

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ И УПРАВЛЕНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»**

Направление подготовки
Направленность (профиль)

08.03.01 Строительство
Проектирование зданий

Ставрополь

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1 Построение сетевого графика. Правила построения. Элементы сетевой модели.	6
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2 Расчет параметров сетевой модели табличным (аналитическим) способом.....	13
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3 Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме.....	23
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4 Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в форме дроби	30
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5 Расчет параметров сетевого графика с определением потенциалов событий	34
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6 Построение и расчет сетевых графиков в терминах работ	38
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7 Построение ритмичных строительных потоков и виде линейного графика и циклограммы	43
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 8 Расчет ритмичных строительных потоков в матричной форме.....	65
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 9 Построение неритмичных строительных потоков в виде линейного графика и циклограммы.....	72
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10 Расчет неритмичных строительных потоков в матричной форме.....	81
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 11 Оптимизация строительного потока	87
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 12 Планирование работы рабочих-строителей.....	94
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 13 Тарифное нормирование и оплата труда в строительстве.....	107

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 14 Минимизация суммарного потребления ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства.....	118
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 15 Минимизация времени выполнения проекта при ограниченных ресурсах	130
ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 16 Минимизация стоимости выполнения проекта.....	141
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	148
Приложение А	150
Приложение Б	156
Приложение В.....	164

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 ниже приведенными компетенциями.

Код	Формулировка
ОПК-10	Знанием организационно-правовых основ управленческой и предпринимательской деятельности в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства, основ планирования работы персонала и фондов оплаты труда

В учебном пособии (практикуме) представлены методики выполнения практических работ по дисциплине «Основы организации и управления в строительстве».

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;

Код	Формулировка
ПК-7	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)

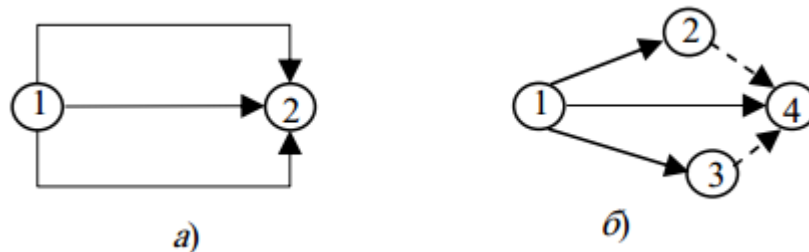


Рисунок 1.1 –Сетевой график с параллельным выполнением работ:

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).

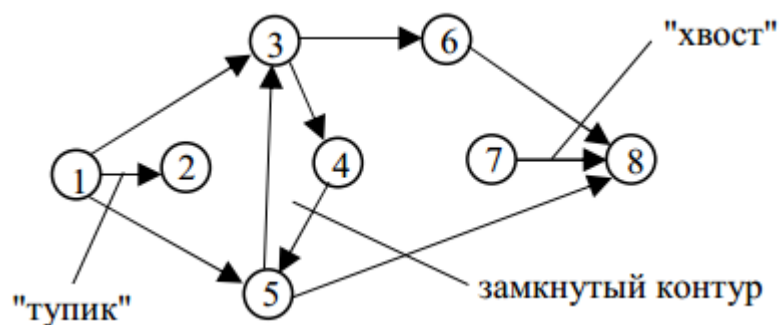


Рисунок 1.2 – Недопустимые изображения на сетевых графиках

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).

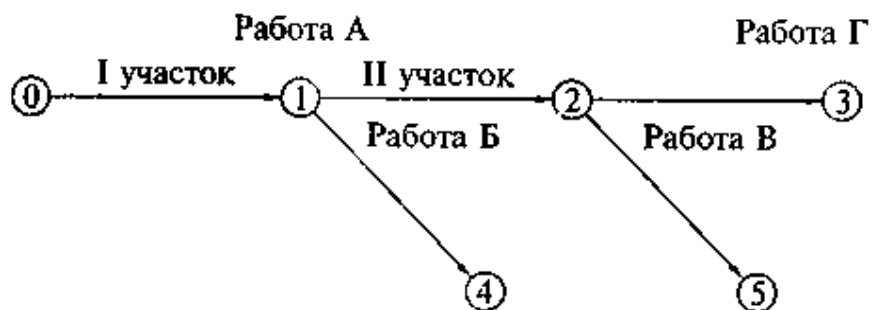


Рисунок 1.3 – Изображение на сетевых графиках деления работ на части (участки)

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.

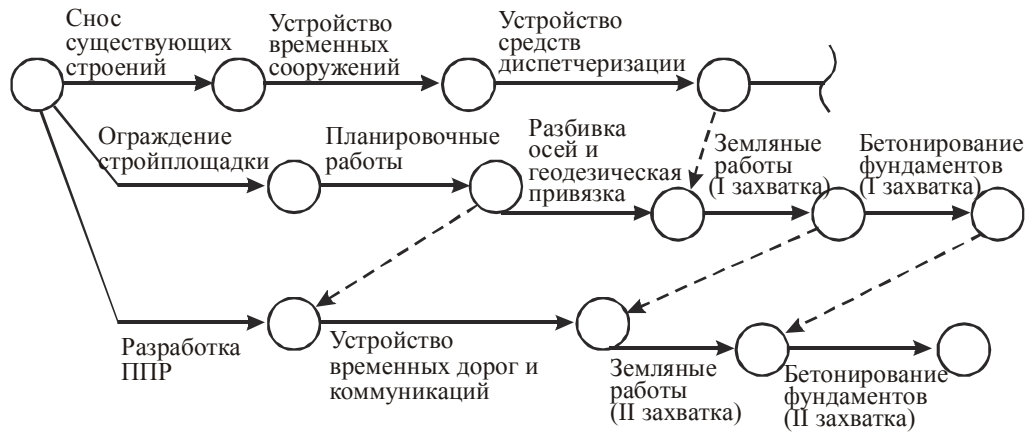


Рисунок 1.4 – Пример составления сетевого графика

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

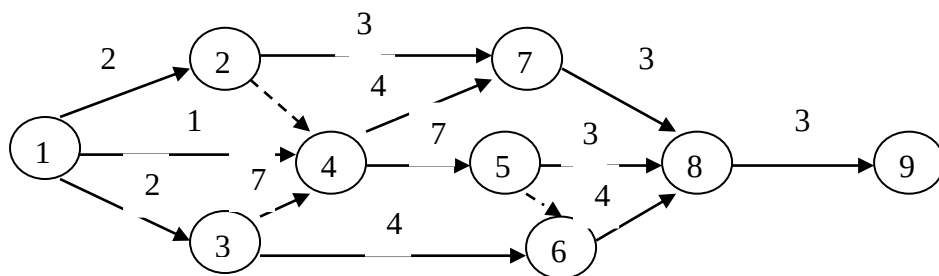


Рисунок 1.5 – Сетевой график

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	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

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. Объясните понятие «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?
6. Назовите основные принципы построения сетевых граафиков.

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;

Код	Формулировка
ПК-7	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.

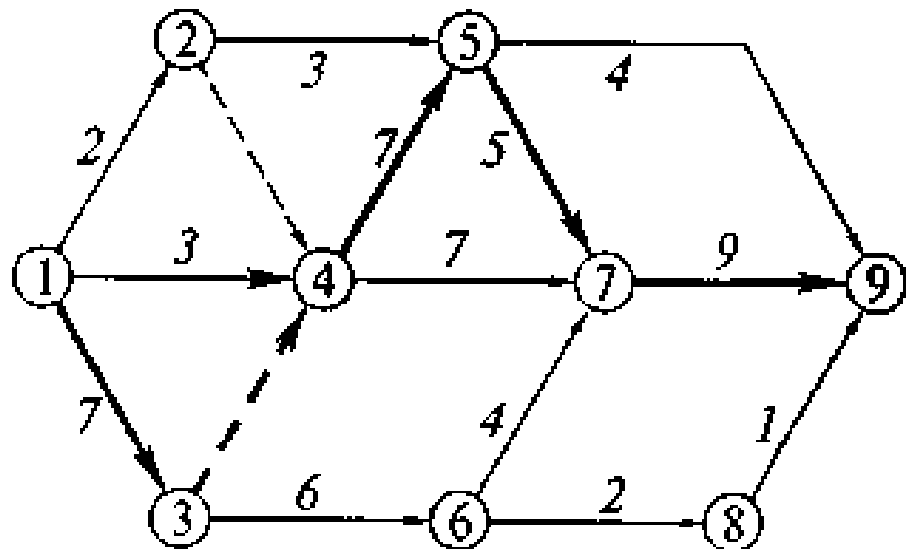


Рисунок 2.1 – Сетевой график производства работ с параметрами, рассчитанными по табл. 2.2: 1—7, 9 — продолжительность работы, $i-j$

В таблице 2.1 представлены основные этапы проведения расчетов сетевого графика аналитическим способом, результат представляются в виде таблицы 2.2.

Таблица 2.1 – Этапы проведения расчетов.

Этап №п/п	Действия	Расчеты
1 этап	необходимо описать исходную сетевую модель	Не предусмотрены
2 этап	во вторую графу таблицы 2.2 заносятся последовательно шифры всех работ и зависимостей, начиная с работы, выходящей из первого события	Не предусмотрены
3 этап	В третью графу таблицы 2.2 вносятся продолжительности всех работ и зависимостей.	Не предусмотрены
Расчет раннего начала и раннего окончания работ		
4 этап	Начинаем расчёт сетевого графика с определения значений ранних параметров работ 1—2, 1—3, 1—4.	Ранние начала работ 1—2, 1—3, 1—4 равны нулю, а их ранние окончания соответственно: $t_{1-2}^{p.o.} = 0 + t_{1-2} = 0 + 2 = 2;$ $t_{1-3}^{p.o.} = 0 + t_{1-3} = 0 + 7 = 7;$ $t_{1-4}^{p.o.} = 0 + t_{1-4} = 0 + 3 = 3.$
5 этап	Расчёт сетевого графика с определения значений ранних параметров работ 2—5, 2—4, 1—4.	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 $t_{2-4}^{p.n.} = t_{1-2}^{p.o.} = 2$

Продолжение таблицы 2.1

6 этап	Расчёт сетевого графика с определения значений ранних параметров работ 3—6, 4—5, 4—7	Ранние начала работ 3—6, 4—5, 4—7 и ожидание 3—4 соответствуют раннему окончанию работы 1—3, т.е. $t_{3-6}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7;$ $t_{4-7}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7;$ $t_{4-5}^{p.n.} = t_{1-3}^{p.o.} = 7.$
7 этап	Расчет ранних окончаний работ 3—6, 4—5, 4—7	Ранние окончания работ 3—6, 4—5, 4—7 будут равны соответственно $t_{3-6}^{p.o.} = t_{3-6}^{p.n.} + t_{3-6} = 7 + 6 = 13;$ $t_{4-7}^{p.o.} = t_{4-7}^{p.n.} + t_{4-7} = 7 + 7 = 14;$ $t_{5-7}^{p.o.} = t_{5-7}^{p.n.} + t_{5-7} = 7 + 7 = 14$
8 этап	Расчет ожидания 3—4	$t_{3-4}^{p.o.} = t_{3-4}^{p.n.} + t_{3-4} = 7 + 0 = 7.$
9 этап	Расчет раннего начала работ 5—7 и 5—9	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. $t_{6-7}^{p.n.} = t_{6-8}^{p.n.} = t_{3-6}^{n.o.} = 13$
10 этап	Расчет раннего окончания работ 5—7 и 5—9	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 $t_{6-8}^{p.o.} = t_{6-8}^{p.n.} + t_{6-8} = 13 + 2 = 15.$
11 этап	Расчет раннего начала работ 7—9 и 8—9	Ранние начала работ 7—9 и 8—9 будут равны ранним окончаниям работ 5—7 и 6—8, т.е. $t_{7-9}^{p.n.} = t_{5-7}^{p.o.} = 19$ и $t_{8-9}^{p.n.} = t_{6-8}^{p.o.} = 15$

Продолжение таблицы 2.1

12 этап	Расчет раннего окончания работ 7—9 и 8—9	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 $t_{8-9}^{p.o.} = t_{8-9}^{p.n.} + t_{8-9} = 15 + 1 = 16$.
13 этап	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.	
Расчет позднего начала и позднего окончания работ		
14 этап	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. $t_{5-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.} = 28;$ $t_{8-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.} = 28$ и $t_{7-9}^{n.o.} = t_{7-9}^{p.o.}.$ Расчет позднего начала работ : $t_{8-9}^{n.n.} = t_{8-9}^{n.o.} - t_{8-9} = 28 - 1 = 27;$ $t_{7-9}^{n.n.} = t_{7-9}^{n.o.} - t_{7-9} = 28 - 9 = 19;$ $t_{5-9}^{n.n.} = t_{5-9}^{n.o.} - t_{5-9} = 28 - 4 = 24.$
15 этап	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.	$t_{6-8}^{n.o.} = t_{8-9}^{n.n.} = 27;$ $t_{6-7}^{n.o.} = t_{7-9}^{n.n.} = 19;$ $t_{5-7}^{n.n.} = t_{7-9}^{n.o.} = 19;$ $t_{4-7}^{n.n.} = t_{7-9}^{n.o.} = 19.$

Продолжение таблицы 2.1

16 этап	Расчет позднего начала работ 6—8, 6—7, 5—7 и 4—7	$t_{6-8}^{n.n.} = t_{6-8}^{n.o.} - t_{6-8} = 27 - 2 = 25;$ $t_{6-7}^{n.n.} = t_{6-7}^{n.o.} - t_{6-7} = 19 - 4 = 15;$ $t_{5-7}^{n.n.} = t_{5-7}^{n.o.} - t_{5-7} = 19 - 5 = 14;$ $t_{4-7}^{n.n.} = t_{4-7}^{n.o.} - t_{4-7} = 19 - 7 = 12.$
17 этап	Полученные в ходе расчетов на этапах 14,15 и 16 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. $t_{3-6}^{n.o.} = t_{6-7}^{p.n.} = 15$ потому что $t_{6-7}^{n.n.} < t_{6-8}^{n.n.}$.	
18 этап	Работам 5—7 и 5—9 предшествуют работы 2—5 и 4—5, тогда их поздние окончания выполнения $t_{4-5}^{n.o.} = t_{2-5}^{n.n.} = \left\{ \begin{matrix} t_{5-9}^{n.n.} \\ t_{5-7}^{n.n.} \end{matrix} \right\} = 14, \quad \text{а}$ поздние начала — соответственно	$t_{4-5}^{n.n.} = t_{4-5}^{n.o.} - t_{4-5} = 14 - 7 = 7;$ $t_{2-5}^{n.n.} = t_{2-5}^{n.o.} - t_{2-5} = 14 - 3 = 11.$
19 этап	Ожиданиям (фиктивным работам) 3—4 и 2—4 и работе 1—4 предшествуют работы 4—5 и 4—7, тогда их поздние окончания $t_{2-4}^{n.o.} = t_{1-4}^{n.o.} = t_{3-4}^{n.o.} \left\{ \begin{matrix} t_{4-7}^{n.n.} = 12 \\ t_{4-5}^{n.n.} = 7 \end{matrix} \right\} = 7$	Равны и поздние начала их выполнения: $t_{3-4}^{n.n.} = t_{3-4}^{n.o.} - t_{3-4} = 7 - 0 = 7;$ $t_{2-4}^{n.n.} = t_{2-4}^{n.o.} - t_{2-4} = 7 - 0 = 7;$ $t_{1-4}^{n.n.} = t_{1-4}^{n.o.} - t_{1-4} = 7 - 3 = 4.$

Продолжение таблицы 2.1

20 этап	Расчет позднего окончания выполнения работы 1—3. Так как предшествуют работы 3—4 и 3—6.	Позднее окончание выполнения $t_{1-3}^{n.o.} = \begin{cases} t_{3-4}^{n.n.} = 7 \\ t_{3-6}^{n.n.} = 9 \end{cases} = 7, \quad \text{а позднее начало выполнения } t_{1-3}^{n.n.} = t_{1-3}^{n.o.} - t_{1-3} = 7 - 7 = 0.$
21 этап	Расчет позднего окончания выполнения работы 1—2 предшествуют работы 2—4 и 2—5.	Позднее окончание выполнения $t_{1-2}^{n.o.} = \begin{cases} t_{2-4}^{n.n.} = 7 \\ t_{2-5}^{n.n.} = 11 \end{cases} = 7, \quad \text{а позднее начало выполнения } t_{1-2}^{n.n.} = t_{1-2}^{n.o.} - t_{1-2} = 7 - 2 = 5.$
Расчет общего и частного резерва времени		
22 этап	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 $27 - 15 = 12$. Соответственно выполняются расчеты и для других работ.
23 этап	Частные резервы времени выполнения работ определяются как разность между величиной раннего начала последующей работы и раннего окончания данной работы.	Например, для работы 6—8 он равен $t_{8-9}^{p.n.} - t_{6-8}^{p.o.} = 15 - 15 = 0$, т.е. его нет. Соответственно выполняются расчеты и для других работ.
24 этап	У работ лежащих на критическом пути общий и частный резерв времени равны нулю. В разобранным примере: у работы 1—3, зависимости 3—4, работ 4—5, 5—7, 7—9 общие и частные резервы времени равны нулю.	

Таблица 2.2 – Таблица расчета параметров сетевого графика

Шифр работ, $i-j$	Продолжитель- ность работ, t_{i-j}	Раннее		Позднее		Резерв времени	
		Начало работы, $t_{i-j}^{p.n.}$	Окончание работы, $t_{i-j}^{p.o.}$	Начало работы, $t_{i-j}^{n.n.}$	Окончание работы, $t_{i-j}^{n.o.}$	Общий, R_{i-j}	Частный, r_{i-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

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

Продолжение таблицы 2.2

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 обучающимися 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;

Код	Формулировка
ПК-7	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:

Сетевые графики с расчетом временных параметров на сетевых графиках чаще всего встречаются в практике.

При расчете в секторной форме необходимо событие разделить на 4 сектора. Укрупненная схема сектора представлена на рисунке 3.1. В верхних секторах проставляются номера событий сетевого графика. В нижнем секторе проставляется номер события, из которого в данное событие ведет

максимальный (критический) путь. Иногда нижний сектор не заполняют. В левых секторах проставляются ранние начала входящих в них (предшествующих) работ, а в правых секторах — поздние окончания выходящих из них (последующих) работ.

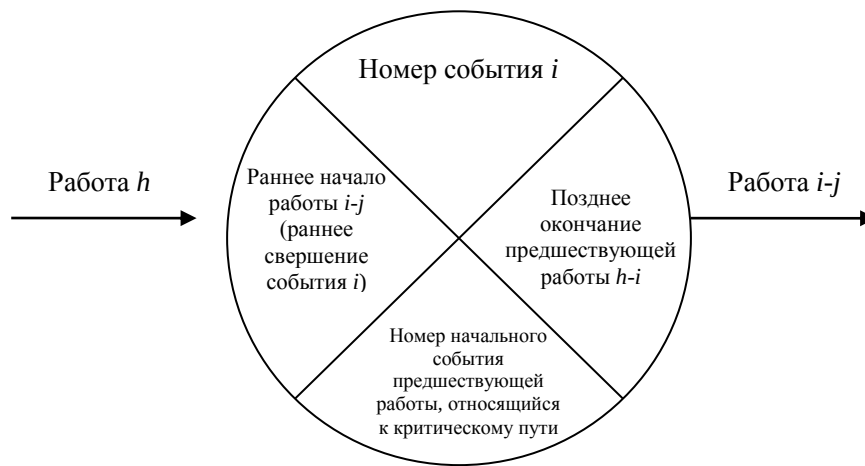


Рисунок 3.1 – Схема «работа-событие-работа» при расчете параметров сетевого графика в секторной форме

Задача состоит в том, чтобы рассчитать и заполнить все сектора каждого события. Сначала на сетевом графике рассчитываются ранние начала выполнения работ, т. е. заполняются левые сектора кружков. Расчет ведется от начального события слева направо двигаясь к конечному событию, а затем справа-налево. В левый сектор исходного события №1 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 события №1 также записывается «0». Далее последовательно рассчитываются ранние начала всех последующих работ и заполняются левые сектора последующих кружков-событий, путем сложения раннего начала и продолжительности текущей работы. При этом если входят два и более событий, то принимается наибольшее значение в качестве раннего начала. В завершающем событии раннее начало приравнивается к позднему окончанию и теперь справа-налево заполняются поздние окончания работ (правый сектор). Путем вычитания из позднего начала времени равному

продолжительности выполнения текущей работы. При этом если в событие входят две и более работы то принимается значение минимальное из возможных поздних окончаний. Определяется критический путь на котором раннее начало работы равно позднему окончанию и на графике выделяется жирными стрелочками или цветным карандашом. Расчет общего и частного резерва времени выполняется по формуле 3.1 и записывается в виде дроби (общий резерв/ частный резерв) над соответствующей работой.

