного метода строительства.
12.	Классификация, структура и параметры строительных потоков.
13.	Виды контроля качества.
14.	Назначение, виды и состав календарных планов. Критерии оптимальности.
15.	Организация материально-технического обеспечения строительства.
16.	Планирование материально-технических и трудовых ресурсов строительных организаций.

17.	Планирование показателей стройгенплана.
18.	Управлять производственно-технологической комплектацией
19.	Проектировать объектные потоков.
20.	Методика разработки Сетевого моделирования
21.	Принципы управления качеством строительной продукции
22.	методика разработки графика Ганта.
23.	методика разработки Циклограммы.
24.	Методика разработки ПОС и ППР, уровень организационной надежности.
25.	Принципами создания и развития производственной базы строительных организаций.
26.	Ритмичные и неритмичные строительные потоки

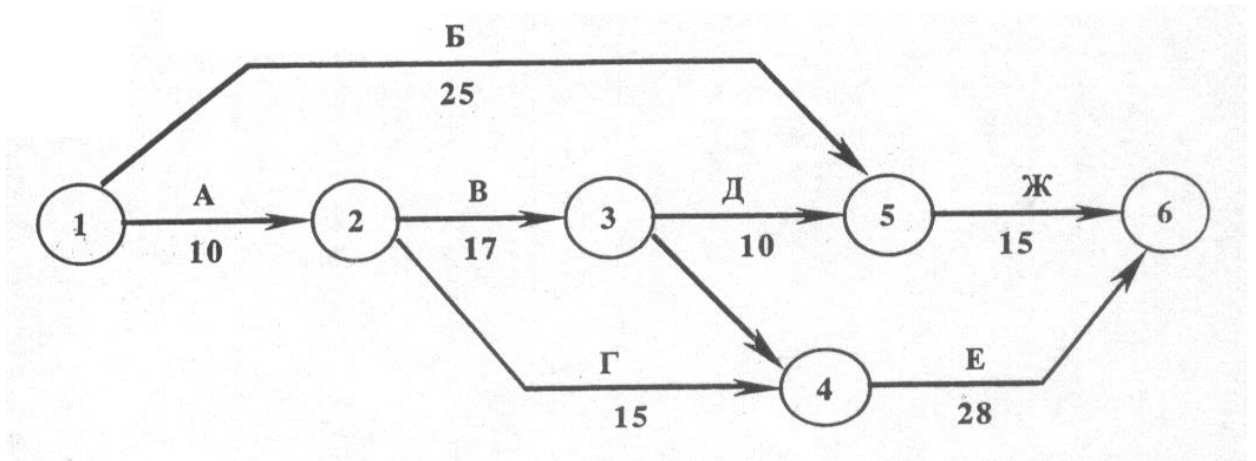
Практическая часть

В сетевых графиках, отражающих календарный план производственного процесса, определить продолжительность критического пути и срок окончания проекта, ранние и поздние сроки начала и окончания работ, полные и свободные резервы времени.