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.

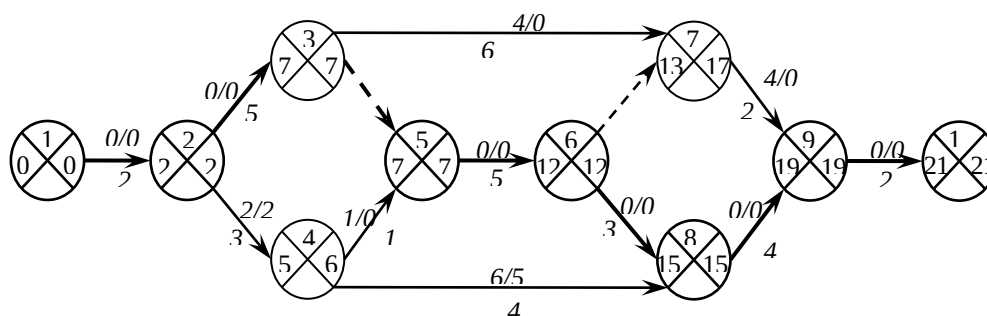


Рисунок 3.2 – Расчет параметров сетевого графика непосредственно на его поле в секторной форме

Этапы проведения расчета сетевого графика представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Этапы расчета сетевого графика в секторной форме

Этап № п/п	Описание и вычисления
Вычисление раннего начала работ в секторной форме	
2 этап выполнения	Ранние начала работ 2—3 и 2—4 для сетевого графика будут равны $0 + 2 = 2$. В левом секторе события №2 записывается «2». Далее, раннее начало работы 3—7 и ожидания 3—5 будет равно $2 + 5 = 7$, а работ 4—8 и 4—5 — $2 + 3 = 5$. (см. рис.3.2.)

Продолжение таблицы 3.1

3 этап выполнения	Для проведения расчета раннего начала работы 5—6 надо сделать выборку: $\max$ полученное значение из выражений $7 + 0 = 7$ и $3 + 1 = 4$, т.е. 7. Это значение записывается в левый сектор события №5. (см. рис.3.2.)
4 этап выполнения	Для события №6 оно равно $7 + 5 = 12$, для события №7 берется $\max$ из двух значений $7 + 6 = 13$ и $12 + 0 = 12$, т. е. 13.
5 этап выполнения	Для события №8 раннее начало выходящей работы 8—9 необходимо принять равным $\max$ значению из величин $12 + 3 = 15$ и $6 + 4 = 10$, т. е. 15.
6 этап выполнения	Для события №9 раннее начало выходящей из него работы 9—10 будет равно $\max$ значению из возможных 3-х величин $13 + 2 = 15$, $12 + 4 = 16$ и $15 + 4 = 19$, т.е. 19.
7 этап выполнения	Для завершающего 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.
8 этап выполнения	В завершающем событии № 10 приравниваем раннее начало и позднее окончание равное 21.
Вычисление поздних окончаний в секторной форме	
9 этап выполнения	Расчет поздних окончаний работ и заполнение правых секторов событий ведется обратно: справа налево. Позднее окончание работ, входящих в кружок-событие №9, будет равно $21 - 2 = 19$.

Продолжение таблицы 3.1

10 этап выполнения	Поздние начала работ, исходящих из событий №7 и №8 будут равны соответственно $19-2 = 17$ и $19-4=15$. Для работ, исходящих из события №6, раннее начало выбирается как min из возможных значений $17—0$, $19 - 4 = 15$ и $15 - 3 = 12$, т. е. 12. Аналогично рассчитываются все последующие поздние окончания событий и записываются в правый сектор. Раннее окончание исходящего события должно быть равно нулю.
Вычисление критического пути	
11 этап выполнения	Критический путь проходит через события, у которых значения параметров в левом и правом секторах одинаковы. На рисунке 3.2 критический пути: 1—3—5—6—8—10.
Расчет общего и частного резерва времени	
12 этап выполнения	Расчет общего и частного резерва времени выполняется по формуле 3.1 и записывается в виде дроби (общий резерв/частный резерв) над соответствующей работой. Пример, для работы 4—8 общий резерв времени ее выполнения $R_{4-8} = 15-(5+ 4) = 6$, а частный резерв $r_{4-8} = 15-(6+ 4) = 5$ дням.

Для того чтобы знать ранние и поздние окончания всех работ необходимо:

1.Раннее начало работы 7—9 равно значению левого события №7, т.е. 13-му дню. Если к нему прибавить продолжительность данной работы, т. е. $13 + 2 = 15$, то это будет ее ранним окончанием.

2.Позднее окончание этой работы равно значению правого сектора события №9, т.е. 19-му дню. Если из него вычесть продолжительность данной работы, то это будет ее поздним началом, т.е. $19-2 = 17$ или 17-й день.

Общий и частный резервы времени 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.

У работ, лежащих на критическом пути, общий и частный резервы времени их выполнения равны нулю. Это является одной из проверок правильности выполнения расчетов графика.

Вопросы и задания:

Рассчитать параметры сетевого графика в секторной форме по вариантам, представленными в таблице 3.2. Работы имеющие продолжительность «0» являются фиктивными (зависимостями).

Таблица 3.2 – 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
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. Как проверить правильность выполненного расчёта сетевого графика секторным способом?
3. Расскажите этапы расчета сетевого графика в секторной форме?
4. Как заполняются сектора?
5. Как рассчитать общий и частный резервы времени?

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;

Код	Формулировка
ПК-7	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.

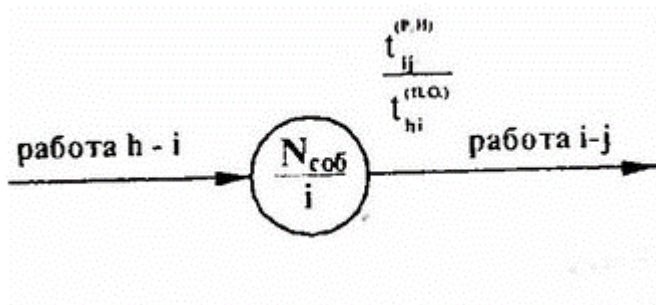


Рисунок 1.4 – Изображение событий для расчета на графике методом дроби

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.

Достаточно простым методом расчета параметров сетевого графика является расчет в форме дроби. Выполняется он непосредственно на графике и отображает только ранние и поздние начала работ в виде простой дроби около событий, при этом в числителе дроби записывают ранние начала исходящих из них работ, а в знаменателе — поздние их начала. Расчет выполняется последовательно слева направо, сначала значения ранних начал работ. При этом если входят два и более событий, то принимается наибольшее значение в качестве раннего начала. 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 от завершающего события последовательно справа-налево определяют поздние начала работ, которые определяют 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.

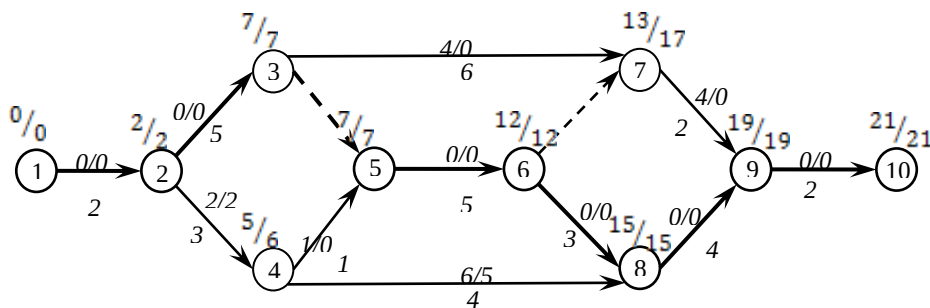


Рисунок 4.2 – Расчет параметров сетевого графика в форме дроби

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_{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
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;

Код	Формулировка
ПК-7	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:

Одним из разновидностей расчета сетевого графика является расчет с определением потенциалов событий. Потенциал событий – это наибольшая продолжительность пути от событий до завершающего события. Т.е. на любую текущем событии можно определить сколько дней осталось до завершения всех работ строительного цикла. Над каждым событием пишется X-образом знак и заполняется согласно рис. 5.1.

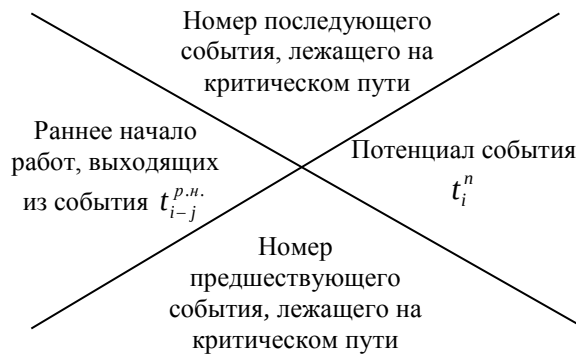


Рисунок 5.1 – Параметры событий при определении их потенциалов

В начала рассчитываются ранние начала работ пользуясь правилами как при расчете сетевого графика в секторной форме. На завершающем событии потенциал всегда равен нулю. Затем расчет выполняется справа налево. 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.

Потенциал начального события будет равен нулю, а потенциал первого события будет равен раннему началу завершающего события всегда.

Общий и частный резервы времени их выполнения определяются по потенциалу событий и ранних начал работ. Общий резерв времени 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 работы $t_{i-j}^{p.n.}$

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

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

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

Пример:

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

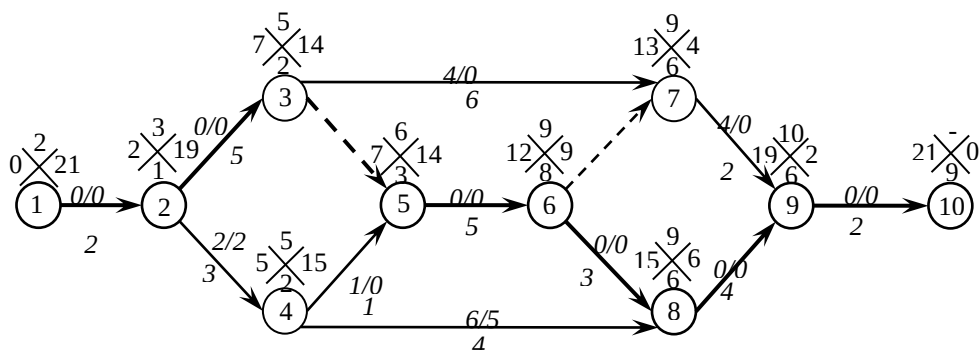


Рисунок 5.2 – Расчет параметров сетевого графика с определением потенциалов

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_{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

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;

Код	Формулировка
ПК-7	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:

Возможен расчет сетевых графиков не содержащие событий. Основными элементами каких графиков являются работы (их название и характеристики) и связи между ними. Работы в этих графиках изображаются в виде прямоугольника (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.

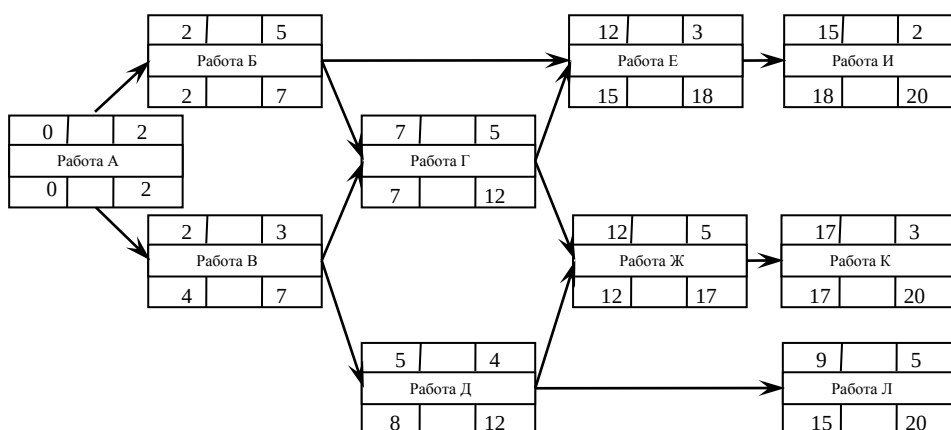


Рисунок 6.2 – Сетевой график в терминах работ(без событий), дни

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

Продолжение таблицы 6.1

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;

Код	Формулировка
ПК-11	Владением методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

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:

Строительство любого здания или сооружения может осуществляться последовательным или поточным способом. Для характеристики особенностей поточного метода рассмотрим четыре варианта организации работ (рисунок 7.1).

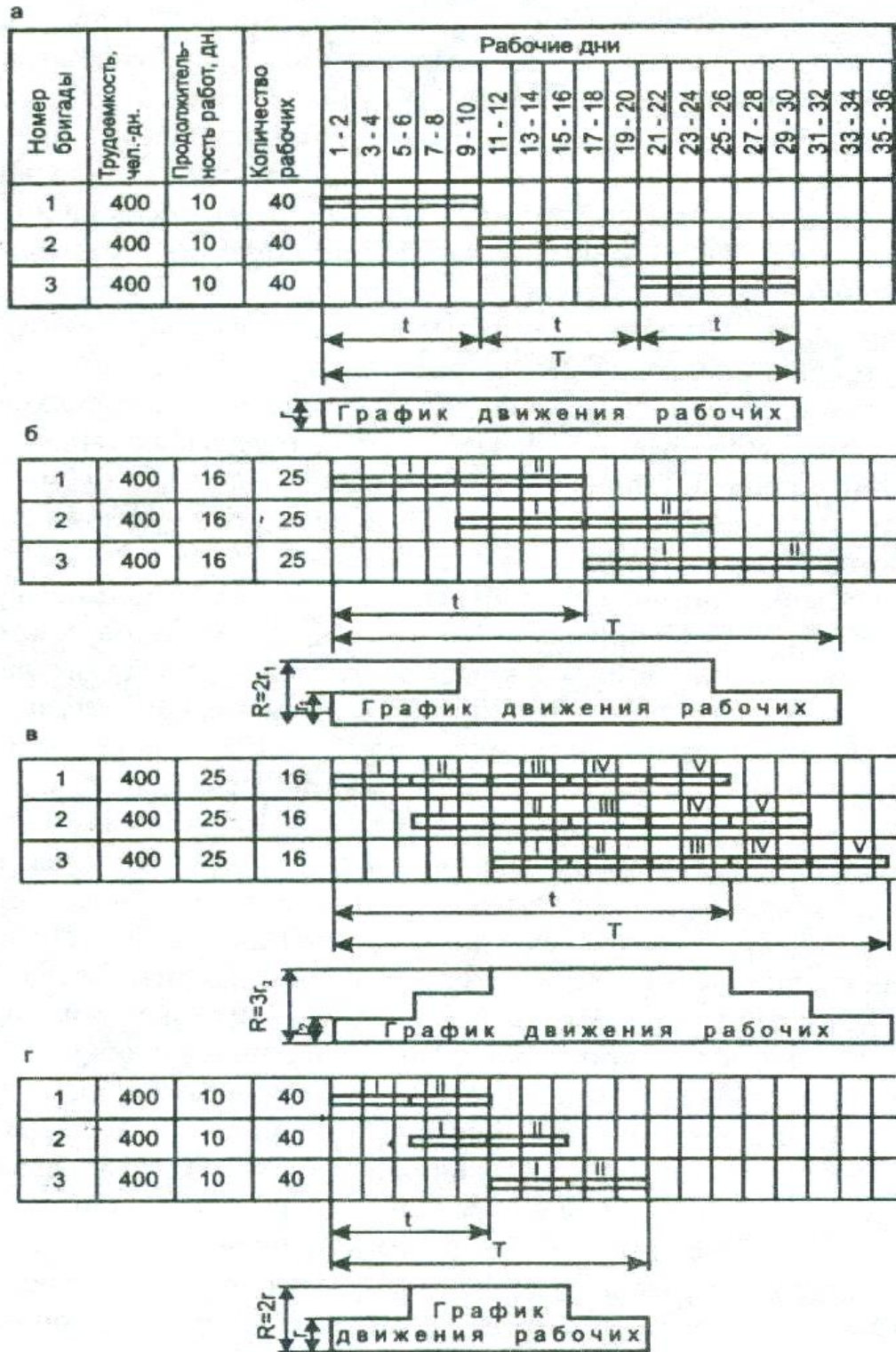


Рисунок 7.1 – График производства работ: а – последовательным методом; б, в, г – поточным методом; г – число рабочих в бригаде; R – максимальное число рабочих; T – общая продолжительность работы всех бригад; I-V номера захваток

На рисунке 7.1, а показан график производства работ последовательным методом. Все работы на объекте выполняются последовательно работающими бригадами. Принимая условно длительность производства всех работ 30 рабочих дней, трудоемкость каждого процесса 400 чел.-дн., получаем, что каждая бригада будет занята при работе в одну смену на объекте 10 дней, а в каждой бригаде должно быть по 40 рабочих.

Поточный метод является самым эффективным и рациональным при производстве работ, при этом строящееся здание разделяется на несколько «участков-захваток». Одновременное выполнение работ бригадами или звеньями рабочих на различных захватках позволяет каждой предшествующей бригаде подготавливать фронт работ следующей за ней бригаде, выполняющей другой вид работы. Разбивка здания на захватки чаще всего совпадает с осадочными и температурными швами, с его конструктивным делением на секции, этажи и пролеты. Объект можно делить на рабочие зоны как по горизонтали (разбивка на захватки в плане), так и по вертикали. Увязку работ разных бригад необходимо производить с учетом нормативных требований технологии строительного производства и техники безопасности на строительном объекте.

На рисунке 7.1, б показан график производства работ поточным методом с разбивкой здания на 2 захватки. В этом случае первая бригада, окончив работу на первой захватке, переходит на вторую захватку, где выполняет ту же работу. В это время на первой захватке вторая бригада выполняет последующую работу. Первая бригада, окончив работу на второй захватке, переходит на строительство другого объекта, а вторая бригада – с первой на вторую захватку. На первую захватку в это время вступает третья бригада, и так до полного окончания всех работ на объекте.

Принимая те же условия, что и в первом примере, получаем, что время работы каждой бригады на объекте 16 дней при численности 25 человек.

На рисунке 7.1, в здание разбито на 5 захваток. В этом случае

продолжительность работы каждой бригады на объекте составит 25 дней при численности 16 человек.

Из рассмотренных вариантов производства работ следует, что при поточном методе продолжительность выполнения различных работ каждой бригады на объекте строительства увеличивается, а число задействованных рабочих уменьшается. Т.е. происходит совмещение во времени выполнения отдельных видов работ. Таким образом, чем большее количество видов работ совмещается во времени, тем значительно уменьшается численность рабочих в каждой бригаде, но увеличивается продолжительность их работы на объекте.

Поточный метод позволяет сочетать последовательное и параллельное выполнение различных процессов. На рисунке 7.1, г показано, что при равном количестве рабочих в бригадах продолжительность строительства поточным методом будет значительно меньше, чем последовательным. Как видно из графика, представленного на рисунке 7.1,г преимущества поточного метода достигаются за счет последовательного выполнения однородных процессов, параллельного – разнородных процессов.

Необходимым условием «поточного метода строительства» является разделение общего строительного процесса возведения здания на составляющие частные циклы работ (процессы) в связи с этим процессы будут стабильными в течение всего периода продолжительности строительства здания. Частные циклы работ (процессы) выполняются отдельными бригадам, звеньям, имеющими основной и постоянный состав рабочих-специалистов и оснащенными необходимыми механизмами, машинами, инструментами и приспособлениями.

Каждая бригада (звено), завершая работы на очередной захватке (участке), подготавливает фронт работ для следующего строительного процесса. При этом циклы работ на каждой захватке (участке) следуют друг за другом в порядке обязательной технологической последовательности

строительства здания. В связи с этим, создается система частных (цикловых) потоков, из которых складывается общий строительный поток.

Общие строительные потоки могут быть комплексными, объектными и специализированными.

Комплексный поток охватывает возведение всего комплекса сооружений на площадке (основные и вспомогательные сооружения, инженерные сети, благоустройство). Продукцией такого потока являются группы законченных различных зданий и сооружений (жилой квартал, промышленное предприятие и т. п.).