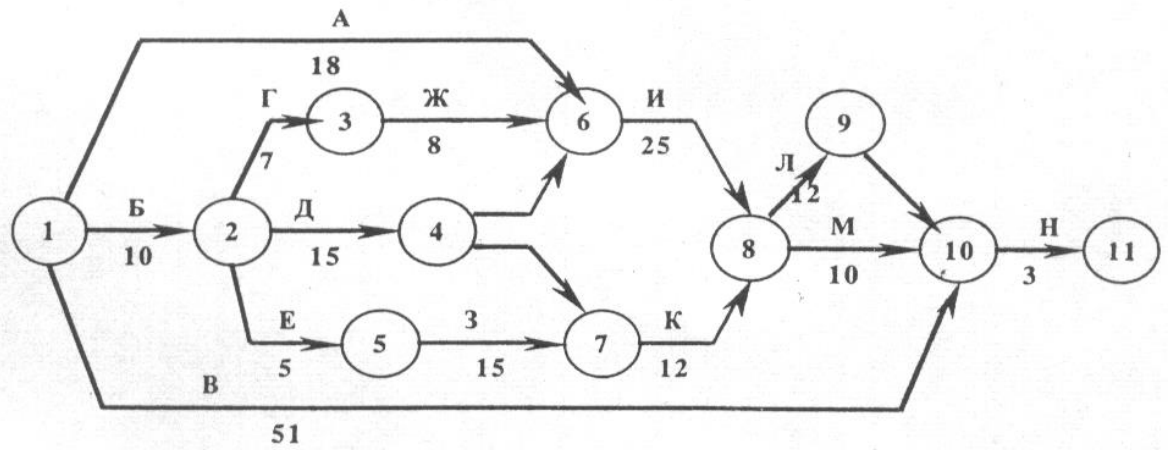
Вариант 1



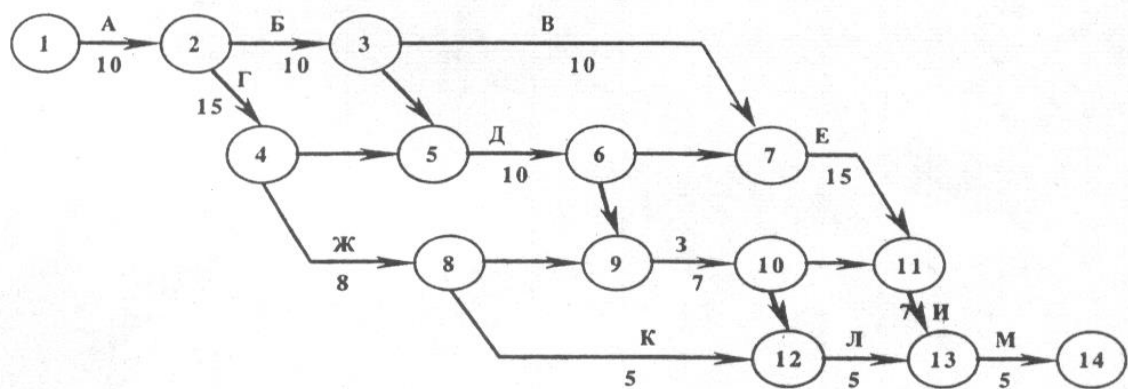
Вариант 2



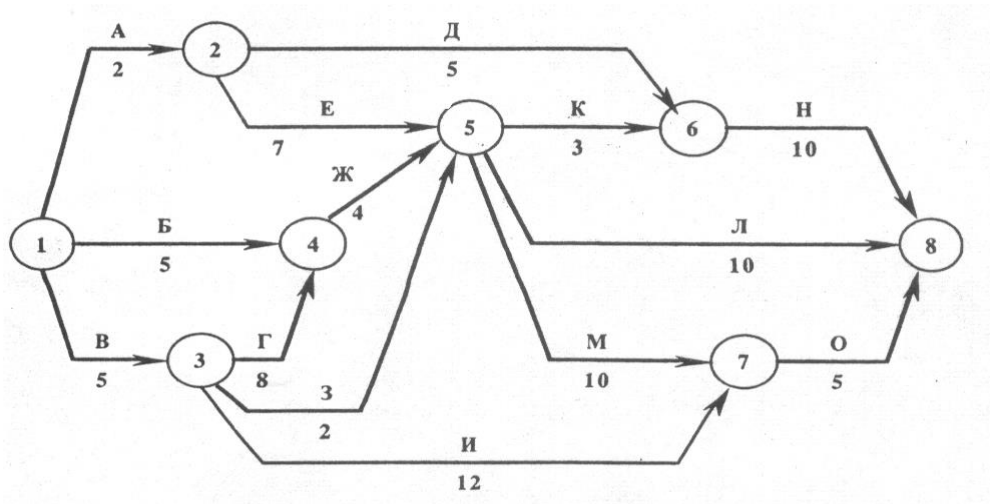
Вариант 3



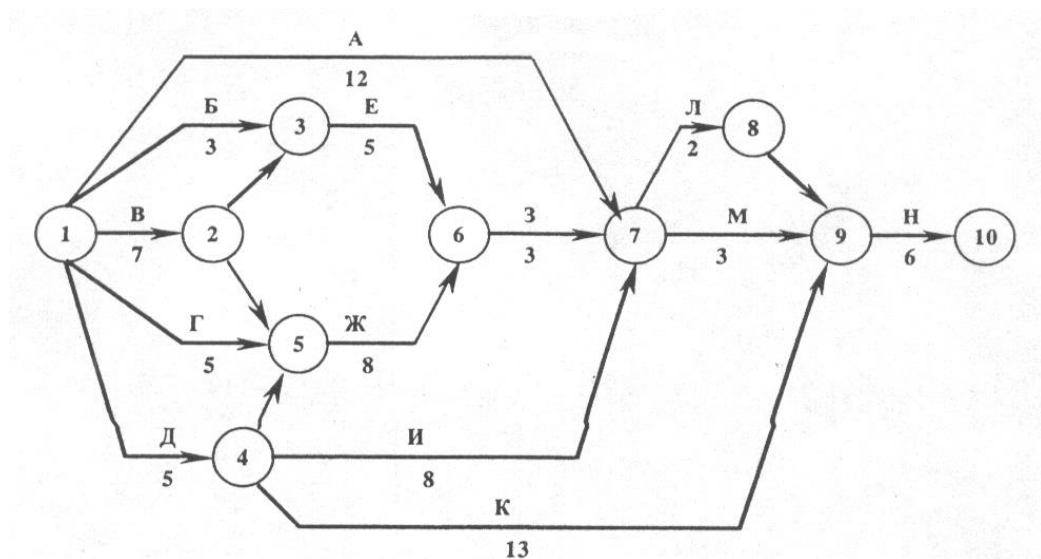
Вариант 4



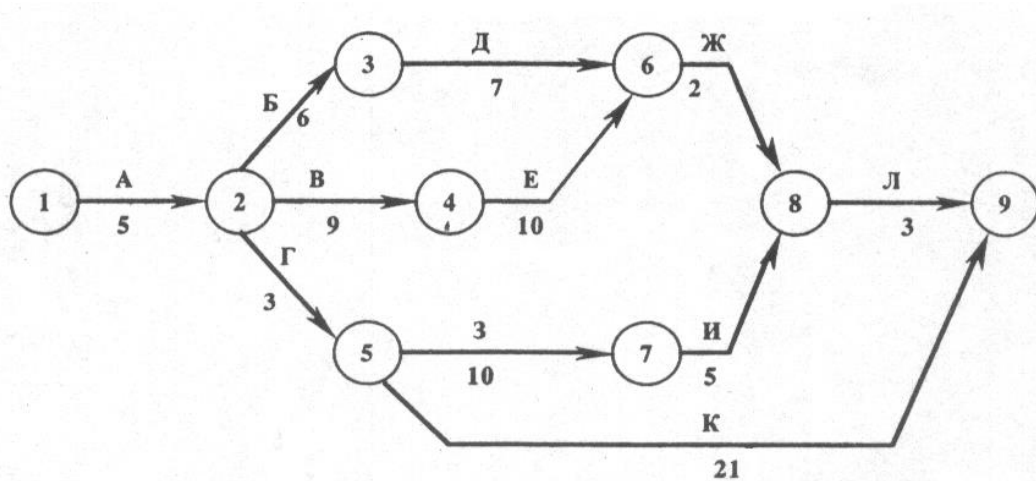
Вариант 5

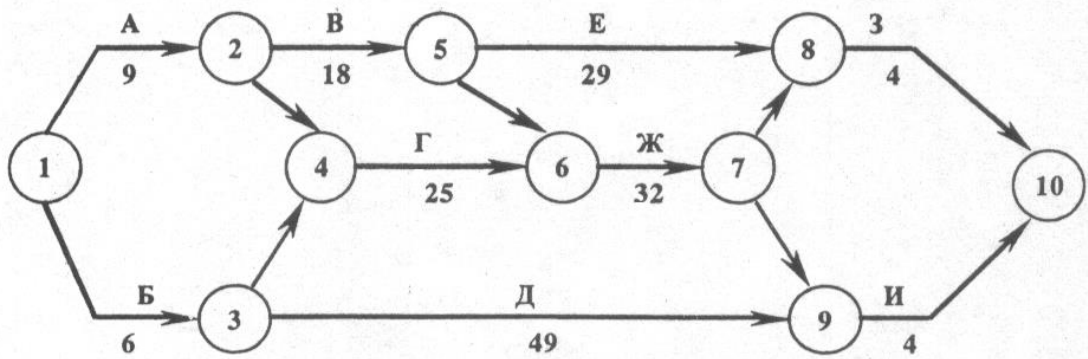
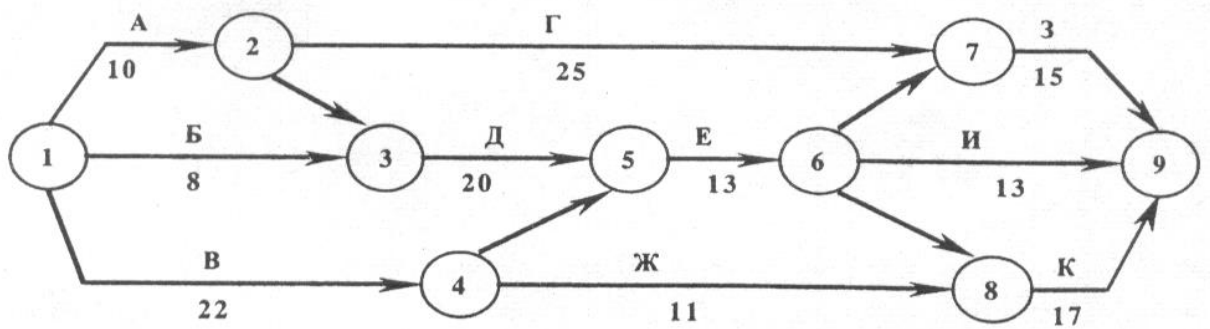
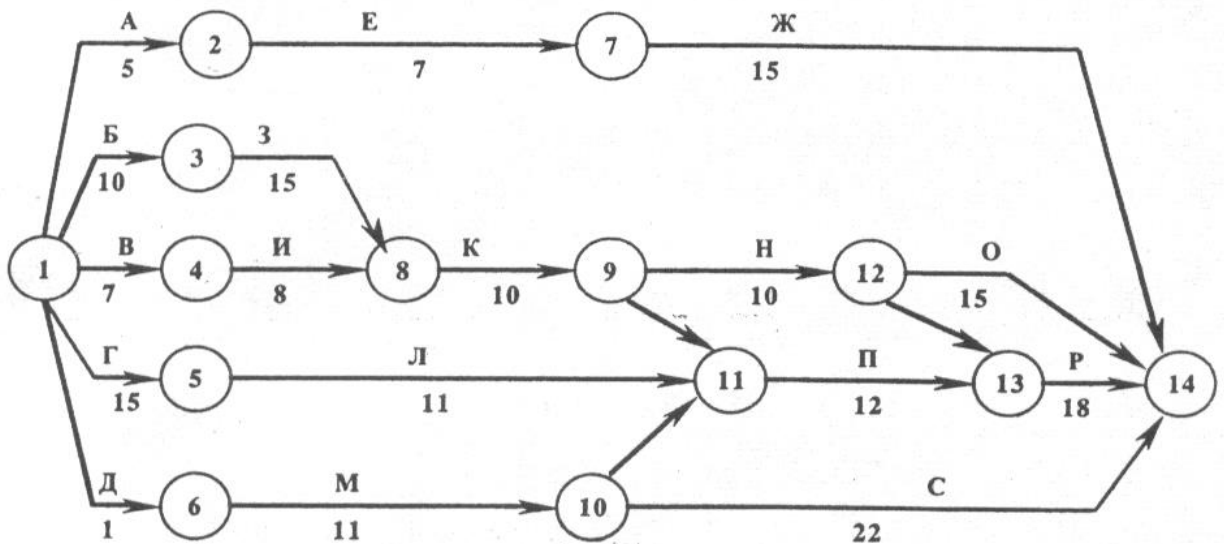