Комплексный поток состоит из объектных потоков, создаваемых для возведения групп технологически однородных объектов, входящих в данный комплекс. Конечной продукцией объектного потока являются законченные здания, сооружения, сети наружного трубопровода и г. п.

Объектные потоки в свою очередь состоят из ряда специализированных потоков, предназначенных для выделения отдельных частей зданий, отдельных видов работ. Специализированные потоки делятся на частные потоки (циклы работ), организуемые для выполнения отдельных строительных процессов.

Деление объектов на захватки, формирование бригад и совмещение их работы во времени производятся при проектировании потока с учетом конструктивных особенностей, конфигурации объекта в плане, этажности, применяемых технологических методов и средств механизации.

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 имеют две основные разновидности: ритмичные

и неритмичные. В ритмичных потоках все частные потоки имеют одинаковый или кратный ритм. В неритмичном потоке отсутствует единый ритм. Такой поток имеет место в том случае, когда в поток включены здания и сооружения, отличающиеся одно от другого объемами работ, а, следовательно, и трудоемкостью.

Строительный процесс в зависимости от глубины расчленения может быть представлен в виде частного или специализированного потока. Частный поток может быть простым или сложным нерасчлененным строительным процессом. Содержанием простого процесса может быть операция (например, в малярных работах – грунтовка).

Специализированный поток организуется при выполнении сложного процесса. Например, производство работ подземной части жилого дома состоит из простых потоков – земляные работы, возведение бетонных фундаментов, монтаж блоков стен цоколя и др.

Продолжительность частного ритмичного потока $t = mK$.

Продолжительность частного неритмичного потока $t = \sum_{1}^m K$.

Ритмы и шаги в пределах строительного потока могут быть постоянными и непостоянными. Если ритмы частных потоков равны, а шаг между смежными потоками не меняется, то такой поток считается ритмичным. При ритмичном потоке каждая бригада работает на каждой захватке одинаковое время. Если продолжительность выполнения работ на всех захватках одинакова, образуется равноритмичный поток, когда ритмы не равны, но кратны – кратноритмичный поток.

Параметры потоков

Строительный поток характеризуется системой параметров потоков (рисунок 7.2). К ним относятся:

- число участков (захваток) m ;
- число частных потоков (количество бригад) n ;

- продолжительность выполнения одного цикла работ на каждой захватке или время, в течение которого каждая бригада работает на захватке, называемые ритмом потока K_i
- время между началом двух смежных потоков на захватке или определенный промежуток времени, необходимый отдельной бригаде, чтобы включиться в поток равномерно, называемые шагом потока $t_{ш}$;
- время между концом предыдущего и началом последующего потока на захватке $t_{т.п.}$

Когда $t_{т.п.} = 0$, ритм потока равен шагу потока, т. е. $t_p = t_{ш}$. Строительные потоки, у которых $t_{т.п.} = 0$, характерны для непрерывных строительных процессов, строительные потоки, у которых $t_{т.п.} > 0$, характерны для прерывающихся строительных процессов.

Как видно на рисунке 1.2, общая продолжительность выполнения работ поточным методом может быть разбита на два периода: t_1 – от начала работ до полного их окончания на первой захватке, равный mt_p ; t_2 – от окончания работ на первой захватке до полного окончания работ на всех захватках:

$$t_2 = (n-1)K \quad (7.1)$$



Рисунок 7.2 – Параметры строительных потоков: 1, 2, 3 – номера потоков (бригад)

Зная t_1 и t_2 , общую продолжительность потока T на объекте можно определить по основной формуле расчета продолжительности потока:

$$T=t_1+t_2=mK+(n-1)K=(m+n-1)K. \quad (7.2)$$

Можно отметить, что продолжительность производства работ при поточном методе зависит от:

1. шага потока,
2. длительности работы всех бригад на одной захватке
3. общего количества захваток на объекте.

Таким образом, чтобы выполнить работы в необходимый срок, нужно правильно подобрать значения t_p , m и n или, как принято называть, параметры потока.

Для строительных потоков, в которых между некоторыми циклами работ существуют перерывы (рисунок 7.2), общая продолжительность определяется по формуле:

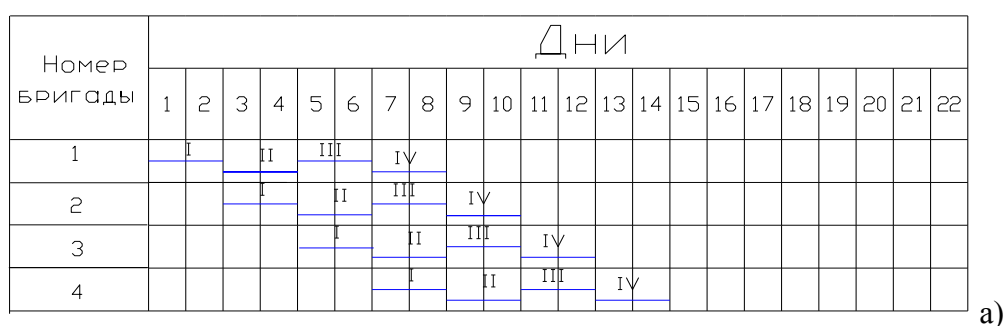
$$T=(m+n-1)K+\sum t_{\text{т.п.}} \quad (7.3)$$

Определяя продолжительность потока, необходимо учитывать также возможные «организационные» и «технологические» перерывы. Организационные перерывы вводят исключительно исходя из условий и требований техники безопасности на строительном объекте. Технологические перерывы связаны с пассивными процессами, к примеру, набором прочности бетона, сушкой штукатурки и др. Таким образом, общая продолжительность потока

$$T=(m+n-1)K+\sum t_{\text{техн}}+\sum t_{\text{орг}} \quad (7.4)$$

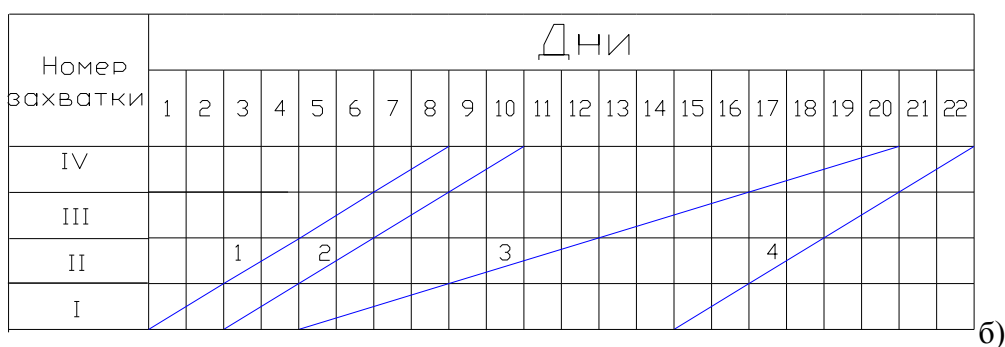
Расчленение процессов, разделение труда, создание ритма и совмещение процессов могут быть самыми различными в зависимости от типа и характера возводимых зданий и сооружений, их конструкций, срока выполнения работ и других условий осуществляемого строительства.

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. 7.3, 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 7.3 – Пример графического изображения потока:

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

Длительность строительства

Длительность строительства объекта, комплекса устанавливается по СНиПу или определяется в задании на проектирование организации строительства по формуле

$$T = T_{\pi} + T_0, \quad (7.5)$$

где T_n — период подготовительных работ; T_0 — период основных работ.

По заданному объему выпуска готовой продукции P (квадратные метры жилой площади, кубические метры объема здания) и продолжительности T_0 строительства определяется интенсивность потока. Период выпуска готовой продукции P (квадратные метры жилой площади, кубические метры объема здания) определяется по формуле:

$$T_{np} = T - T_p, \quad (7.6)$$

где T_p — период развертывания потока, куда входят период подготовительных работ, суммарная продолжительность всех потоков, входящих в объектный поток, организационные и другие перерывы до начала выпуска готовой продукции, например до окончания строительства первого здания в жилищном строительстве. Период развертывания потока T_p равен 120 – 150 дн для освоенного участка, т. е. имеющего подъездные дороги и все магистральные трубопроводы (вода холодная и горячая, канализация, газ), а также сеть электроснабжения. Для участков неосвоенных, где указанные дороги и сети отсутствуют, период развертывания потока равен 150 – 250 дн. В том и другом случае на продолжительность развертывания потока влияют тип здания, его объем, а, следовательно, и продолжительность возведения.

Может оказаться, что заданный объем одним потоком не может быть выполнен в установленный срок, т. е. для осуществления заданной интенсивности строительства одного потока недостаточно. В таком случае требуется определить количество параллельных потоков по формуле

$$\Pi = \frac{I}{SA}, \quad (7.7)$$

где I — интенсивность потока; S — норма выработки монтажного крана; A — число рабочих смен в сутки.

Выработка крана определяется по формуле:

$$S = \frac{P}{t}, \quad (7.8)$$

где t — время работы крана в машино-сменах.

Равноритмичные и кратноритмичные потоки

Разделяя здания и сооружения на захватки, в первую очередь стремятся запроектировать наиболее простые, ритмичные потоки. Это достигается при одинаковой трудоемкости работ на захватках. Линейный график, циклограмма и график движения рабочих при равноритмичном потоке приведены на рисунке 7.4.

а



б



в

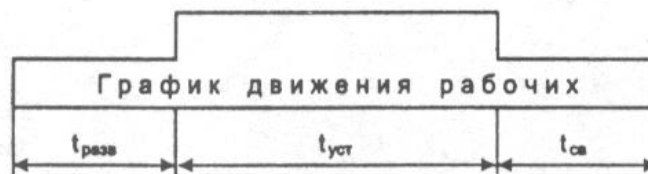


Рисунок 7.4 – Линейный график (а), циклограмма (б) и график движения рабочих (в) при равноритмичном потоке

По графику движения рабочих видно, что, исходя из ритма работы, на объект приходят новые бригады. Период постепенного увеличения численности рабочих на объекте называется временем развертывания потока

$t_{\text{разв}}$. Затем наступает стадия установившегося потока $t_{\text{уст}}$, когда численность рабочих на объекте постоянна и максимальна. На третьем этапе $t_{\text{св}}$ поток свертывается и бригады через промежутки времени, равные ритму потока, оканчивают работу.

Рассмотренный график производства работ с равными шагом и ритмом работы бригад на захватке является наиболее простым и удобным для организации производства работ. На практике же в ряде случаев приходится выполнять работы с более сложной организацией потока.

Предположим, что в результате произведенных расчетов ритм работы всех бригад на захватках получился равным двум дням и только у одной бригады – четырем дням. В этом случае работа может быть организована двумя способами. Можно принять ритм работы всех бригад, а также шаг потока равным четырем дням. Это упрощает организацию работ, но приводит к значительному удлинению общего срока производства работ.

Этого можно избежать, выделив для выполнения работы, производимой за четыре дня, две бригады, выполняющие одну и ту же работу, только на разных захватках - первая на четных, вторая на нечетных.

При подобной организации работ шаг потока принимается равным двум дням, ритм работы бригад 1 и 3 – также равным двум дням, а бригад 2а и 2б – четырем дням. Организованный таким способом поток является кратноритмичным (рисунок 7.5).

Бригады	Рабочие дни						
	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12	13-14
①	I	II	III	IV			
②		I		III			
②а				II		IV	
③				I	II	III	IV

б



Рисунок 7.5 – Линейный график (а) и циклограмма (б) при кратноритмичном потоке

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
равноритмичного специализированного потока:

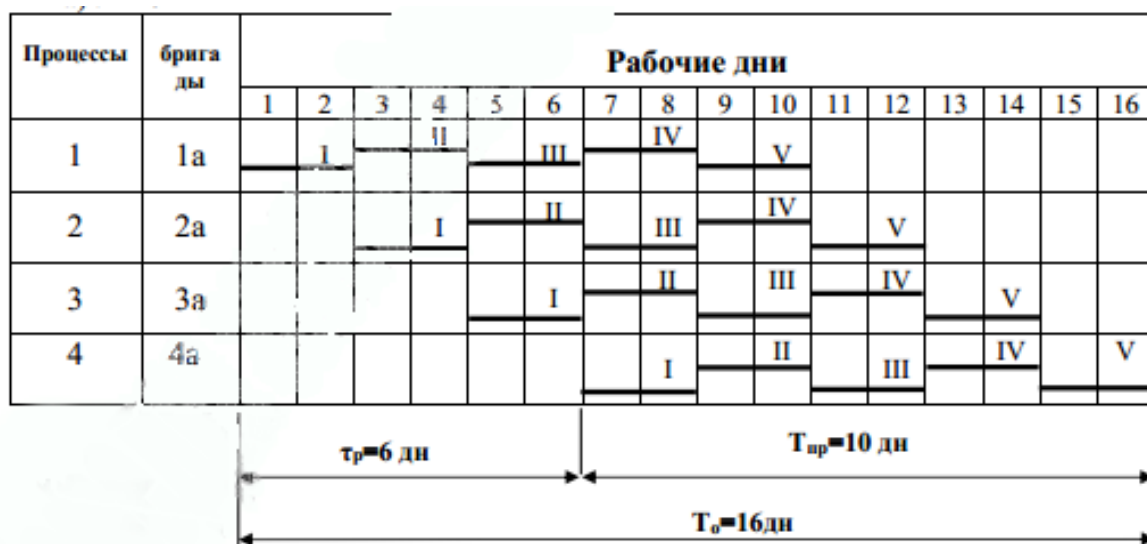


Рисунок 7.2 – Линейный график равноритмичного специализированного потока

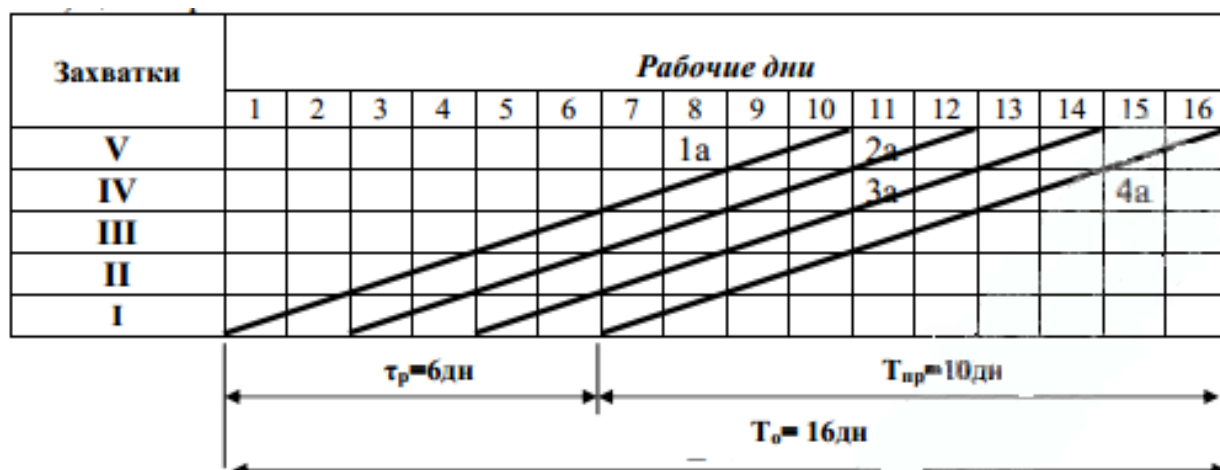


Рисунок 7.3 – Циклограмма равноритмичного специализированного потока

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)

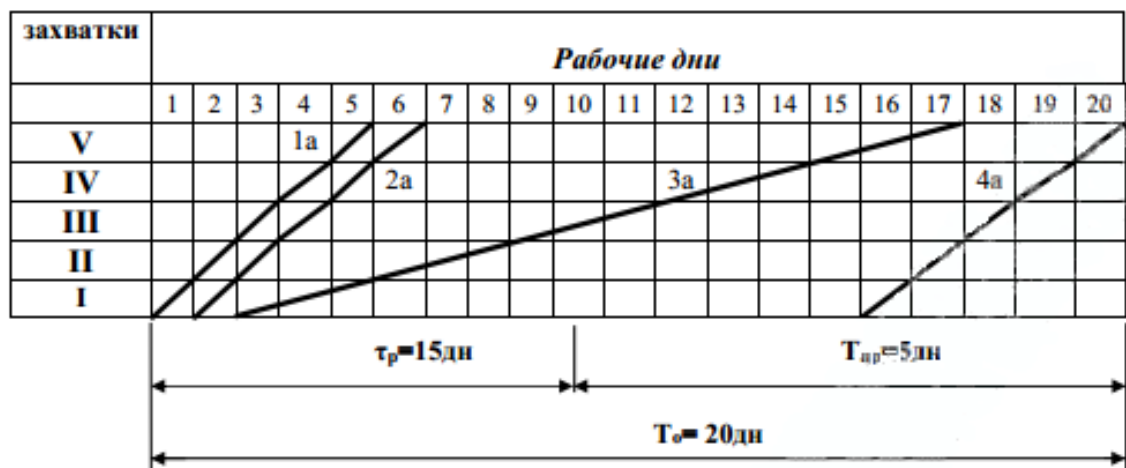


Рисунок 7.4 – Графическое построение специализированного потока в форме циклограммы

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_0') с начальной (T_0) (рис.7.4).

Задание 3

Требуется построить восемь жилых домов 4-этажных, 4-секционных. Нормативный срок строительства одного дома равен 4 мес (100 дн).

При последовательном методе срок строительства $T = tm = 100 \cdot 8 = 800$

дн.

При параллельном методе $T = t = 100$ дн, в том числе подземная часть $T_{\text{подз}} = 20$ дн.

Рассмотрим потребление ресурсов для возведения подземной части зданий.

При последовательном методе для каждого из пяти составляющих процессов продолжительность потребления равна 4 дн. и далее перерыв $20 - 4 = 16$ дн. Из общего срока в 160 дн потребление каждого вида ресурсов составляет $4 - 8 = 32$ дн, а остальное время $160 - 32 = 128$ дн идет на 8 перерывов.

Звено рабочих, обслуживающих объект, работает 4 дн, а 16 дн должно простаивать или переходить на другие объекты и так по всем восьми объектам и по всем пяти процессам.

При параллельном методе продолжительность потребления каждого вида ресурсов составит всего 4 дн, но количество их увеличивается в t раз, или в данном примере в 8 раз, т. е. на строительстве будут работать 8 экскаваторов, 8 кранов и т. п.

При поточном методе количество ресурсов остается то же, что и при последовательном (5 комплектов), продолжительность их работы та же ($4 - 8 = 32$ дн), но использование каждого вида "ресурсов" производится последовательно без перерывов. Полученные результаты достаточно наглядно и убедительно подтверждают сделанный ранее вывод об эффективности поточного метода.

При поточном методе строительства жилых зданий имеется два специализированных потока: подземный и надземный. Возведение подземного потока при пяти частных процессах ($n = 5$ – земляные работы, устройство ленточных фундаментов, цоколя и прочих общестроительных работ) и ритме $K = 4$ дн: $T_{\text{подз}} = K(m + n - 1) = 4(8 + 5 - 1) = 48$ дн.

Возведение надземной части при $n = 3$ (монтаж надземной части,

общестроительные и специальные работы, отделочные работы) и ритме (шаге) потока, равном 25 дн: $T_{\text{надз}} = (m + n - 1)K + \Sigma t = (8 + 3 - 1)25 + 50 = 300$ дн, где $\Sigma t = 50$, из которых 25 дн – срок подготовительных работ и 25 дн – перерыв для пуска центрального отопления до начала отделочных работ, в связи с тем что шаг специальных (сантехнических и электротехнических) работ равен 35 дн и начало этих работ совпадает с началом общестроительных.

Общий срок строительства комплекса $T = T_{\text{подш}} + T_{\text{надз}} = 20 + 300 = 320$ дн.

Общий срок развертывания потока – начала выпуска продукции (окончание первого дома): $T_{\text{рп}} = T_{\text{подз}} + T_{\text{надз}} + \Sigma t = 20 + 25 \cdot 3 + 50 = 145$ дн.

Следовательно, возведение первого дома осуществляется 145 дн и далее через каждые 25 дн возводится по одному дому.