Вариант 6

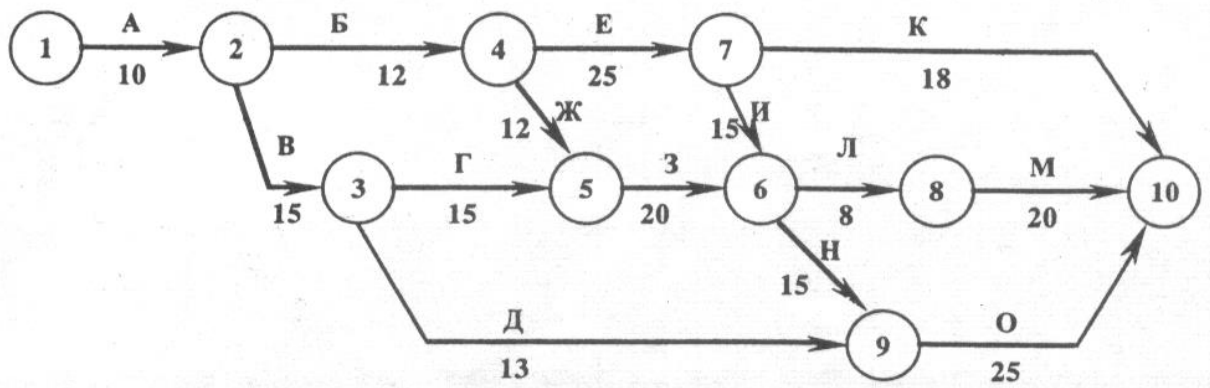


Вариант 7

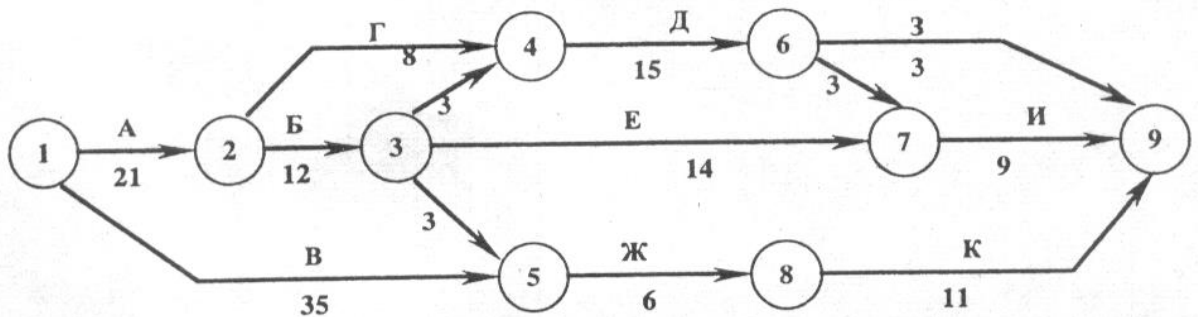


Вариант 8**Вариант 9****Вариант 10**

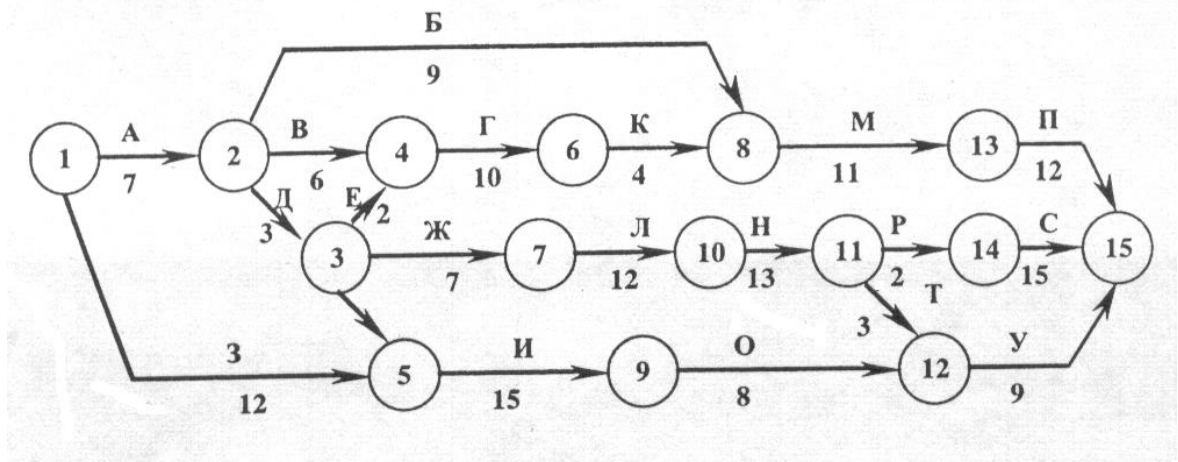
Вариант 11