Задание 4

Требуется возвести восемь 4-этажных 4-секционных крупноблочных домов. Жилая площадь одного дома 1780,64 м², общая жилая площадь 14245 м². Объем одного дома 9830 м³, продолжительность строительства (по СНиПу) $I_0 = 5$ мес = 125 дн. Продолжительность строительства восьми домов по заданию $T = 10$ мес = 250 дн; продолжительность подготовительных работ $T_{\text{п}} = 1$ мес = 25 дн; продолжительность развертывания потока $T_{\text{р}} = T_{\text{п}} + T = 25 + 125 = 150$ дн; период выпуска готовой продукции $T_{\text{пр}} = T - T_{\text{р}} = 250 - 150 = 100$ дн. Ритм выпуска 100: (8—1) = 14 дн. Требуемая интенсивность потока

$$I = \frac{F}{T_{\text{пр}}} = \frac{14245 - 1780,64}{100} \approx 125 \text{ м}^2/\text{дн}$$

Количество потоков

$$\Pi = \frac{I}{SA} = \frac{125}{24 \times 2} \approx 2.$$

Норма выработки и сменность крана приняты из расчетов, полученных, для данного типового проекта при шаге потока, равном 25 дн, и двухсменной

работе крана, равной $24 \text{ м}^2\cdot\text{ч}$.

Количество потоков (как в данном примере), когда известен тип здания, может быть определено также по формуле

$$\Pi = \frac{N}{(T_0 - T_1)/t_{\text{ш}} + 1}, \quad (7.9)$$

где N — количество однотипных зданий; T_1 — продолжительность строительства одного здания, принятая по СНиПу или установленная по технологическим расчетам; $t_{\text{ш}}$ — шаг ведущего частного потока (время монтажа надземной части здания);

$$\Pi = \frac{8}{(250 - 25 - 125)/25 + 1} = \frac{8}{100/25 + 1} \approx 2 \text{ потока}$$

Продолжительность строительства N однотипных зданий, если она не задана, может быть определена по формуле

$$T_{\text{общ}} = T_1 + (N - 1)t_{\text{ш}}.$$

Для данного примера $T_{\text{общ}} = 150 + (8 - 1) \cdot 25 = 325$ дн (при одном потоке).

Вопросы и задания:

Задание 1. Рассчитать параметры и построить линейный график и циклограмму равномерного 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 7.2).

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 7.2).

Таблица 7.2 – 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

Задание 3. Требуется построить восемь жилых домов 4-этажных, 4-секционных. Нормативный срок строительства одного дома равен 4 мес (100 дн). Данные для расчета по вариантам представлены в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Данные для выполнения задания по вариантам

№ варианта	задание 3		
	Количество этажей	Количество секций	Нормативный срок строительства одного дома, мес.
1	2	3	2
2	2	4	2,5
3	2	5	3
4	3	3	3,5
5	3	4	4

Продолжение таблицы 7.3

6	3	5	4,5
7	4	3	2
8	4	4	3
9	4	5	4
10	5	3	5
11	5	4	2
12	5	5	2,5
13	6	3	3
14	6	4	3,5
15	6	5	4
16	2	3	4,5
17	2	4	2
18	3	5	3
19	3	3	4
20	4	4	2
21	4	5	2,5
22	5	3	3
23	5	4	3,5
24	6	5	4
25	6	3	4,5

Задание 4. Требуется возвести восемь 4-этажных 4-секционных крупноблочных домов. Жилая площадь одного дома 1780,64 м², общая жилая площадь 14245 м². Объем одного дома 9830 м³

Данные для расчета по вариантам представлены в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Данные для выполнения задания по вариантам

№ варианта	Количество возводимых крупноблочных домов	задание 4			
		Количество этажей	Количество секций	Жилая площадь одного дома, м ²	Объем одного дома, м ³
1	4	2	3	1500	9830
2	5	2	4	1550	9920
3	6	2	5	1570	10200
4	7	3	3	1600	10300
5	8	3	4	1620	10400
6	4	3	5	1650	10500
7	5	4	3	1670	10550
8	6	4	4	1690	9500
9	7	4	5	1710	8560
10	8	5	3	1750	9750
11	4	5	4	1760	8960
12	5	5	5	1780	8890
13	6	6	3	1790	10500

Продолжение таблицы 7.4

14	7	6	4	1800	10550
15	8	6	5	1810	9500
16	4	2	3	1820	8560
17	5	2	4	1860	9750
18	6	3	5	1890	8960
19	7	3	3	1895	8890
20	8	4	4	1900	10500
21	4	4	5	1750	10550
22	5	5	3	1920	9500
23	6	5	4	1980	8560
24	7	6	5	1970	9750
25	8	6	3	1990	8960

1. Сущность поточной организации строительного производства
2. Виды строительных потоков.
3. Как величина K (ритм потока или модуль цикличности) влияет на продолжительность производства работ?
4. Основная формула для расчета продолжительности потока.
5. Назовите виды строительных потоков по характеру их ритмичности.
6. В чем состоит суть изображения потоков с помощью линейного графика Г. Л. Ганта и циклограммы М. С. Будникова?
7. Когда организуются равноритмические потоки?
8. Продолжительность кратноритмичного потока.

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;

Код	Формулировка
ПК-11	Владением методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

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:

Одним из эффективных методов расчета является расчет параметров строительных потоков в матричной форме (табл. 8.1), строки – соответствуют захваткам (объектам), а столбцы – специализированным потокам (работам, бригадам).

На матрице будут использованы соответствующие обозначения: $i=1,2,...,n$ – номер захватки (объекта); $j=1,2,...,m$ – номер специализированного потока (работы, бригады); t_{ij}^n – начало выполнения текущей работы j на i -й захватке; t_{ij}^o – окончание выполнения работы j на i -й захватке; t_{ij} – продолжительность выполнения работы j на i -й захватке; $T_o = t_{nm}^o$ – окончание выполнения работы m на n -й захватке (общая продолжительность работ по потоку); «-» – символ, обозначающий отсутствие организационного или технологического 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.

При формировании матричной модели 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}^n . Начало первой работы на первой захватке принимают равным нулю $t_{11}^n=0$. 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:

$$t_{11}^o = t_{11}^n + t_{11} = t_{11}. \quad (8.1)$$

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

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

$$t_{1j}^o = t_{1j}^n + t_{1j}. \quad (8.3)$$

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

		Специализированные потоки (работы, бригады) $J=1,2,...,M$					$\sum_{i=1}^m t_i$
		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	$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m t_i$

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:

$$\bar{C}_{j-1,j}^i = t_{ij}^{H.H.} - t_{ij-1}^0. \quad (8.10)$$

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 $T_o = t_{nm}^0$.

Заполняют дополнительные столбцы матрицы, определяя величины

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

Коэффициент плотности графика работ определяют по формуле:

$$K_{пл} = \sum_1^n \sum_1^m t_{ij} / \sum_1^n \sum_1^m (t_i + \bar{C}_i) \quad (8.11)$$

Общую продолжительность строительного потока без совмещения работ $T_o = t_{nm}^0$ можно определить по одной из следующих формул:

$$T_o = t_{nm}^0 = \sum_{j=1}^m t_{1j} + \sum_{i=2}^n t_{im} + \bar{C}_1; \quad (8.12)$$

$$T_o = t_{nm}^0 = \sum_{i=1}^n t_{i1} + \sum_{j=2}^m t_{nj} + \bar{C}_n. \quad (8.13)$$

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 2 10	10 4 14	26 1 27
II	1 1 2	4 3 7	10 2 12	14 4 18	27 1 28
III	2 1 3	7 3 10	12 2 14	18 4 22	28 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;

Код	Формулировка
ПК-11	Владением методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

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:

Неритмичные потоки создаются, когда есть разница в продолжительности частных потоков на захватках.

При организации строительных потоков бывает случаи когда потоки, в которых ритмы работы каждой бригады постоянны, но не равны и не кратны

друг другу – это неритмичные строительные потоки. Они подразделяются на потоки с однородным или с неоднородным изменением ритма. У неритмичных потоков с однородным изменением ритма время работы всех бригад на одноименных захватках одинаково, а на разных захватках – различно.

Проектирование неритмичного строительного потока основано на увязке частных потоков путем их сближения до критического положения, при котором последующий частный поток на какой-либо из захваток начинается сразу после окончания предыдущего частного потока и вместе с тем ни на одной захватке последующий поток не начинается раньше окончания предыдущего. Другими словами, при проектировании неритмичных потоков необходимо соблюдать правило: на одной и той же захватке последующая бригада может начать работу только после окончания работы предыдущей бригады.

На рисунке 9.1 показаны линейные графики и циклограммы неритмичных потоков.

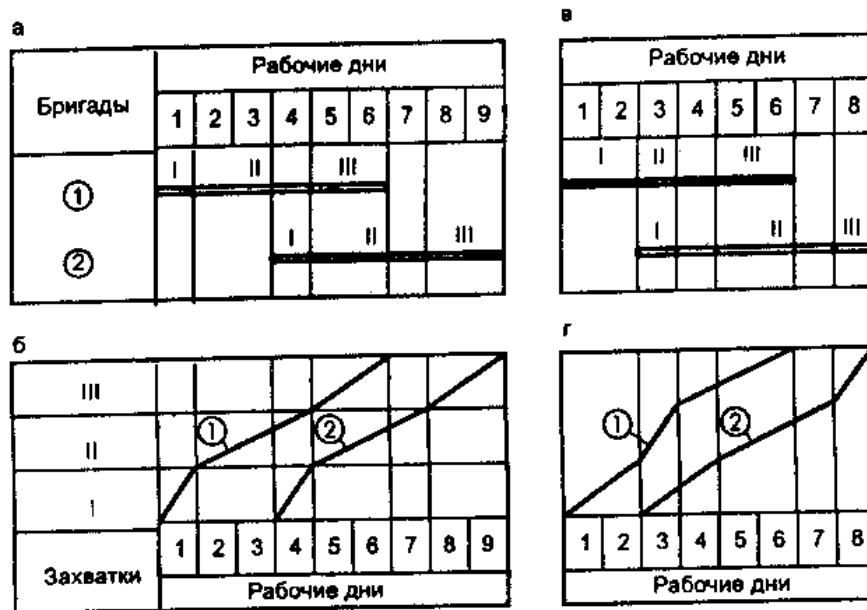


Рисунок 9.1 – Линейные графики и циклограммы неритмичных потоков: а, б – с однородным изменением ритма; в, г – с неоднородным изменением ритма.

Неритмичный специализированный поток может быть неуравновешенным и уравновешенным. В неуравновешенном потоке темпы частных эквивалентных потоков не равны (рисунок 9.2,а). На рисунке 9.2,б темп частных эквивалентных потоков уравновешен. Этим уравновешен и специализированный поток. Неритмичные частные потоки уравновешиваются главным образом за счет повышения темпа замедленных потоков путем создания параллельных частных потоков.

Проектирование неритмичных специализированных потоков значительно сложнее, чем ритмичных: требуется выполнить расчет каждого частного потока по захваткам и определить размеры сближения частных потоков. Последнее может быть определено по циклограммам.

Приведенные на рисунке 9.2 примеры отдельных неритмичных процессов могут быть выражены эквивалентным потоком, представляющим собой прямую линию, соединяющую начало процесса на первой захватке и конец его на последней. Границы сближения и отклонения показаны пунктирной линией.

Размер сближения смежных частных потоков на захватке выражается формулой:

$$O_m = O_1 + \sum_1^{m-1} K'' - \sum_1^m K' \quad (9.1)$$

где O_1 – сближение на первой захватке; $\sum_1^{m-1} K''$ – продолжительность второго частного потока на захватках; $\sum_1^m K'$ – продолжительность первого частного потока на захватках.

Неритмичный поток определяется формулой:

$$T = K_y(m + n - 1) + \Sigma t + \Sigma t_0 \quad (9.2)$$

где Σt_0 – сумма организационных перерывов между частными потоками и

удлинение времени частных потоков, возникающих вследствие неритмичного их развития (рисунок 9.2, б); K_3 – ритм эквивалентного первого частного потока.

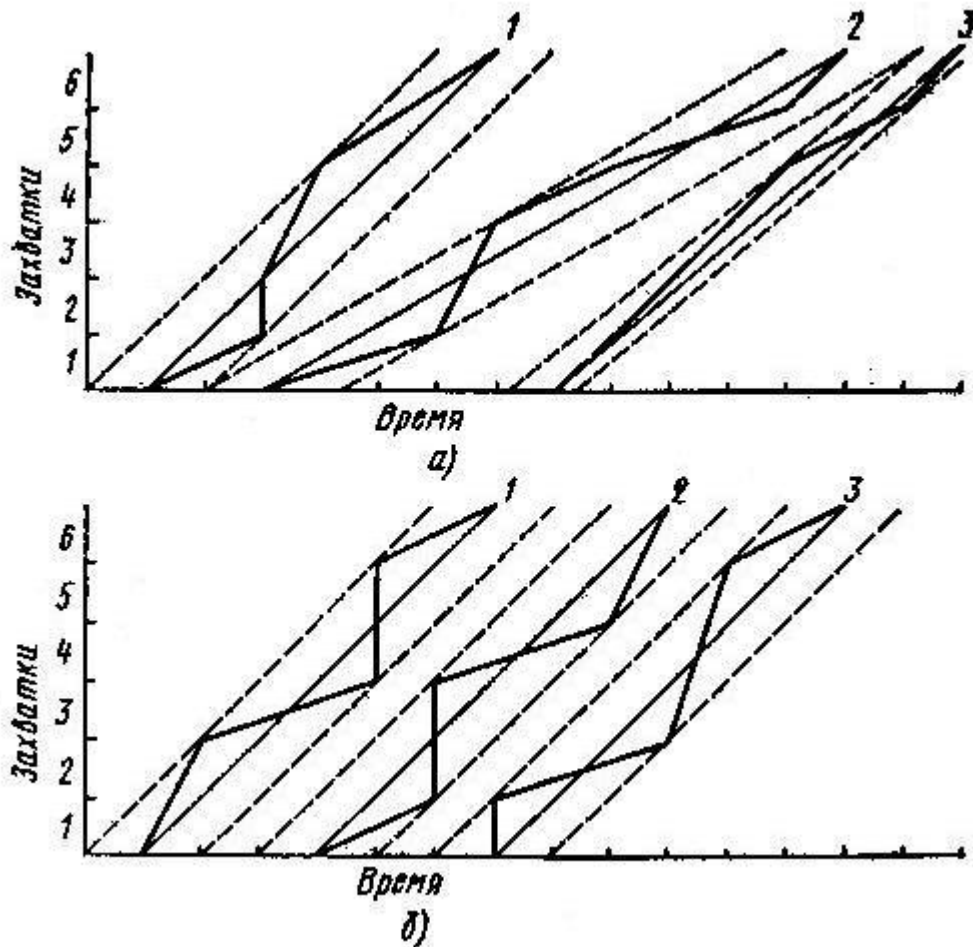


Рисунок 9.2 – Циклограммы неритмичных потоков

Как было сказано выше, при неритмичных потоках продолжительность выполнения работ каждой отдельной бригадой на захватке неодинакова. Неритмичные потоки подразделяются на неритмичные с однородным изменением ритма и неритмичные с неоднородным изменением ритма.

Для неритмичного потока с однородным изменением ритма, а характерны такие сроки начала работ всех бригад, при которых несколько бригад не могли бы одновременно работать на одной и той же захватке и в то же время исключался бы разрыв во времени между началами работ

последующих бригад.

Рассмотрим график неритмичного строительного потока с однородным изменением ритма. В потоке работают пять бригад, занятых на восьми захватках.

Расчет параметров такого потока может быть выполнен графическим или аналитическим способом. Аналитический метод расчета основан на применении специальной методики (таблица 9.1).

Таблица 9.1 – Расчетные параметры неритмичного потока с однородным изменением ритма

Бригады	Параметры	Захватки							
		1-я	2-я	3-я	4-я	5-я	6-я	7-я	8-я
I	Ритм работы бригад, дни	1	3	2	4	1	2	2	1
II		1	3	2	4	1	2	2	1
III		1	3	2	4	1	2	2	1
IV		1	3	2	4	1	2	2	1
V		1	3	2	4	1	2	2	1
I	Сроки окончания работы бригад на захватках	1	4	6	10	11	13	15	16
II		5	8	10	14	15	17	19	20
III		9	12	14	18	19	21	23	24
IV		13	16	18	22	23	25	27	28
V		17	20	22	26	27	29	31	32

Сначала заполняют верхнюю половину таблицы. Вписывают бригады, участвующие в потоке, а в правой части таблицы фиксируют данные расчета времени работы каждой бригады на захватке. Необходимо определить самую долгую продолжительность работы бригады на одной из захваток. Такой захваткой будет 4-я, на которой наибольшая продолжительность работ составляет четыре дня. После этого приступают к расчетам по определению сроков окончания работы бригад на захватках.

Для расчета сроков окончания работ всех бригад на захватках определяем эти сроки для бригады I и заносим их в первую строку второй части таблицы.

Для определения срока окончания работы последующих бригад достаточно к окончанию работы предшествующей бригады прибавить уже полученный нами максимальный ритм (четыре дня).

Для бригады II срок окончания работ на 1-й захватке составит 5 дней ($1+4=5$), для бригады III — 9 дней ($5+4$) и т. д.

Методика определения сроков окончания работ на последующих захватках аналогична – сверху вниз с суммированием тех же четырех дней. Например, окончание работ бригады III на 5-й захватке определится как время окончания работ бригады II на 5-й захватке плюс четыре дня: 19 ($15+4$) и т. д.

Все полученные данные заносятся во вторую половину расчетной таблицы 3.1.

На основании результатов расчета построим циклограмму потока.

График неритмичного потока с неоднородным изменением ритма приведен на рисунке 9.3. Работы ведутся четырьмя бригадами на пяти захватках. Потоки такого типа организуются в тех случаях, когда объем работ на захватке, а также их структура неодинаковы. В качестве примера можно привести работы по монтажу одноэтажного промышленного здания с неодинаковыми по пролетно конструктивными элементами (мостовыми кранами, этажерками и т. д.).

Параметры неритмичного потока с неоднородным изменением ритма также рассчитывают на графике или аналитическим методом.

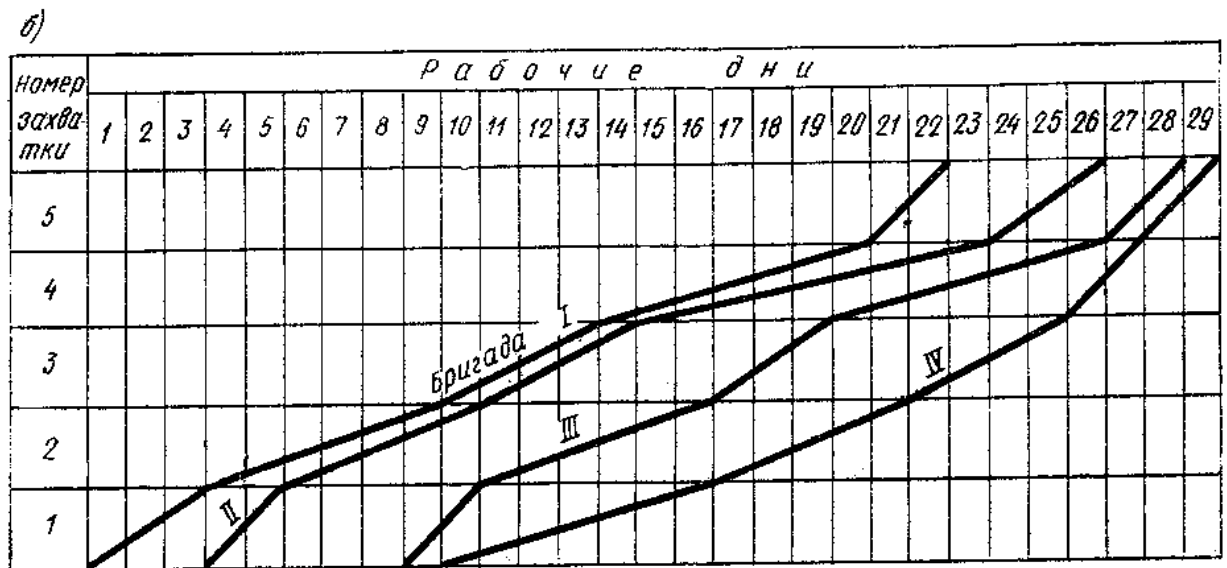
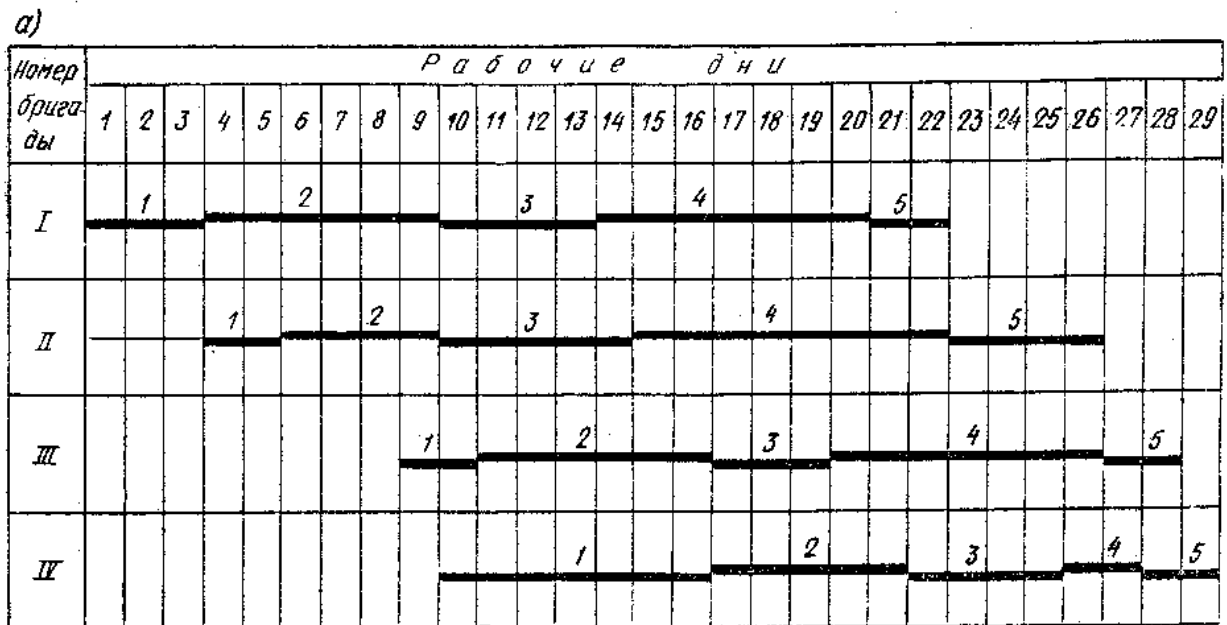


Рисунок 9.3 – Неритмичные строительные потоки с неоднородным изменением ритма: а – линейные графики; б – циклограмма

Для организации неритмичного потока продолжительность работы каждой бригады рассчитывается для каждой захватки с учетом трудоемкости работ, выбранных методов, средств механизации, состава бригад и принятого уровня выполнения норм. Общая продолжительность строительства рассчитывается на основе учета максимально возможного совмещения работы бригад во времени. Для этой цели может быть применен матричный

метод формирования потока.

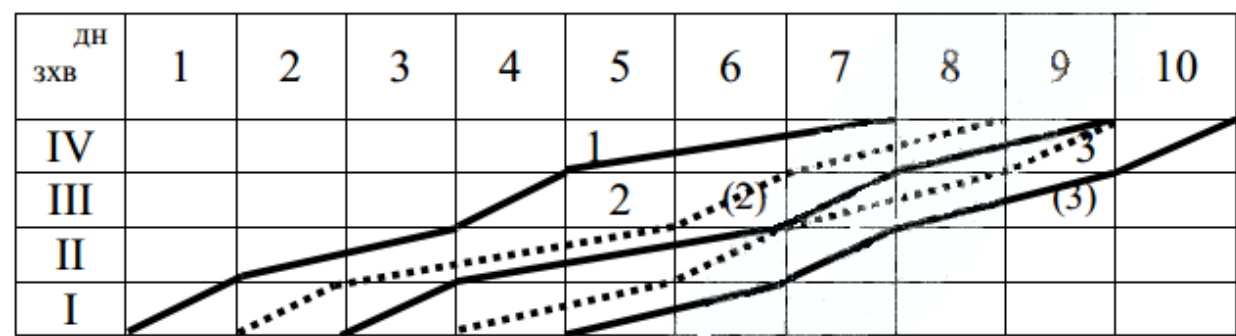
Пример:

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

Таблица 9.2 – 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 9.5



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

Рисунок 9.5 – 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 а1, а2, а3, а4. На графике указать время простоя.

Таблица 9.3 – Данные для выполнения задания по вариантам

Номер варианта	Процесс 1				Процесс 2				Процесс 3				Процесс 4			
	a1	a2	a3	a4	a1	a2	a3	a4	a1	a2	a3	a4	a1	a2	a3	a4
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].

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 10

Расчет неритмичных строительных потоков в матричной форме

Цель: овладеть основными правилами расчета параметров потоков в матричной форме и выработать практические навыки расчета параметров неритмичных потоков

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 рассчитывать неритмичные строительные потоки в матричной форме;
- владеть методами осуществления инновационных идей, организации производства;

Код	Формулировка
ПК-11	Владением методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

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 неритмичном потоке время выполнения работ по каждому процессу на любой захватке не одинаково (за исключением отдельных случаев), т.е. каждый из строительных процессов имеет собственный переменный ритм. В

таком случае продолжительности выполнения работ по каждому процессу равняются суммам этой продолжительности на всех захватках, т. е.

$$\begin{aligned} T_1 &= t_1^I + t_1^{II} + t_1^{III} + \dots + t_1^k \\ T_2 &= t_2^I + t_2^{II} + t_2^{III} + \dots + t_2^k \\ T_3 &= t_3^I + t_3^{II} + t_3^{III} + \dots + t_3^k \\ &\dots\dots\dots \\ T_n &= t_n^I + t_n^{II} + t_n^{III} + \dots + t_n^k \end{aligned} \tag{10.1}$$

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 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.

Для организации неритмичного потока продолжительность работы каждой бригады рассчитывается для каждой захватки с учетом трудоемкости работ, выбранных методов, средств механизации, состава бригад и принятого

уровня выполнения норм. Общая продолжительность строительства рассчитывается на основе учета максимально возможного совмещения работы бригад во времени. Для этой цели может быть применен матричный метод формирования потока.

Пример:

Выполнить расчет параметров неритмичного строительного потока в матричной форме для возведения здания, включающего 3 этапа работ на 4 типовых объектах (захватках).

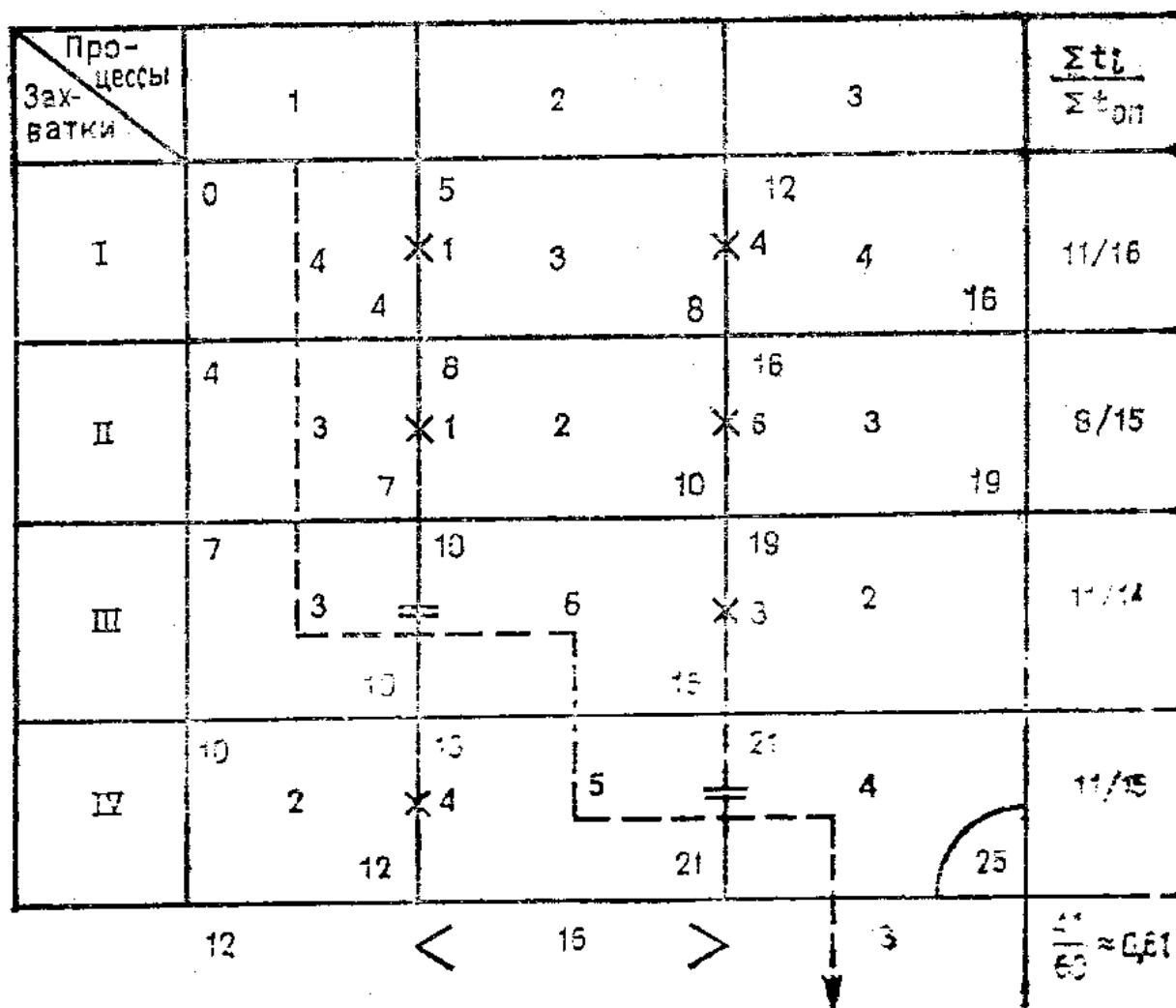


Рисунок 10.1 – Матрица неритмичного потока

Допустим, что требуется организовать поток из трех процессов на объекте, расчлененном на четыре захватки. Продолжительность процессов на захватках приводится на матрице (рисунок 10.1). На матрице приведены и

результаты расчета. Совмещение каждой пары смежных процессов выполняется следующим образом. Прежде всего, рассчитывается продолжительность работы первой бригады (первый процесс) на всех захватках. Для этого в верхнем левом углу первой клетки записываем 0, что соответствует началу работ. В нижнем правом углу той же клетки записывается продолжительность работ на первой захватке 4. Та же цифра записывается в левом верхнем углу следующей клетки (по второй захватке), а в правом нижнем углу – суммарная продолжительность работ на первой и второй захватках. Затем эта цифра заносится в верхний левый угол 3-й клетки, а в правом нижнем углу проставляется суммарная продолжительность на трех захватках. Эта процедура продолжается в том же порядке на четвертой клетке. Далее начинается совмещение работы двух бригад на первой захватке. Как видно из таблицы, первый процесс на первой захватке заканчивается через четыре дня и можно было бы в верхнем левом углу первой клетки второго процесса поставить цифру «4», прибавив продолжительность второго процесса «3», на первой захватке получим сумму «7», что достаточно для перехода бригады на вторую захватку, где первый процесс оканчивается спустя 7 дней. Но, добавив к цифре «7» продолжительность второго процесса на второй захватке 2 дня получим 9 дней. Между тем, первая бригада с третьей захватки должна уйти только через 10 дней, что приведет к одному дню простоя для второй бригады.

Поэтому во избежание простоя рабочих начинаем работу второй бригады на первой захватке через день после ухода первой бригады, допуская один день разрыва между бригадами. Записывая в левом верхнем углу первой клетки второго столбца цифру 5, продолжаем процедуру определения продолжительности работы второй бригады.

Как видно из расчета, вторая захватка будет пустовать день, а четвертая – 4 дня. Эти разрывы фиксируются линиями, разделяющими процессы. Лишь на третьей захватке бригады сменяют друг друга без

разрыва во времени. Эта захватка называется критической.

Совмещение работы второй и третьей бригад можно начать с нижней клетки, поскольку последующий процесс по общей продолжительности короче предшествующего.

Для этого цифру 21 в первом нижнем углу последней клетки второго столбца переносим в левый верхний угол последней клетки третьего столбца. Добавив продолжительность работы третьей бригады, на четвертой захватке записываем суммарную продолжительность всего потока – 25 дней. Идя вверх по третьему столбцу, переносим цифру 21 в нижний правый угол второй (снизу) клетки. Затем, вычитая продолжительность работы на третьей захватке, результат записываем в левом верхнем углу этой клетки. Между второй и третьей бригадой на третьей захватке, как видно из расчета, образуется разрыв в 3 дня. В том же порядке процедура продолжается, включая верхнюю клетку третьего столбца.

Анализируя результат расчета, можно заметить, что на 1-й захватке работы будут вестись 11 дней, а 5 дней захватка будет свободна в ожидании прихода очередных бригад; на 2-й захватке работа будет продолжаться 8 дней из 15; на 3-й захватке – 11 дней из 14, а на 4-й захватке – 11 дней из 15. Эти данные, занесенные в четвертую графу таблицы, характеризуют степень плотности графика, т. е. степень совмещения работ и использование фронта работ в неритмичном потоке. При полученных исходных данных это максимально возможное совмещение работы бригад при постоянном их составе. Коэффициент плотности графика в данном примере оказался невысоким – 0,61. На рисунке 10.2 приводятся график и циклограмма потока, полученного по расчету матрицы, приведенной на рисунке 10.1. Из рисунка видно, что совмещенно работают постоянно только по две бригады (первая со второй и вторая с третьей).

Для более полного совмещения при выборе методов работ необходимо более интенсивное выполнение второго процесса, особенно на третьей и

четвертой захватках.

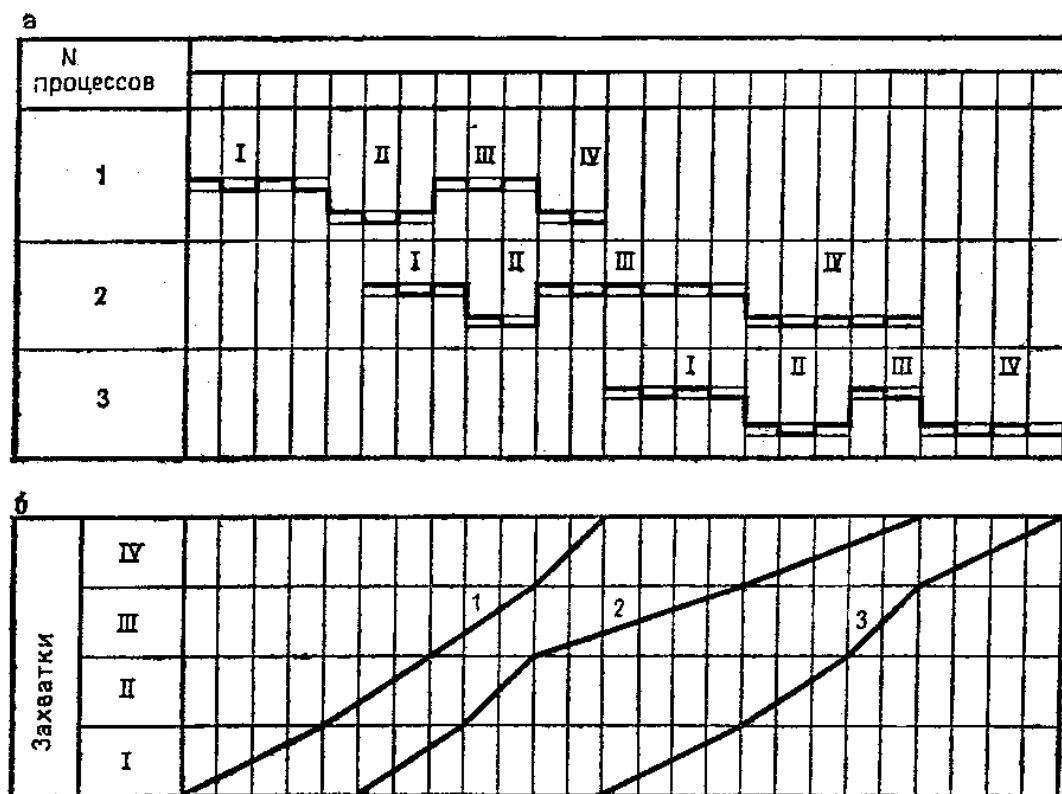


Рисунок 10.2 – График и циклограмма неритмичного потока: а – график; б – циклограмма

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;

Код	Формулировка
ПК-7	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 и разрабатывать меры по ее повышению.

Теоретическая часть:

Оптимизация методов организации работ – это изменение их параметров, таким образом чтобы обеспечить достижение наилучшего максимально эффективного значения критерия оптимизации.

Среди способов оптимизации строительных потоков (ОСП) принадлежит изменению очередности включения захваток в поток. При этом эффективность достигается без увеличения потребности в ресурсах. Данный способ ОСП применим при проектировании комплексного вида потока.

Для n объектов, входящих в состав комплексного строительного потока, существует m возможных вариантов очередности их возведения. Рассмотрим метод Гунейко, который позволяет производить ОСП и получить оптимальное или близкое к нему решение без полного перебора вариантов.

Данный способ определения рациональной очередности включения захваток в поток предусматривает расчет параметров строительного потока методом матричного расчета. При этом в матрице введены дополнительные столбцы. Во-первых составляется исходная матрица и рассчитываются параметры строительного потока в соответствии с правилами, изложенными в предыдущей практической работе: т.е. выделяется ведущий процесс, имеющий наибольшую продолжительность T_j . Затем 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:

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

На этом этапе новый порядок включения захваток в поток необходимо установить в порядке возрастания их коэффициентов очередности. Бывает так, что несколько работ имеют одинаковую (максимальную) продолжительность. В этом случае выбирается вариант с наименьшей суммой коэффициентов очередности. Иногда несколько захваток имеют равные значения коэфф.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 коэфф. 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 коэфф. 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	РАБОТЫ			C _j предш.	C _j послед.	K _o
		i	1	2	3			
з а х в а т к и	I	0	5	5	13	10	3	3,33
			5	5	3			
			5	10	16			
			5	10	16			
з а х в а т к и	II	5	1	4	6	7	4	1,75
			6	16	4			
			6	16	20			
			6	16	20			
з а х в а т к и	III	6	2	8	2	4	7	0,57
			8	18	7			
			8	18	27			
			8	18	27			
з а х в а т к и	IV	8	3	7	1	4	5	0,8
			11	19	8			
			11	19	32			
			11	19	32			
T _j			T ₁ =11	T ₂ =14	T ₃ =19			

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

		j	РАБОТЫ			C _j предш.	C _j послед.	K _o
		i	1	2	3			
з а х в а т к и	I	0	2	1	2	4	7	0,57
			2	5	7			
			2	5	12			
			2	5	12			
з а х в а т к и	II	2	3	1	6	4	5	0,8
			5	6	5			
			5	6	17			
			5	6	17			
з а х в а т к и	III	5	1	6	5	7	4	1,75
			6	12	4			
			6	12	21			
			6	12	21			
з а х в а т к и	IV	6	5	1	5	10	3	3,33
			11	17	4			
			11	17	24			
			11	17	24			
T _j			T ₁ =11	T ₂ =14	T ₃ =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			
i	I	0	2	4	4	7	0,57
		2	2	7			
		2	4	11			
		2	4	11			
		1	6	4			
з а х в а т к и	II	2	4	11	7	4	1,75
		1	1	4			
		3	10	15			
		3	4	5			
		6	11	20			
з а х в а т к и	III	3	10	15	4	5	0,8
		3	4	5			
		6	11	20			
		6	11	20			
		5	5	3			
з а х в а т к и	IV	6	11	20	10	3	3,33
		5	5	3			
		11	16	23			
		11	16	23			
		5	5	3			
T _j		T ₁ =11	T ₂ =14	<u>T₃=19</u>			

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

В а р и а н т	П р о ц е с с 1				П р о ц е с с 2				П р о ц е с с 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?
5. Как рассчитывается матрица ОСП?
6. Для чего необходим расчёт коэфф. очередности?