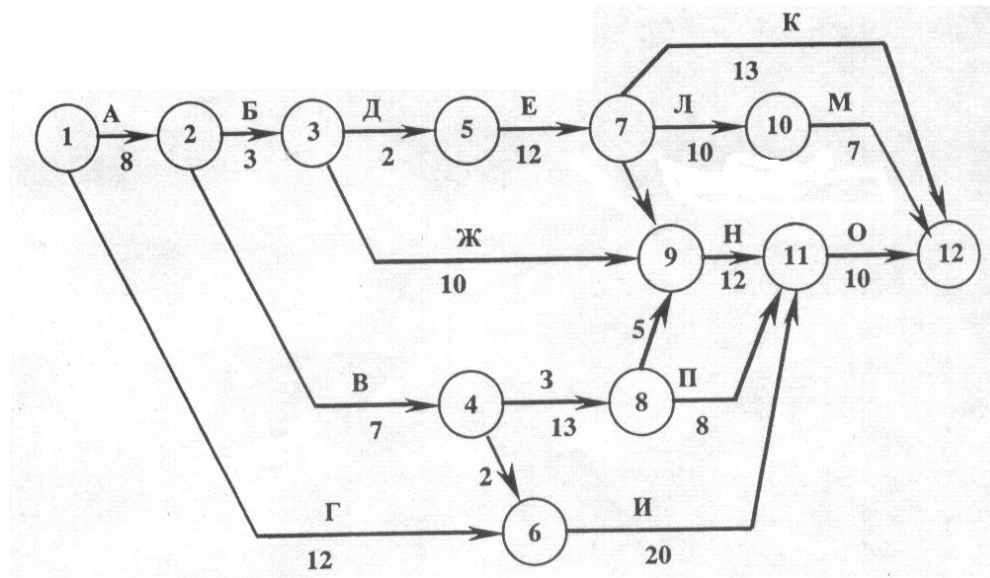
Вариант 12



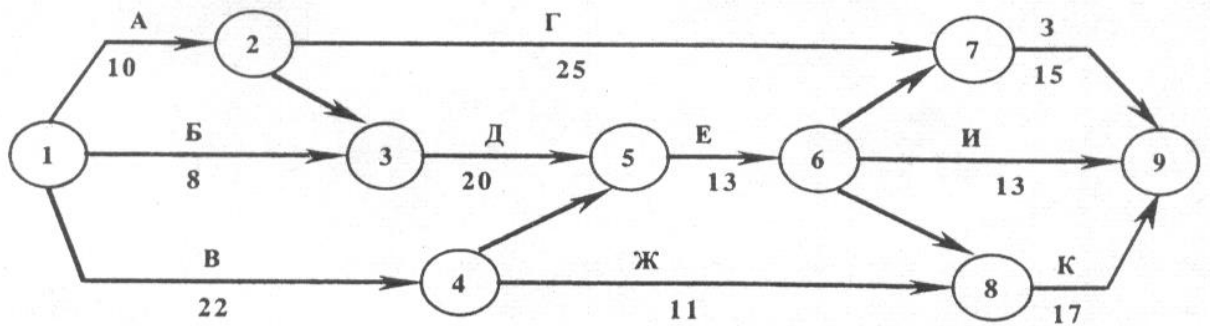
Вариант 13



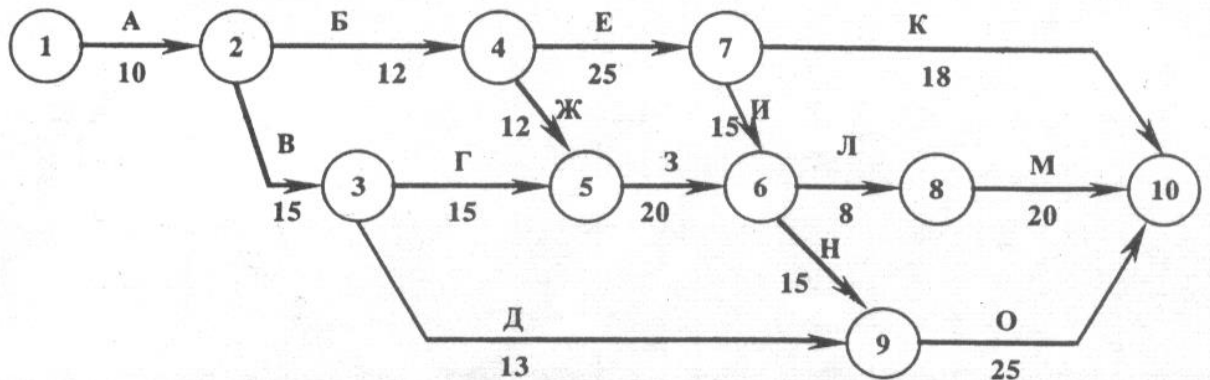
Вариант 14

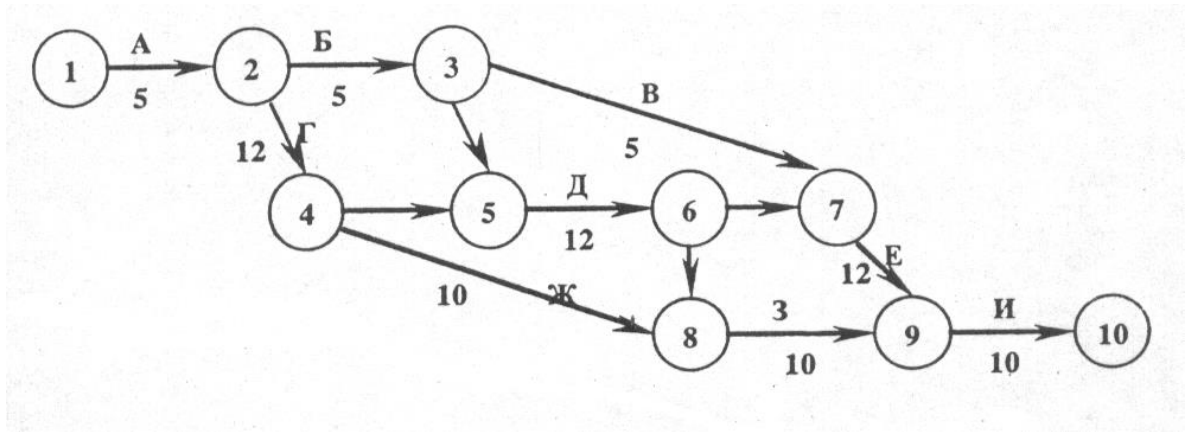
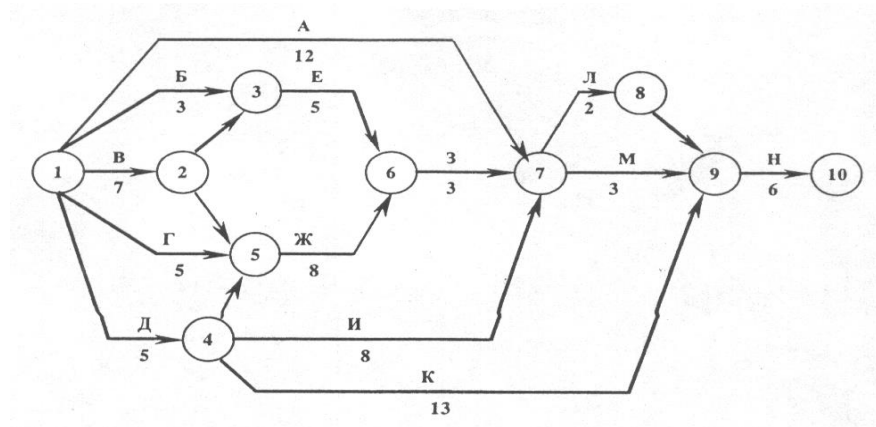
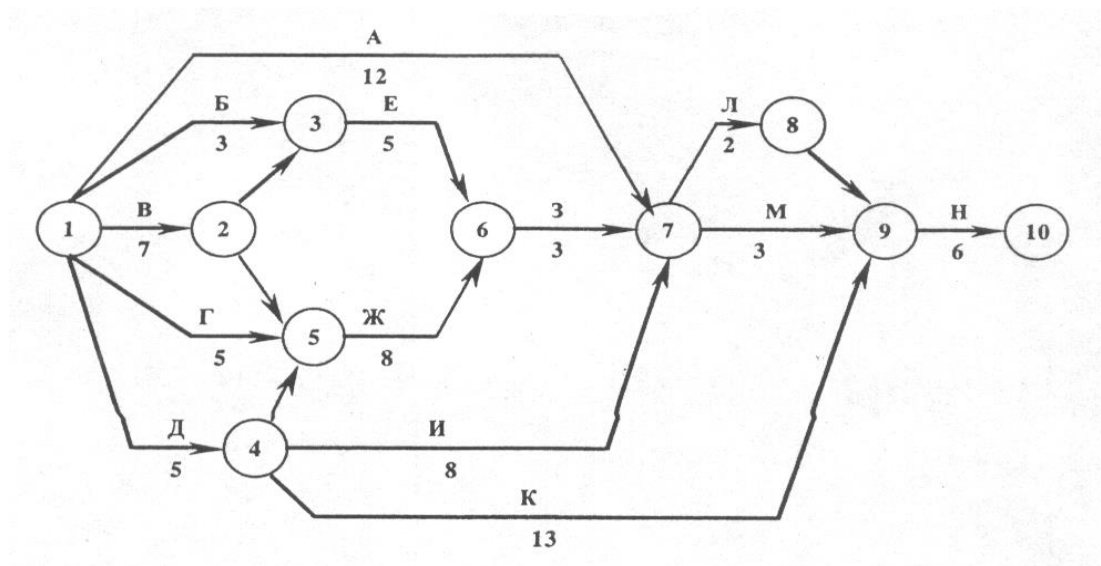


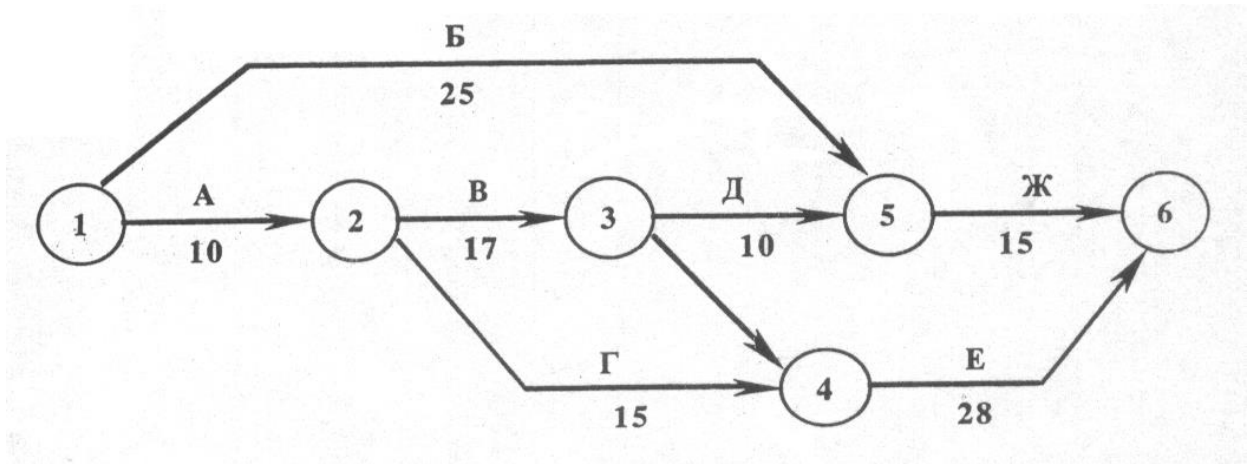
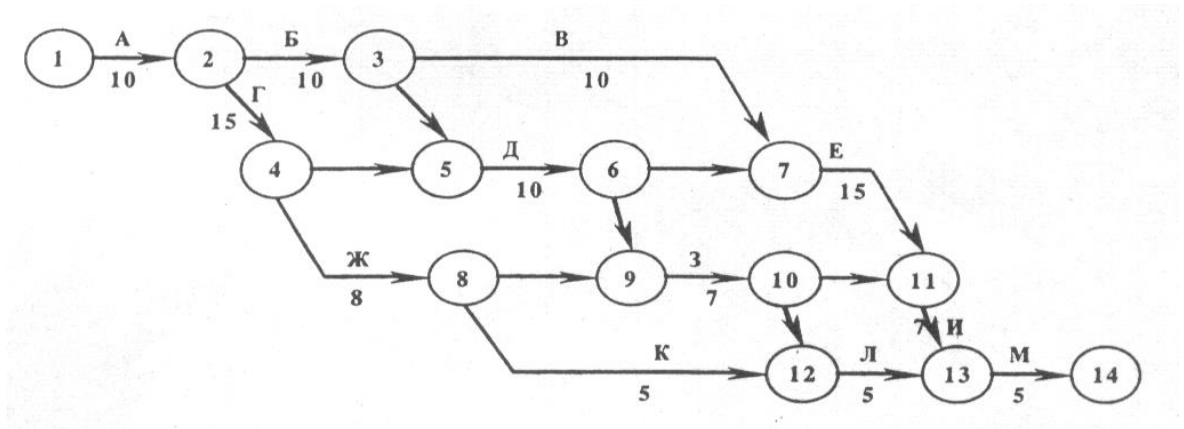
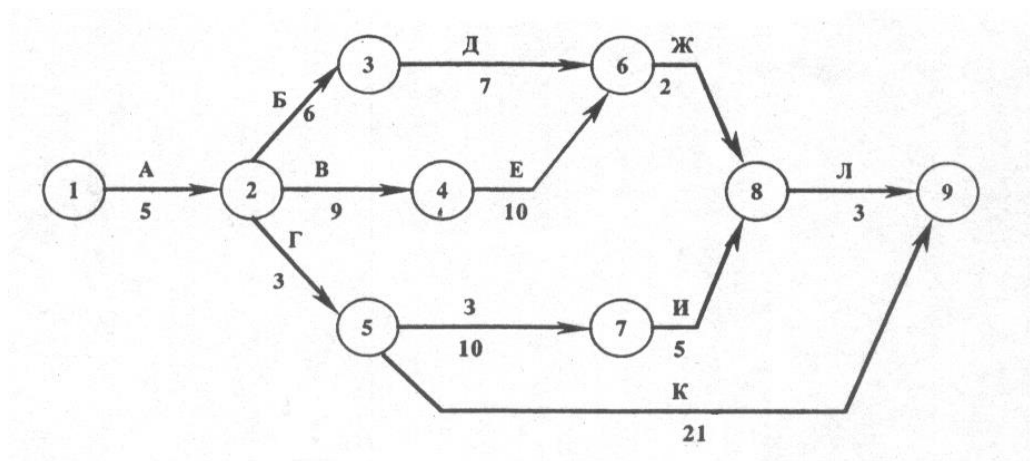
Вариант 15