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;

Код	Формулировка
ПК-10	Знанием организационно-правовых основ управленческой и предпринимательской деятельности в сфере строительства и жилищно-коммунального хозяйства, основ планирования работы персонала и фондов оплаты труда

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

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

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

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

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

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

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

Норма выработки $H_{выр}$ – 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 $H_{вр}$ и нормой выработки одного рабочего $H_{выр}$ может быть выражена формулой:

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

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, %:

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

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 $N_{вр}$ (фактические затраты труда) и расценки $Расц.$, которые даны в таблицах в виде дробей – в числители $N_{вр}$, в знаменателе – $Расц.$ или отдельно в двух смежных графах: в первой $N_{вр}$, 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:

$$Q = H_{вр} \cdot V; \quad (12.9)$$

$$З = Расц. \cdot V, \quad (12.10)$$

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) 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 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, остановленных для производства строительно-монтажных и ремонтно-строительных работ – от 1,1 до 1,15;

в) при выполнении работ в охранной зоне воздушных линий электропередачи, в местах прохода коммуникаций электроснабжения, в действующих установках, вблизи конструкций и предметов, находящихся под напряжением – от 1,1 до 1,2;

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

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), верхняя отметка которых находится ниже 3 м от поверхности земли, – 1,1;

ж) при работе в действующих цехах предприятий с вредными условиями – 1,15.

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, $N_{вр} = 49/5 = 9,8$ 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).

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

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 м² составляет 0,3 маш.-ч. Плиты монтирует звено, состоящее из четырех монтажников. Определить норму времени монтажников.

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

Пример 5.

Согласно ЕНиР Е2-1-8, табл. 3, п. 3, на разработку 100 м³ грунта второй группы и погрузку его на транспортные средства экскаватором с прямой лопатой вместимостью 0,5 м³ норма времени $N_{вр.маш.}$ составляет

2,7 маш.-ч.

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

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

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 м ³ /ч
8	Укладка бетонной смеси в прямолинейные стены толщиной до 200 мм
9	Монтаж колонны, массой до 4т.

Продолжение таблицы 12.1

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					+				

Продолжение таблицы 12.4

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 зарплаты;
- владеть методами анализа затрат и результатов производственной деятельности;

Код	Формулировка
ПК-12	Способностью разрабатывать оперативные планы работы первичных производственных подразделений, вести анализ затрат и результатов производственной деятельности, составление технической документации, а также установленной отчетности по утвержденным формам

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 свыше 0,1 м ³	Шт.	56	1,2	67,2	0–89,4	50–06
Е4-1-6, табл.3, п.4в.	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 Н_{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 Н_{вр} и

Расц. равны 1,14. Согласно ЕНиР Е4-1-4, (табл. 2, п. 7а), $N_{вр} = 5,7$,
 Расц. = 4,26.

При выполнении работ в г. Виннице в феврале:

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

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

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	Степанков 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	Е2	Земляные
2	Е8	Штукатурные
3	Е8	Малярные
4	Е8	Обойные
5	Е8	Облицовочные
6	Е11	Изоляционные
7	Е7	Кровельные
8	Е19	Устройство полов
9	Е4	Устройство монолитных железобетонных конструкций
10	Е4	Монтаж сборных конструкций
11	Е5	Монтаж металлических конструкций

Продолжение таблицы 13.5

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 массой до 5 т.	Самара	Январь	1
4	Установка ферм пролетом 24 м	Москва	Декабрь	5
5	Устройство лесов высотой до 6 м под опалубку ребристых перекрытий	Астрахань	Январь	4
6	Остекление металлических переплетов витрин толстым стеклом	Севастополь	Январь	3
7	Устройство изоляции фундаментов рулонными материалами в 2 слоя	Челябинск	Январь	4
8	Покрытие крыш средней сложности кровельной сталью	Волгоград	Февраль	2
9	Установка ферм пролетом 36 м	Краснодар	Январь	2

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. Обработанное время, смены, рабочими	5241	4865	4540	3926	3680,6	3460,7	3201,3	3005,7
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;

Код	Формулировка
ПК-11	Владением методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

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 практической работе, звучит следующим образом. Задана продолжительность строительства объектов промышленного или гражданского комплекса. Необходимо таким образом распределить ограниченные ресурсы по работам (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.

В задачах минимизации потребности в ресурсах при определенных сроках выполнения работ необходимо составление такого расписания работ, при котором максимальная потребность в основных ресурсах была бы минимальна. 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 М в t-ую единицу времени работой Р.

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:

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

Значение $\varphi(i, j)$ характеризует величину максимально допустимого сдвига работы вправо. Вели 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 $t_{р.н.}(i, j)$ 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), $\phi(1,5) = 1 - (4 - 0) = -3$, поэтому работу (1, 5) сдвигать нельзя. Максимально допустимый сдвиг $\phi(1,6) = 0 - (4 - 0) = -4$, т.е. работу (1,6) также сдвигать нельзя (в

скобках под стрелками показана интенсивность потребления ресурса).

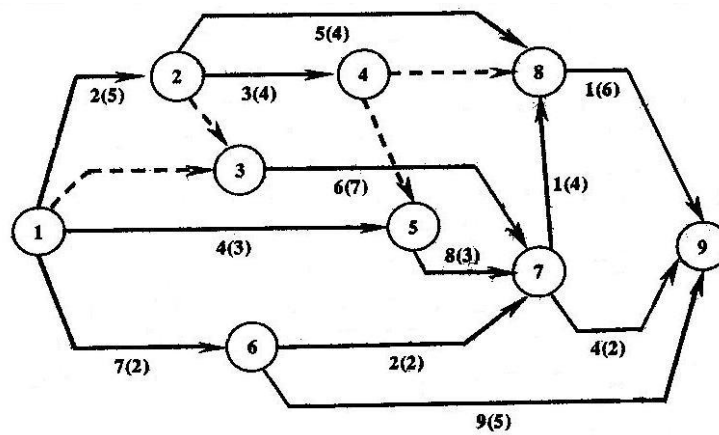
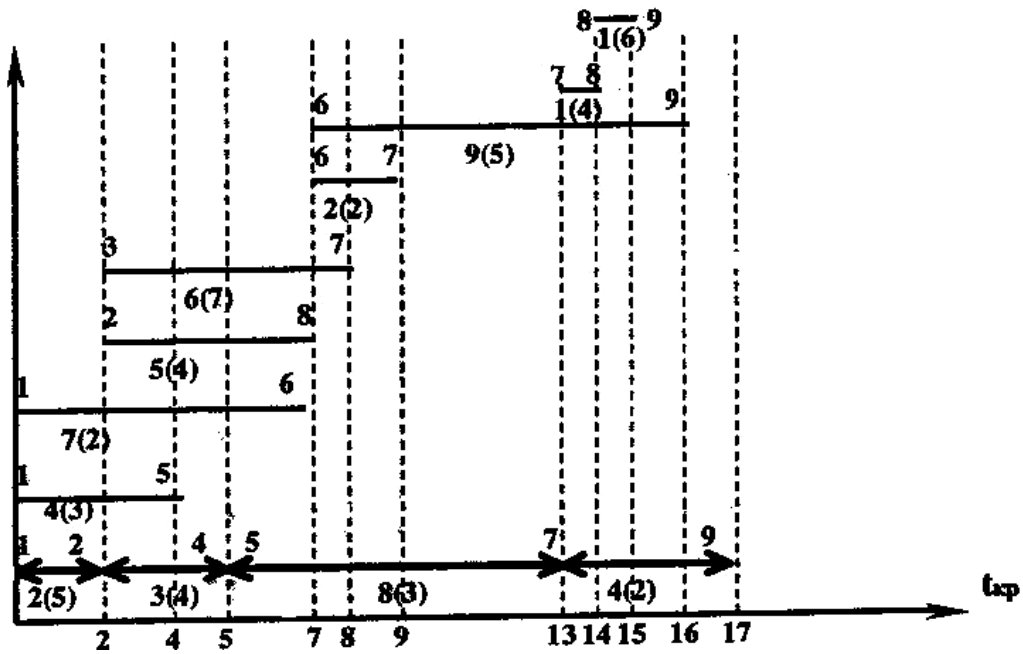


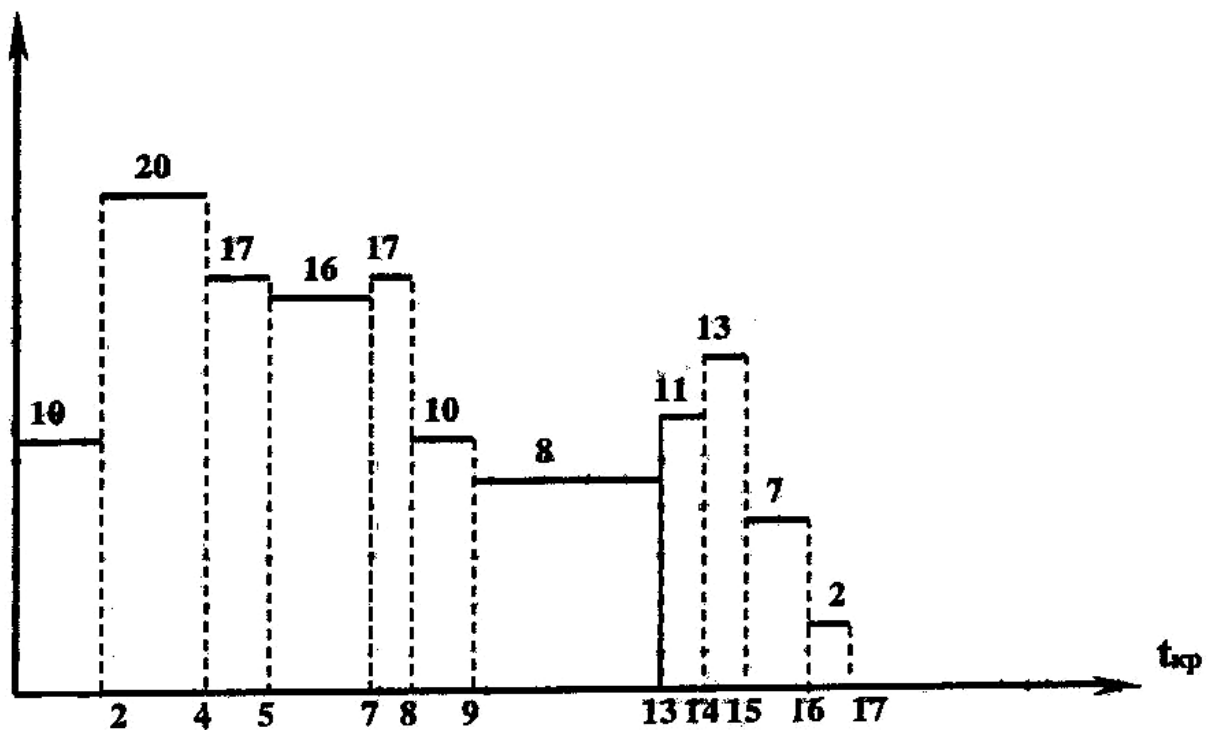
Рисунок 14.1 – Увеличенный сетевой график строительства

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 $R_{ck}(i, j)$	Свобод- ный начала работы $R_{ch}(i, j)$
-	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) – эшюр

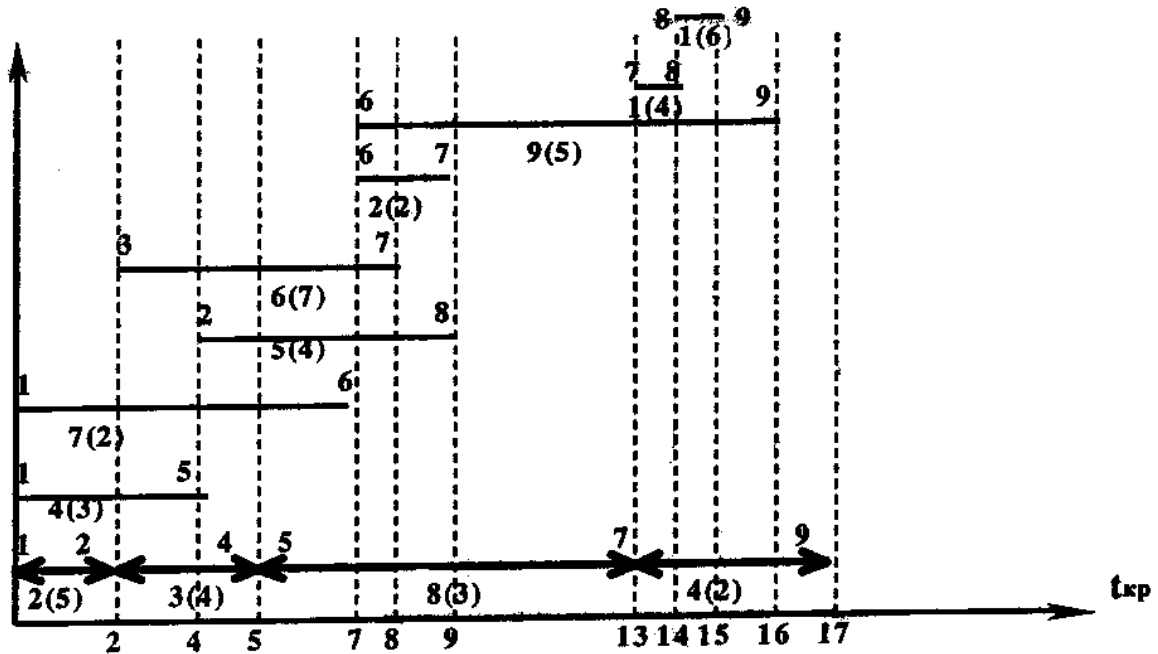
Рисунок 14.2 – Линейная диаграмма и эшюр до сдвига

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

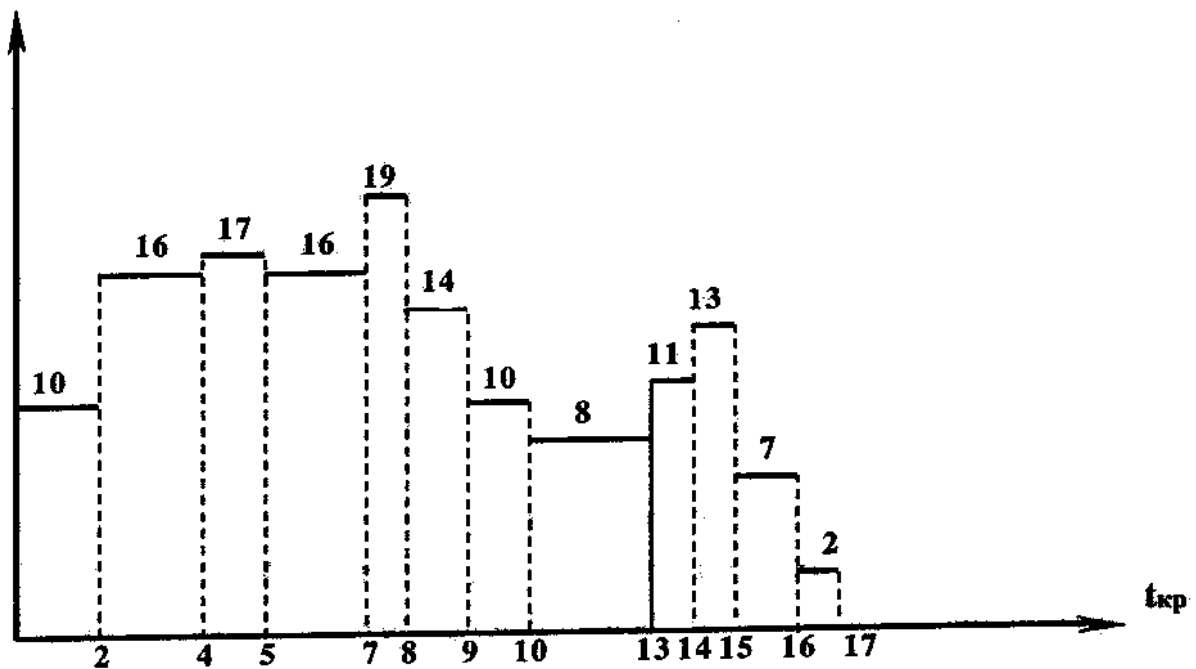
Следовательно, можно сдвигать только работы (3, 7) и (2, 8). По

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:

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

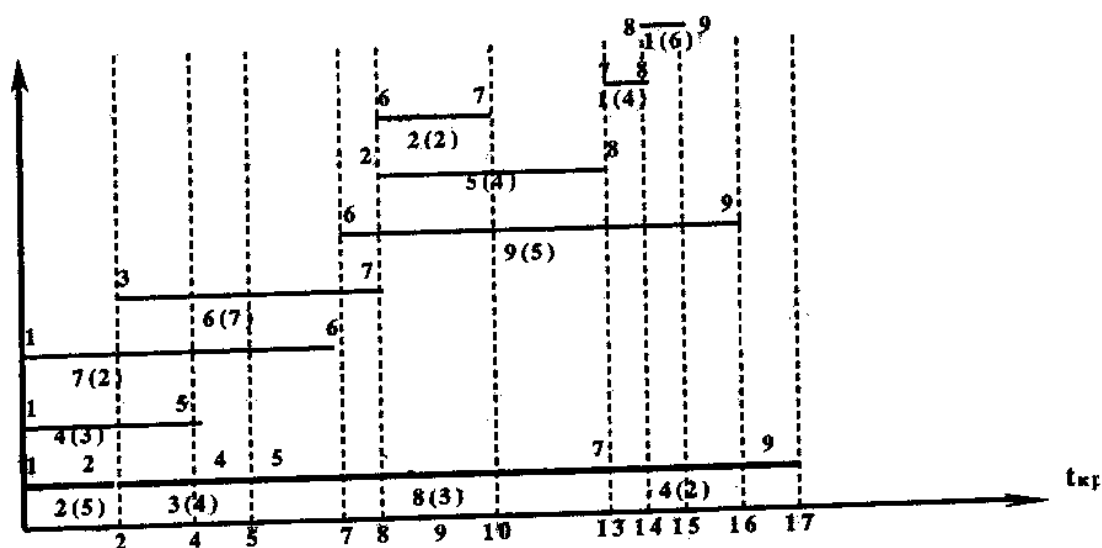
Из найденных значений видно, что сдвинуть можно только работы (2, 8) и (6, 7). Сравнив их интенсивности ($a_{(6,7)} = 2 < a_{(2,8)} = 4$), сдвигаем работу (6, 7) и устанавливаем ее раннее начало над промежутком $S_{m+1} = 8$. Результат приведен на рисунке 14.4 (а).

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

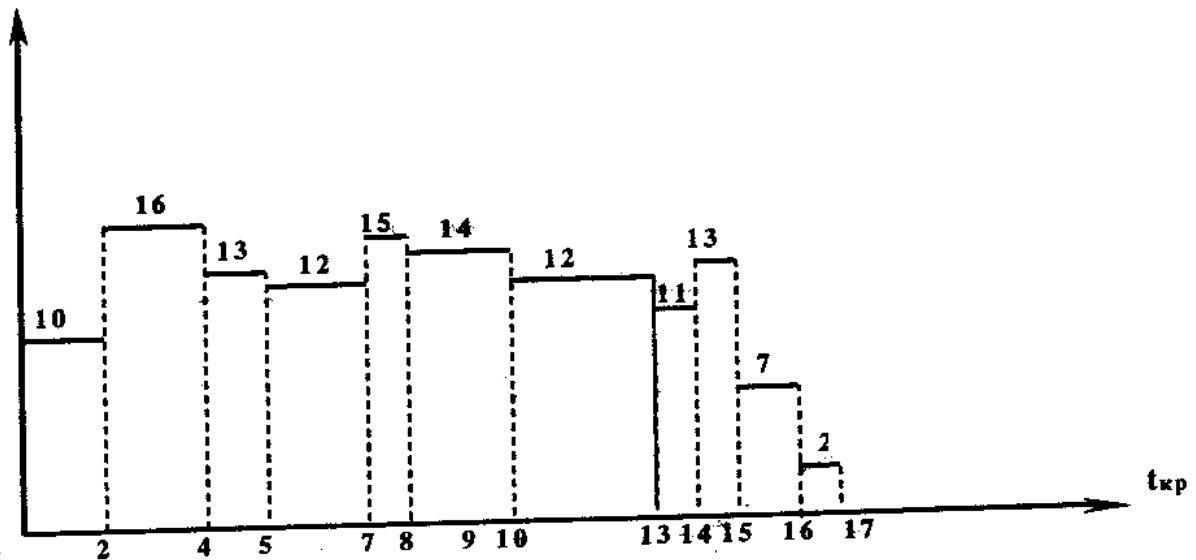
Второй шаг

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



(б) – эпюра

Рисунок 14.4 - Результат сдвига работ

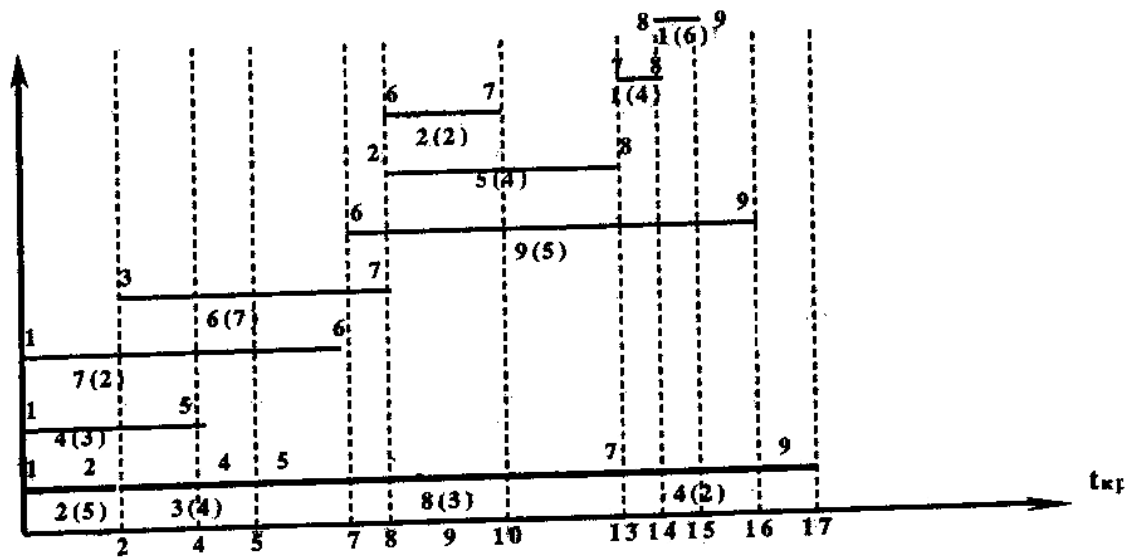
Сдвигается только работа (2, 8) и устанавливается над $S_{m+1} = 8$.