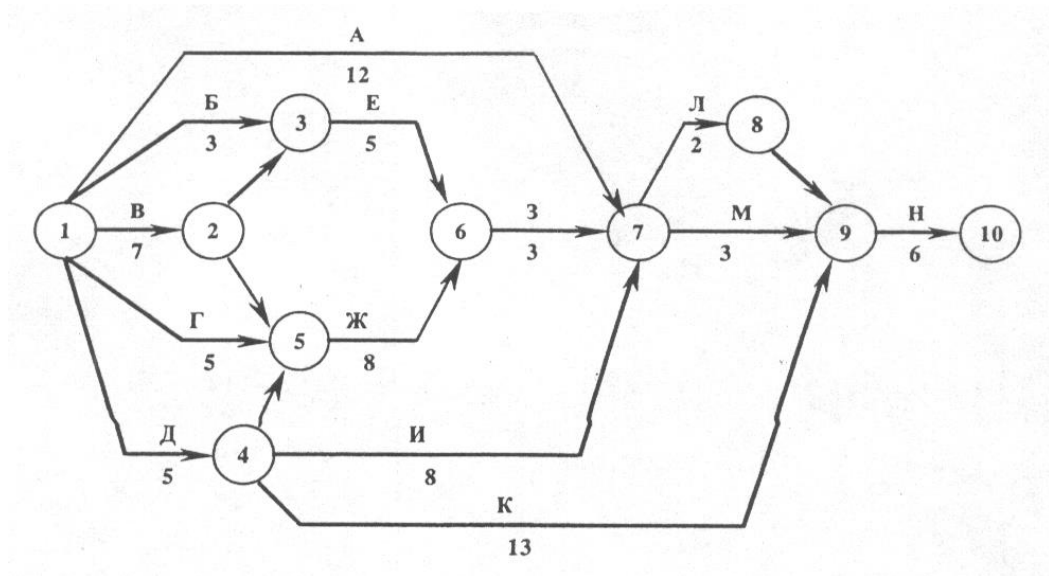
Вариант 16



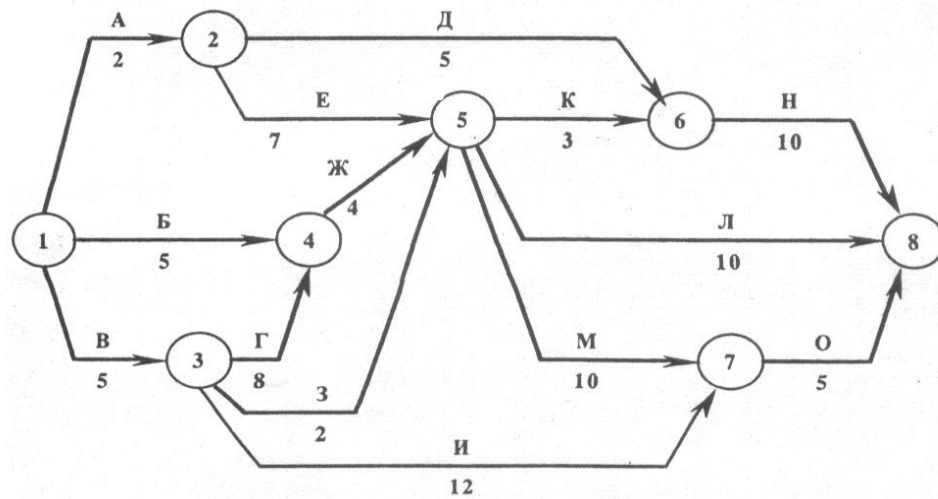
Вариант 17**Вариант 18****Вариант 19**

Вариант 20**Вариант 21****Вариант 22**

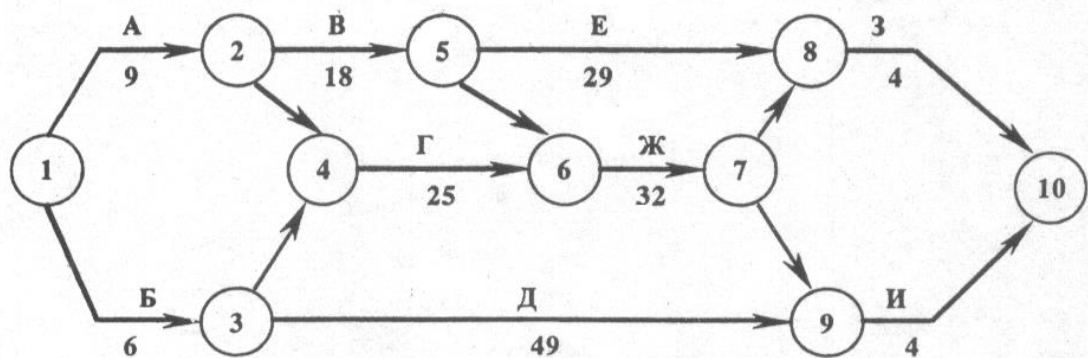
Вариант 23

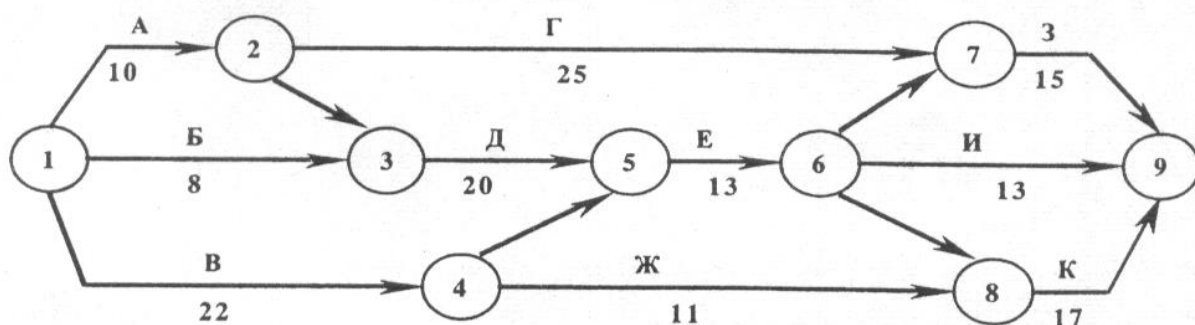


Вариант 24



Вариант 25



Вариант 26***Список рекомендуемой литературы***

1. Афанасьев, А. А. Технология строительных процессов: учеб. для вузов по спец. «Пром. и гражд. строительство» / А. А. Афанасьев, Н. Н. Данилов, В. Д. Копылов [и др.] / Под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. – М.: Высш. шк., 2000.
2. Теличенко, В. И. Технология возведения зданий и сооружений: учеб. для вузов / Теличенко В. И., Лapidус А. А., Терентьев О. М., Соколовский В. В. – М.: Высш. шк., 2002.
3. Дикман, Л. Г. Организация строительного производства: учеб. для строит. вузов / Л. Г. Дикман – М.: Издательство АСВ, 2003.
4. Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учеб. пособие для строит. спец. вузов / С. К. Хамзин, А. К. Карасев. – М.: Высш шк., 2006.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические рекомендации
для студентов по организации самостоятельной работы

по дисциплине

Основы организации и управления в строительстве

Направление 08.04.01 Строительство

СОДЕРЖАНИЕ

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса
2. Цели и основные задачи СРС
3. Виды самостоятельной работы
4. Организация СРС
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы
6. Самостоятельная работа студента – необходимое звено становления исследователя и специалиста
7. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы
8. Самостоятельная работа студентов в условиях балльно-рейтинговой системы обучения

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса.

Самостоятельная работа – планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное (аудиторное) время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой студентов).

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи профессионального образования - "подготовка квалифицированного работника соответствующего уровня и профиля, конкурентоспособного на рынке труда, компетентного, ответственного, свободно владеющего своей профессией и ориентированного в смежных областях деятельности, способного к эффективной работе по специальности на уровне мировых стандартов, готового к постоянному профессиональному росту, социальной и профессиональной мобильности".

Решение этих задач невозможно без повышения роли самостоятельной работы студентов над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста студентов, воспитание творческой активности и инициативы.

К современному специалисту общество предъявляет достаточно широкий перечень требований, среди которых немаловажное значение имеет наличие у выпускников определенных способностей и умения самостоятельно добывать знания из различных источников, систематизировать полученную информацию, давать оценку конкретной финансовой ситуации. Формирование такого умения происходит в течение всего периода обучения через участие студентов в практических занятиях, выполнение контрольных заданий и тестов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Формы самостоятельной работы студентов разнообразны. Они включают в себя:

- изучение и систематизацию официальных государственных документов - законов, постановлений, указов, нормативно-инструкционных и справочных материалов с использованием информационно-поисковых систем "Консультант-плюс", "Гарант", глобальной сети "Интернет";
- изучение учебной, научной и методической литературы (www.biblioclub.ru - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн»; <http://library.ru/> - Электронная библиотека; e.lanbook.com - Электронно-библиотечная система «Лань»)
- подготовку докладов и рефератов, написание курсовых и выпускных квалификационных работ;
- участие в работе студенческих конференций, комплексных научных исследованиях.

Самостоятельная работа приобщает студентов к научному творчеству, поиску и

решению актуальных современных проблем.

2. Цели и основные задачи СРС

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента – подготовкой специалиста и бакалавра с высшим образованием. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для приобретения знаний, навыков и возможности организации учебной и научной деятельности.

Целью самостоятельной работы студентов является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками деятельности по профилю, опытом творческой, исследовательской деятельности. Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Задачами СРС являются:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений;
- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий на семинарах, на практических и лабораторных занятиях, при написании курсовых и выпускной квалификационной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

3. Виды самостоятельной работы

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

- формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);
- написание рефератов;
- подготовка к семинарам и лабораторным работам, их оформление;
- составление аннотированного списка статей из соответствующих журналов по отраслям знаний (педагогических, психологических, методических и др.);
- подготовка рецензий на статью, пособие;
- выполнение микроисследований;

- подготовка практических разработок;
- выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;
- компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

- текущие консультации;
- коллоквиум как форма контроля освоения теоретического содержания дисциплин: (в часы консультаций, предусмотренных учебным планом);
- прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);
- прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);
- выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);
- выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);
- прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);
- выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

4. Организация СРС

Методика организации самостоятельной работы студентов зависит от структуры, характера и особенностей изучаемой дисциплины, объема часов на ее изучение, вида заданий для самостоятельной работы студентов, индивидуальных качеств студентов и условий учебной деятельности.

Процесс организации самостоятельной работы студентов включает в себя следующие этапы:

- подготовительный (определение целей, составление программы, подготовка методического обеспечения, подготовка оборудования);
- основной (реализация программы, использование приемов поиска информации, усвоения, переработки, применения, передачи знаний, фиксирование результатов, самоорганизация процесса работы);
- заключительный (оценка значимости и анализ результатов, их систематизация, оценка эффективности программы и приемов работы, выводы о направлениях оптимизации труда).

Организацию самостоятельной работы студентов обеспечивают: институт, департамент, учебный и методический отделы, преподаватель, библиотека и др.

Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы.

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя студент должен:

- освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов

и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ГОС ВПО/ГОС СПО) по данной дисциплине.

- планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

- самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.

- выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

- самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

- предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;

- в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;

- предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;

- использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

- использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы знаний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

- а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

- б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь,

наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним,

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;
- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;
- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;
- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;
- привычная последовательность и систематичность деятельности;
- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов)*, причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего

утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра.*

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр.

Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и

т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

6. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этого пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также

контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебы с будущей профессиональной деятельности

7. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы.

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой.

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. *Первичное* - это внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятного олова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача *вторичного* чтения - полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой.

Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

- Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

- Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).

- Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).

- Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

- При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

- Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

- Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

- Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в

себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

• «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

• Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют **четыре основные установки в чтении научного текста**:

1. информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
2. усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
3. аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
4. творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких **видов чтения**:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;
2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;
3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;
4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;
5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между

собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;
2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;
3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;
4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;
5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Практические занятия.