После этого видим, что все работы уложены в заданный уровень.

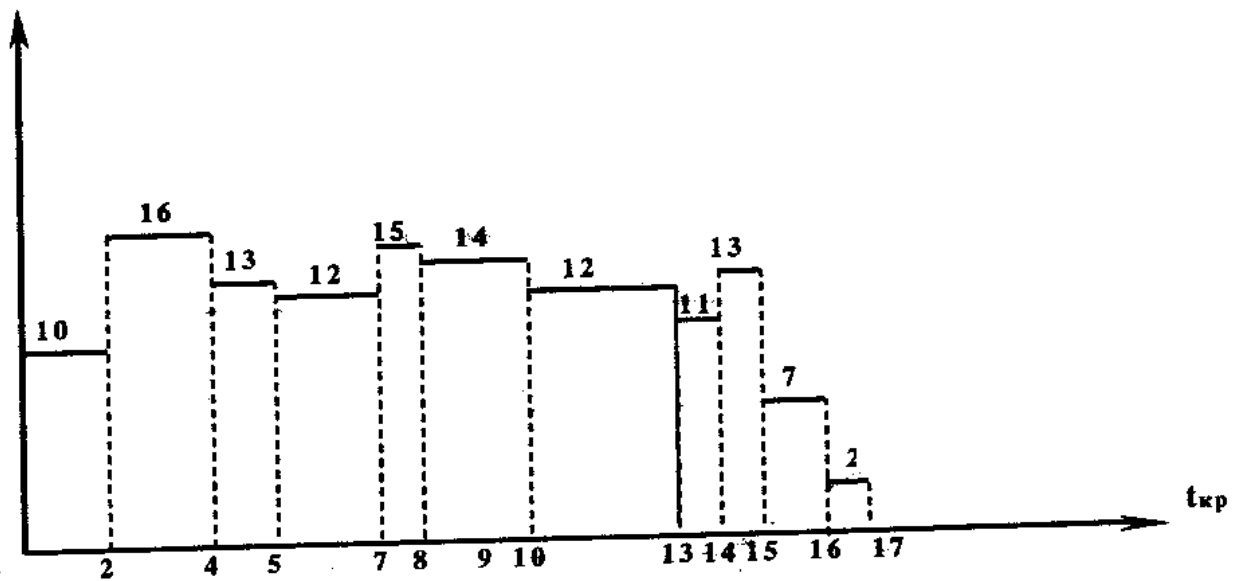
На следующем шаге уровень ресурсов задается на единицу меньше максимальной величины потребления предыдущего шага, и повторяются те же действия. В примере не удастся получить уровень ресурсов меньше 15, т.е. при $A=14$ нельзя выполнить комплекс работ с продолжительностью $t_{кр} = 17$, поэтому

$$\max_{t \in [0, 17]} A_t = 15 - \text{окончательный результат}$$

Результат приведен на рисунке 14.6.



(a) – линейная диаграмма



(б) – эпюра

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

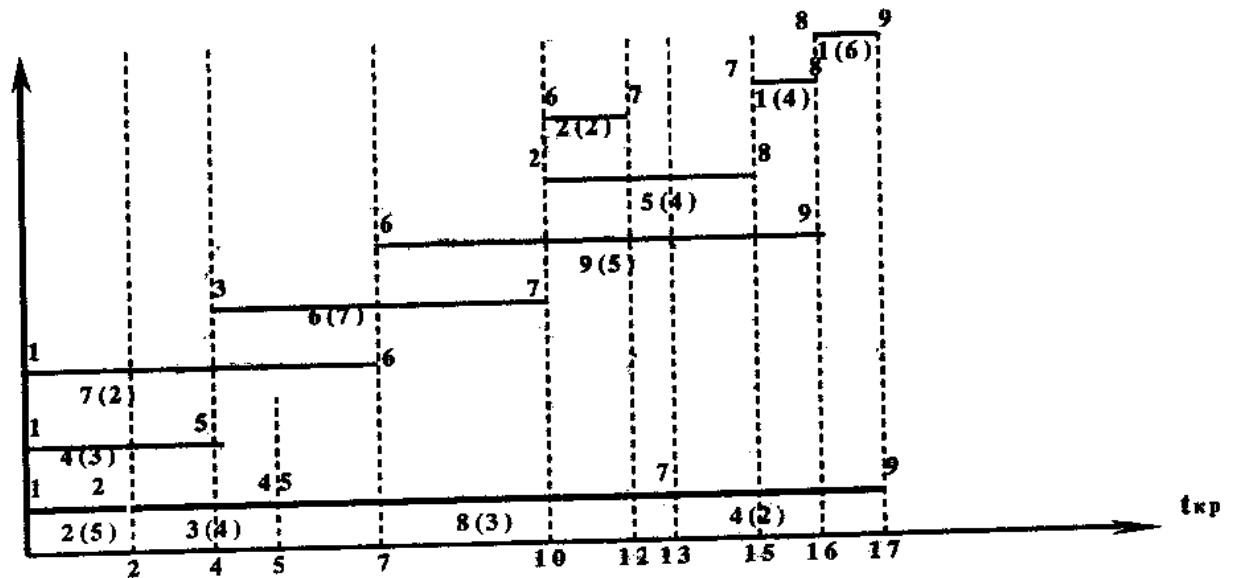


Рисунок 14.6 – Результат минимизации суммарного потребления ресурсов в единицу времени при заданной продолжительности строительства

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;

Код	Формулировка
ПК-11	Владением методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

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 S , 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

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

чтобы

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

при условии

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

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 $R_{ch}(i, j)$ и конца работ $R_{ck}(i, j)$;
2. Составлению линейной диаграммы с учетом того, что работы начинаются в ранние сроки $t_{p.n.}(i, j)$.
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 практической работе, 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.

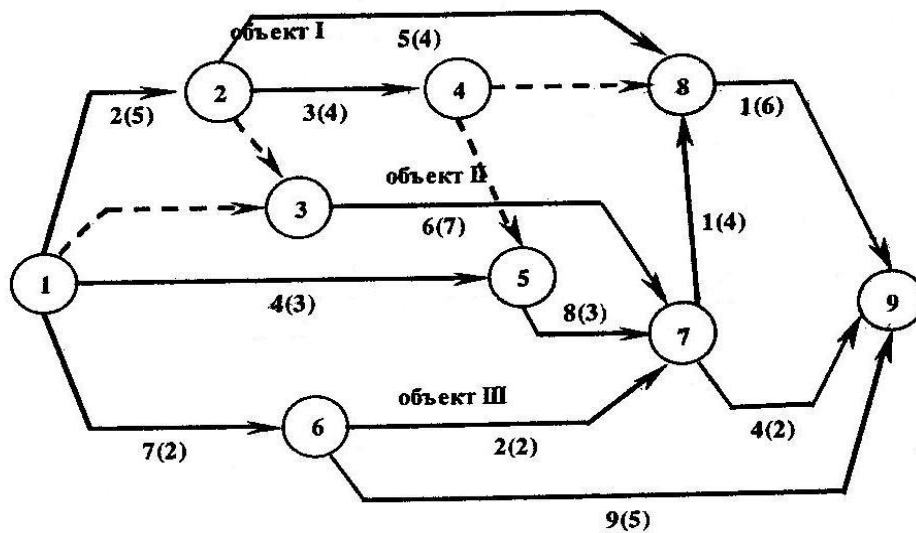
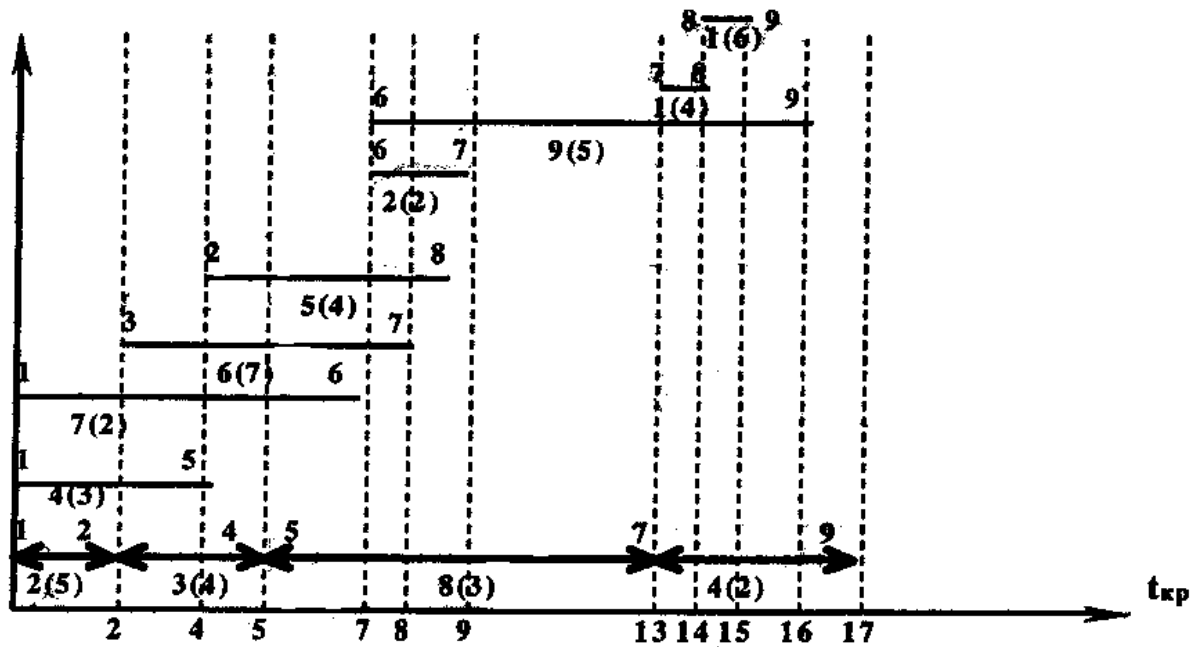


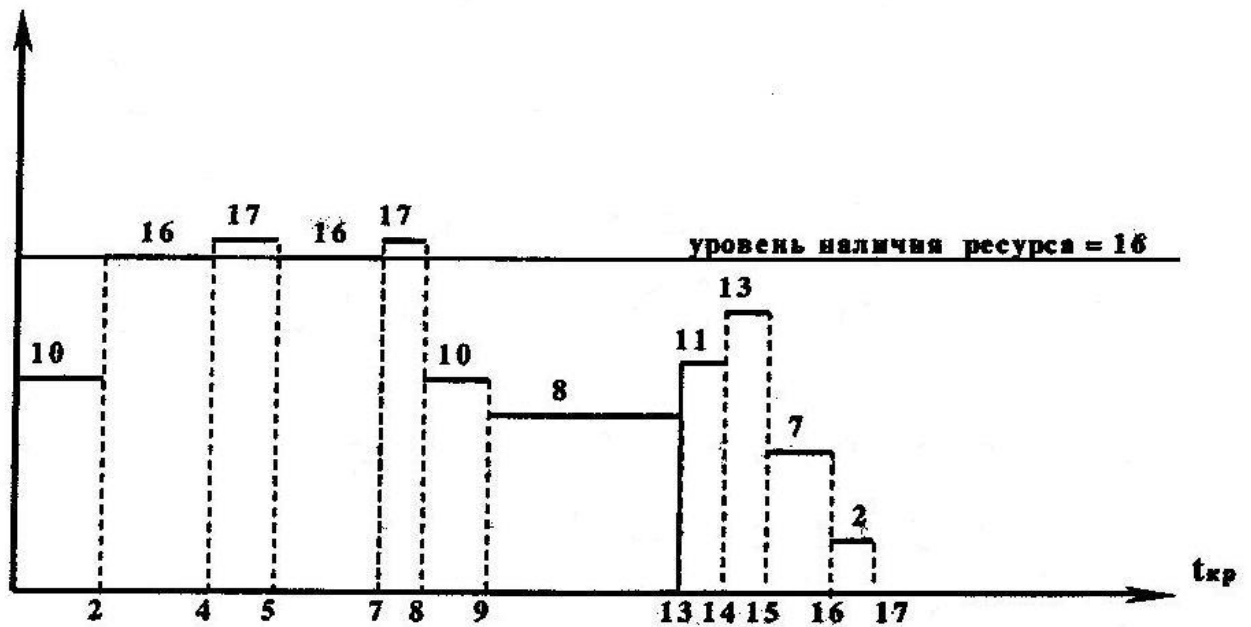
Рисунок 15.1 – Сетевой график строительства

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, 6). 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 $R_{ск}$ (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, 6) - первый, (2,4) - второй, (3,7) - третий и (2,8) - четвертый.

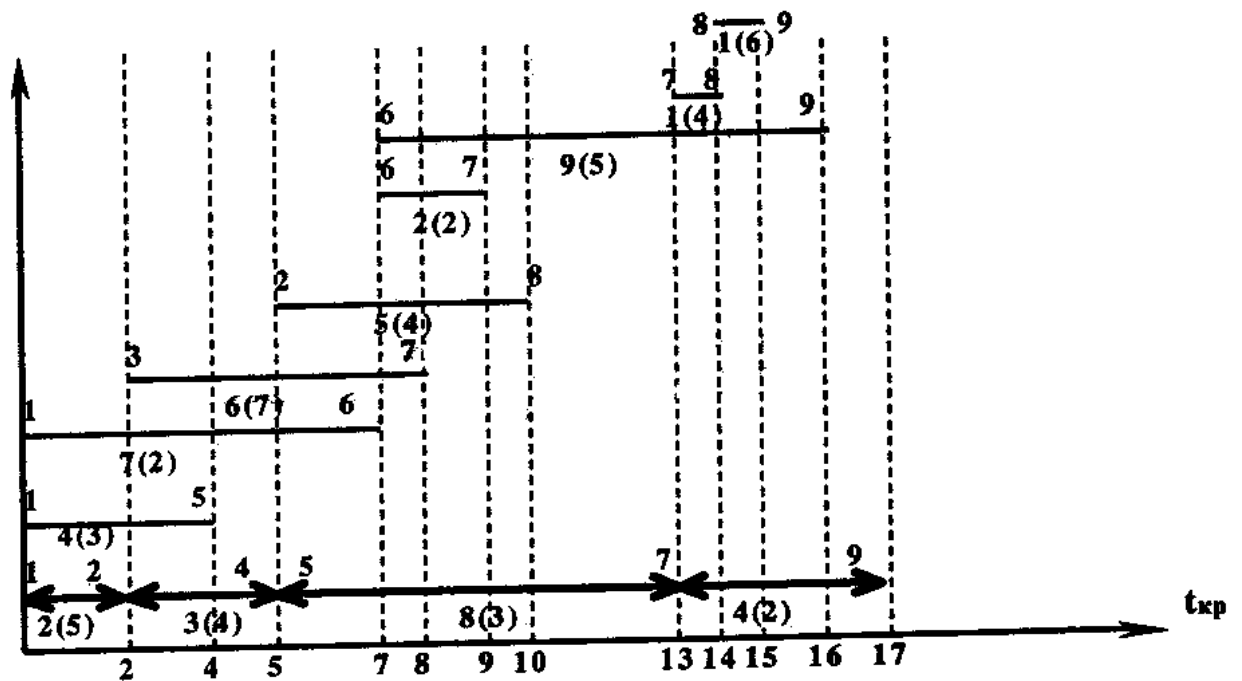
Суммируем потребность в ресурсах:

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

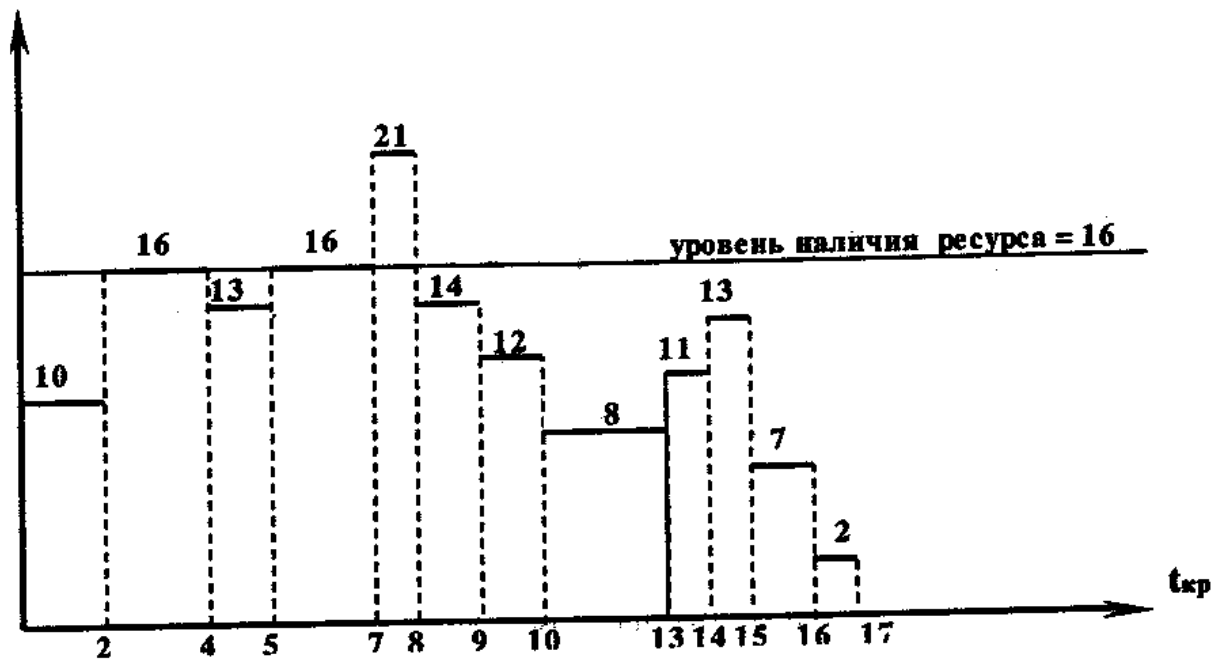
(1,6),(2,4) и (3,7)-ресурсы $2+4+7=13<16$;

(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 $R_{ск}$ (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 $t_{кр}=17$ не превышает запланированной (рисунок 15.4(б)).