Для того чтобы практические занятия приносили максимальную пользу, необходимо помнить, что упражнение и решение задач проводятся по вычитанному на лекциях материалу и связаны, как правило, с детальным разбором отдельных вопросов лекционного курса. Следует подчеркнуть, что только после усвоения лекционного

материала с определенной точки зрения (а именно с той, с которой он излагается на лекциях) он будет закрепляться на практических занятиях как в результате обсуждения и анализа лекционного материала, так и с помощью решения проблемных ситуаций, задач. При этих условиях студент не только хорошо усвоит материал, но и научится применять его на практике, а также получит дополнительный стимул (и это очень важно) для активной проработки лекции.

При самостоятельном решении задач нужно обосновывать каждый этап решения, исходя из теоретических положений курса. Если студент видит несколько путей решения проблемы (задачи), то нужно сравнить их и выбрать самый рациональный. Полезно до начала вычислений составить краткий план решения проблемы (задачи). Решение проблемных задач или примеров следует излагать подробно, вычисления располагать в строгом порядке, отделяя вспомогательные вычисления от основных. Решения при необходимости нужно сопровождать комментариями, схемами, чертежами и рисунками.

Следует помнить, что решение каждой учебной задачи должно доводиться до окончательного логического ответа, которого требует условие, и по возможности с выводом. Полученный ответ следует проверить способами, вытекающими из существа данной задачи. Полезно также (если возможно) решать несколькими способами и сравнить полученные результаты. Решение задач данного типа нужно продолжать до приобретения твердых навыков в их решении.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удастся, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам.

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для

успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неустойчивые занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

- Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).
- Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.
- Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.
- Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).
- Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

Правила написания научных текстов (рефератов, курсовых, РГР и дипломных работ):

- Важно разобраться сначала, какова истинная цель Вашего научного текста - это поможет Вам разумно распределить свои силы, время и.
- Важно разобраться, кто будет «читателем» Вашей работы.

- Писать серьезные работы следует тогда, когда есть о чем писать и когда есть настроение поделиться своими рассуждениями.

- Как создать у себя подходящее творческое настроение для работы над научным текстом (как найти «вдохновение»)? Во-первых, должна быть идея, а для этого нужно научиться либо относиться к разным явлениям и фактам несколько критически (своя идея – как иная точка зрения), либо научиться увлекаться какими-то известными идеями, которые нуждаются в доработке (идея – как оптимистическая позиция и направленность на дальнейшее совершенствование уже известного). Во-вторых, важно уметь отвлекаться от окружающей суеты (многие талантливые люди просто «пропадают» в этой суете), для чего важно уметь выделять важнейшие приоритеты в своей учебно-исследовательской деятельности. В-третьих, научиться организовывать свое время, ведь, как известно, свободное (от всяких глупостей) время – важнейшее условие настоящего творчества, для него наконец-то появляется время. Иногда именно на организацию такого времени уходит немалая часть сил и талантов.

- Писать следует ясно и понятно, стараясь основные положения формулировать четко и недвусмысленно (чтобы и самому понятно было), а также стремясь структурировать свой текст. Каждый раз надо представлять, что ваш текст будет кто-то читать и ему захочется сориентироваться в нем, быстро находить ответы на интересующие вопросы (заодно представьте себя на месте такого человека). Понятно, что работа, написанная «сплошным текстом» (без заголовков, без выделения крупным шрифтом наиболее важным мест и т. п.), у культурного читателя должна вызывать брезгливость и даже жалость к автору (исключения составляют некоторые древние тексты, когда и жанр был иной и к текстам относились иначе, да и самих текстов было гораздо меньше – не то, что в эпоху «информационного взрыва» и соответствующего «информационного мусора»).

- Объем текста и различные оформительские требования во многом зависят от принятых в конкретном учебном заведении порядков.

Содержание основных этапов подготовки курсовой работы

Курсовая работа - это самостоятельное исследование студентом определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов, касающихся конкретной финансовой ситуации.

Курсовая работа не должна состояться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в курсовой работе должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки курсовой работы студентом.

Выполнение курсовой работы начинается с выбора темы.

Затем студент приходит на первую консультацию к руководителю, которая предусматривает:

- обсуждение цели и задач работы, основных моментов избранной темы;
- консультирование по вопросам подбора литературы;
- составление предварительного плана;
- составление графика выполнения курсовой работы.

Следующим этапом является работа с литературой. Необходимая литература подбирается студентом самостоятельно.

После подбора литературы целесообразно сделать рабочий вариант плана работы. В нем нужно выделить основные вопросы темы и параграфы, раскрывающие их содержание.

Составленный список литературы и предварительный вариант плана уточняются, согласуются на очередной консультации с руководителем.

Затем начинается следующий этап работы - изучение литературы. Только

внимательно читая и конспектируя литературу, можно разобраться в основных вопросах темы и подготовиться к самостоятельному (авторскому) изложению содержания курсовой работы. Конспектируя первоисточники, необходимо отразить основную идею автора и его позицию по исследуемому вопросу, выявить проблемы и наметить задачи для дальнейшего изучения данных проблем.

Систематизация и анализ изученной литературы по проблеме исследования позволяют студенту написать первую (теоретическую) главу.

Выполнение курсовой работы предполагает проведение определенного исследования. На основе разработанного плана студент осуществляет сбор фактического материала, необходимых цифровых данных. Затем полученные результаты подвергаются анализу, статистической, математической обработке и представляются в виде текстового описания, таблиц, графиков, диаграмм. Программа исследования и анализ полученных результатов составляют содержание второй (аналитической) главы.

В третьей (рекомендательной) части должны быть отражены мероприятия, рекомендации по рассматриваемым проблемам.

Рабочий вариант текста курсовой работы предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки курсовая работа сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита курсовой работы студентов проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

Рекомендации по подготовке к защите курсовой работы

При подготовке к защите курсовой работы студент должен знать основные положения работы, выявленные проблемы и мероприятия по их устранению, перспективы развития рассматриваемой экономической ситуации.

Защита курсовой работы проводится в университете при наличии у студента курсовой работы, рецензии и зачетной книжки. Оценка - дифференцирована. Преподаватель оценивает защиту курсовой работы и заполняет графу "оценка" в ведомости и в зачетной книжке.

Не допускаются к защите варианты курсовых работ, найденные в Интернет, сканированные варианты учебников и учебных пособий, а также копии ранее написанных познавательной деятельности студентов при условии ее реализации через

Использование рейтинговой системы позволяет добиться более ритмичной работы. Следует отметить и все шире проникающие в учебный процесс автоматизированные обучающие и обучающе-контролирующие системы, которые позволяют студенту самостоятельно изучать ту или иную дисциплину и одновременно контролировать уровень усвоения материала.