(a) – линейная диаграмма

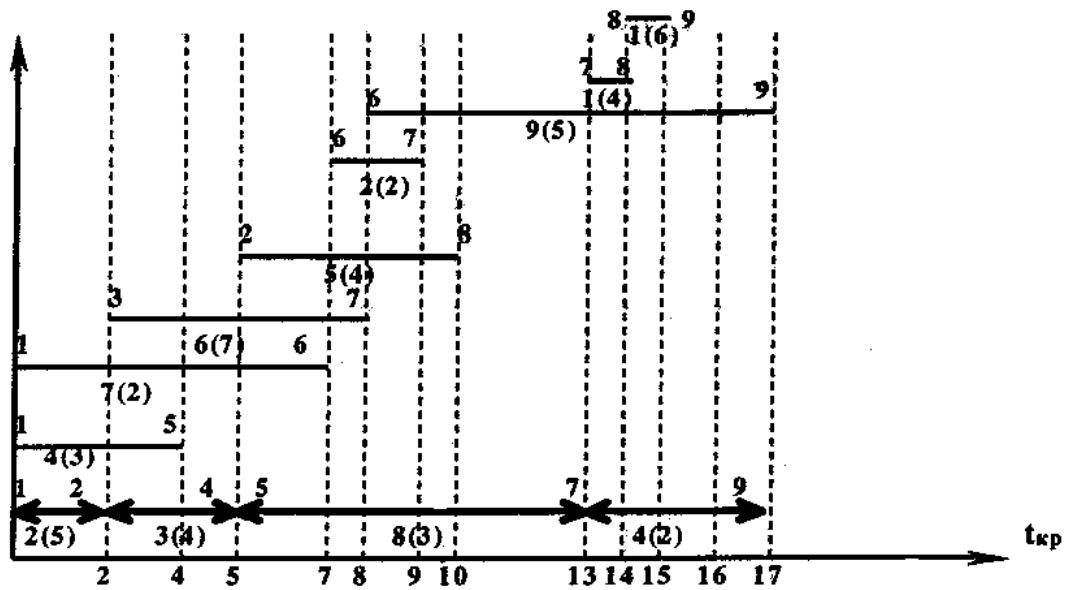


(б) – эпюра

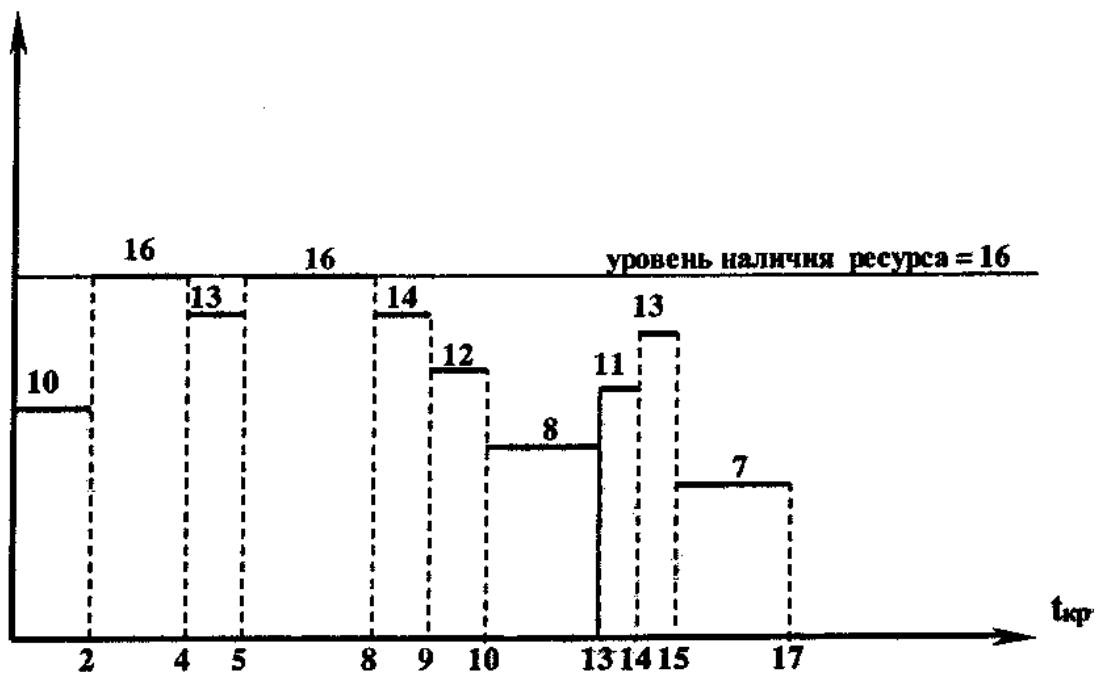
Рисунок 15.3 – Линейная диаграмма и эпюра после второго шага

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) – эюра

Рисунок 15.4 – Линейный график и эюра 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;

Код	Формулировка
ПК-11	Владением методами осуществления инновационных идей, организации производства и эффективного руководства работой людей, подготовки документации для создания системы менеджмента качества производственного подразделения

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

$$K_{д.з.} = \frac{C_C - C_H}{t_H - t_C}, \quad (16.1)$$

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_H , t_H .

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, $k_{д.з.}$
	t_n	t_c	C_n	C_c	
(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 таблицы 16.2 заносим данные о резервах работ $R_{\Pi}(i, j)$ и их продолжительностях t_{ij} .

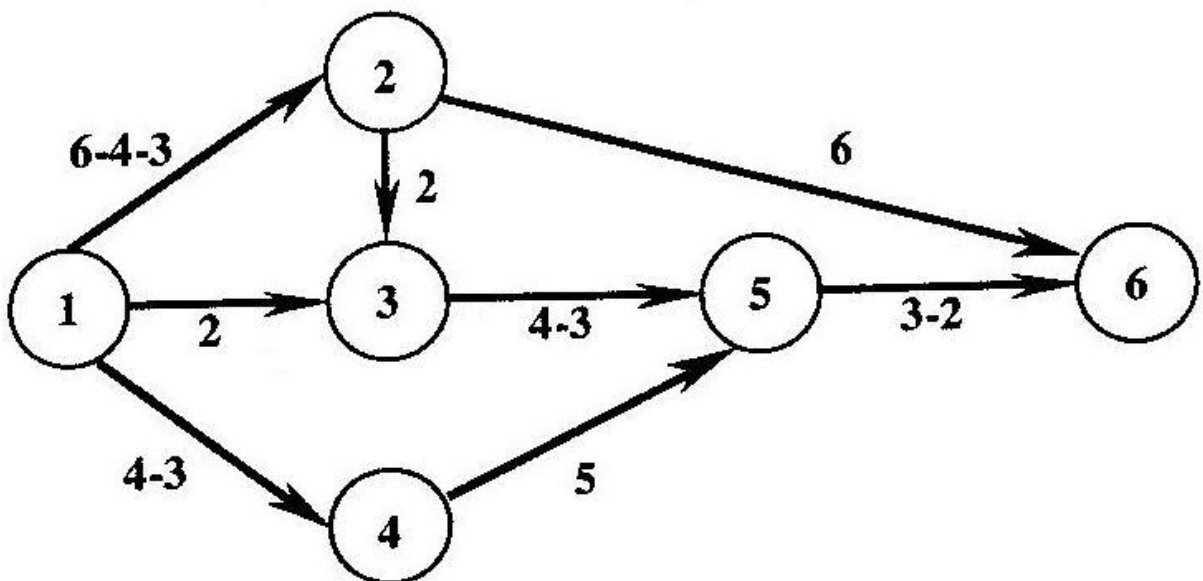


Рисунок 16.1 – Исходный сетевой график

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	1	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 $R_{\Pi}(i, j)$ 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 $t_{\text{кр}}^4 = 10$.

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 некритических 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, экземпляров неограничено
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, экземпляров неограничено

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, экземпляров неограничено
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, экземпляров неограничено

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, экземпляров неограничено

9. СНиП 3.01.01-85*. Организация строительного производства. М., 1995.

10. ЕНиР. Общая часть.

11. ЕНиР. Сборник 2 – 1. Механизированные и ручные земляные работы. – М. : Стройиздат, 1988.

12. ЕНиР. Сборник 4 – 1. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. – М. : Стройиздат, 1987.

13. ЕНиР Сборник Е11 изоляционные работы– М. : Стройиздат, 1988.

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

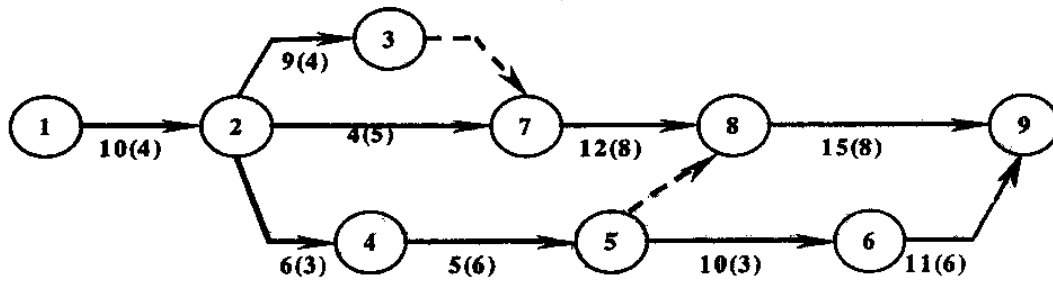
Вариант 16		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	9	4
	2	1	2	3	5	4
	3	7	8	6	7	9
	4	2	3	4	8	1
	5	7	5	6	3	1
Вариант 17		1	2	3	4	5
	1	2	3	1	8	6
	2	4	5	6	7	2
	3	8	3	2	1	4
	4	8	9	4	1	1
	5	1	2	3	8	4
Вариант 18		1	2	3	4	5
	1	5	4	1	2	8
	2	7	4	2	3	5
	3	2	3	5	6	2
	4	2	1	3	4	5
	5	8	5	7	4	3
Вариант 19		1	2	3	4	5
	1	1	5	9	3	4
	2	7	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

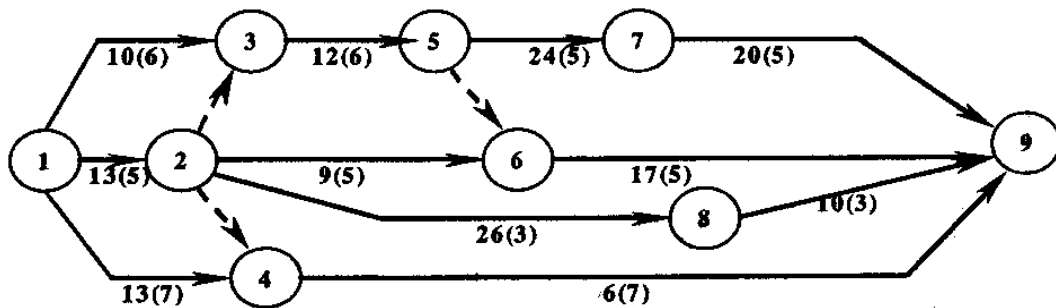
Вариант 16		1	2	3	4	5
	1	4	5	6	9	4
	2	1	2	3	5	4
	3	7	8	6	7	9
	4	2	3	4	8	1
	5	7	5	6	3	1
Вариант 17		1	2	3	4	5
	1	2	3	1	8	6
	2	4	5	6	7	2
	3	8	3	2	1	4
	4	8	9	4	1	1
	5	1	2	3	8	4
Вариант 18		1	2	3	4	5
	1	5	4	1	2	8
	2	7	4	2	3	5
	3	2	3	5	6	2
	4	2	1	3	4	5
	5	8	5	7	4	3
Вариант 19		1	2	3	4	5
	1	1	5	9	3	4
	2	7	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

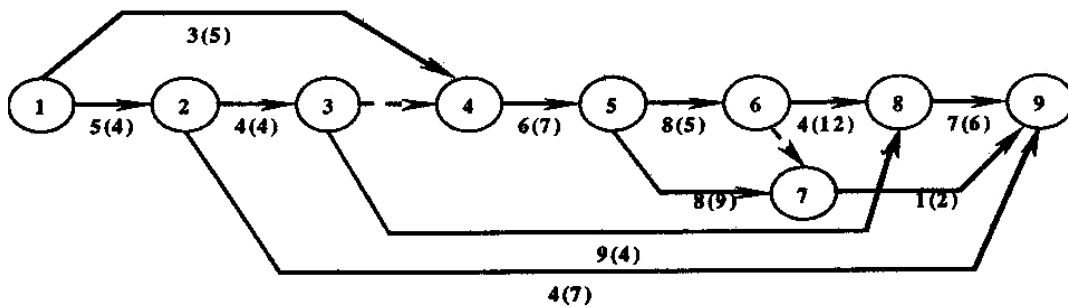
Вариант 1



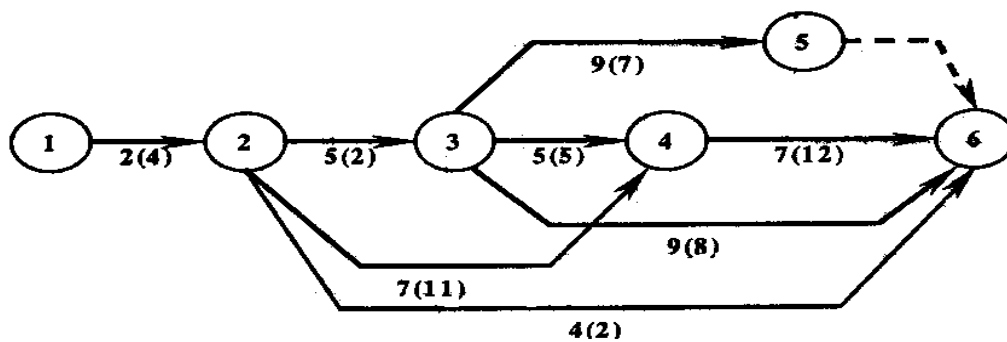
Вариант 2

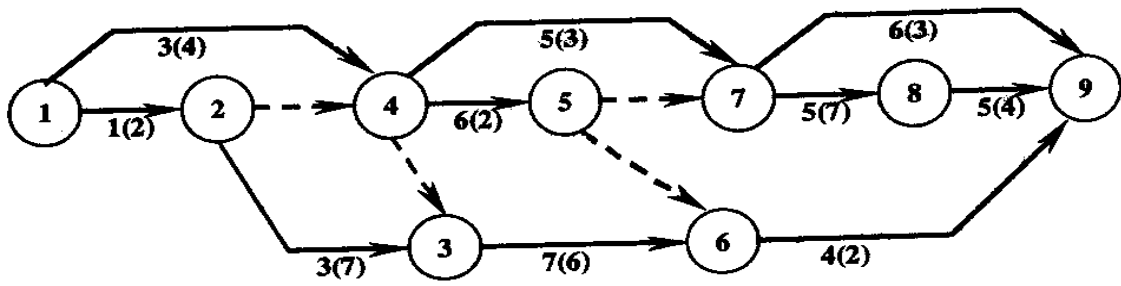
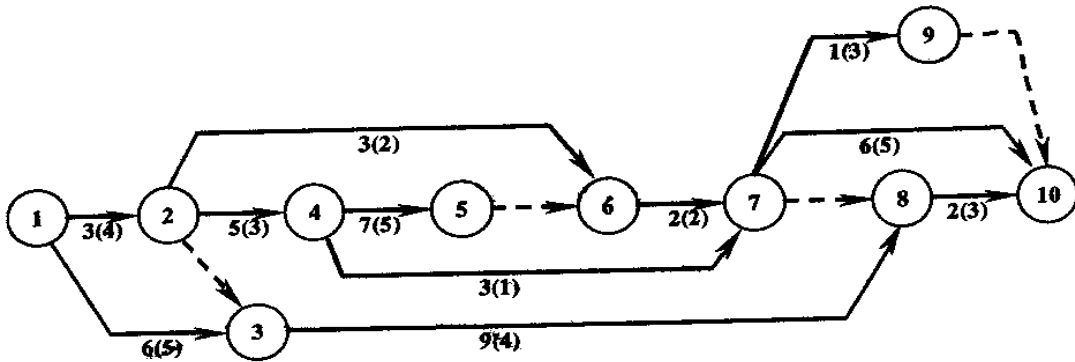
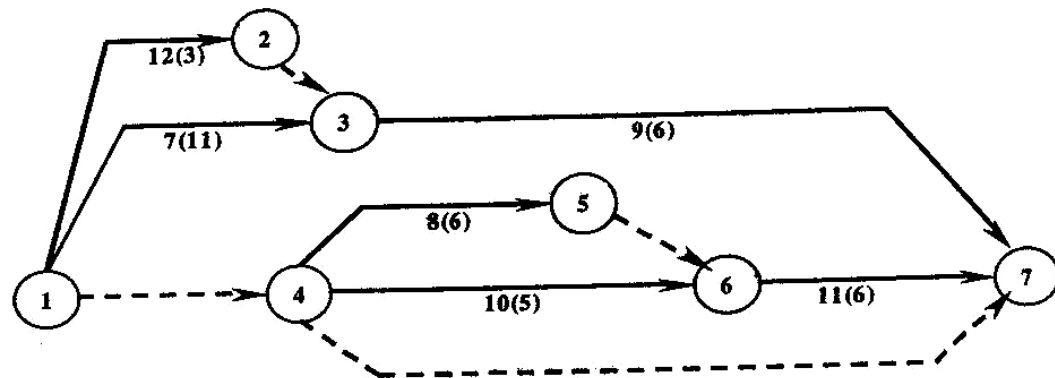
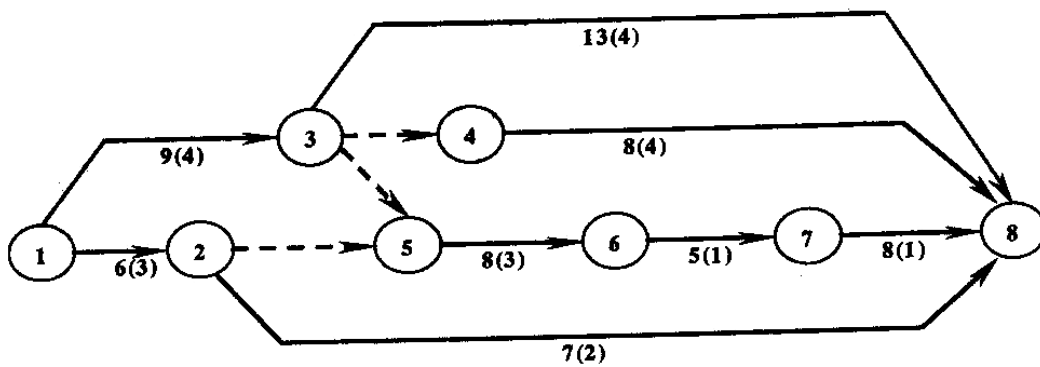


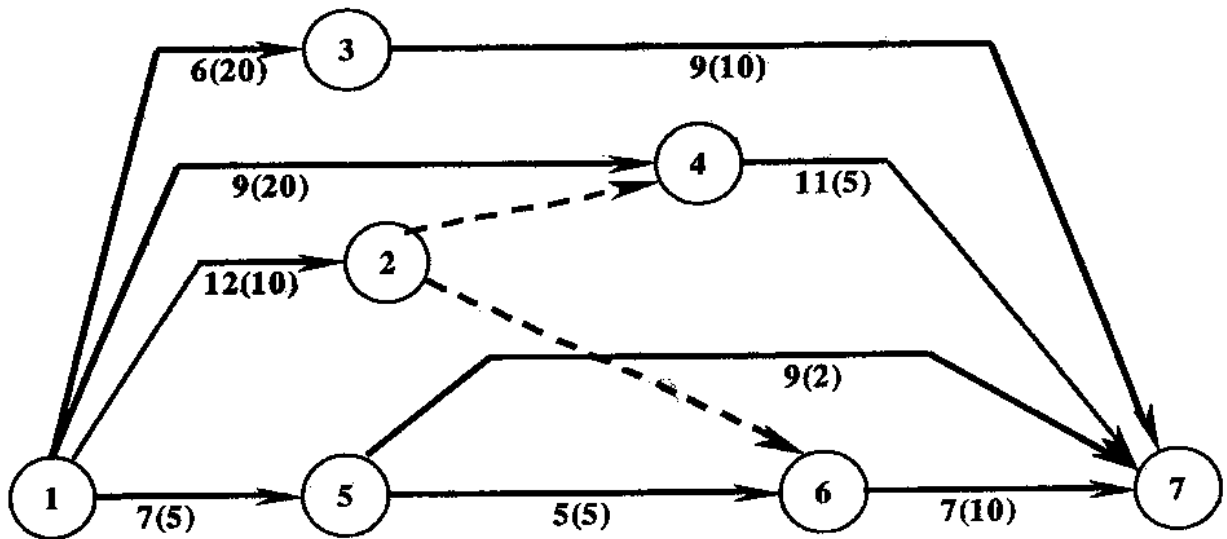
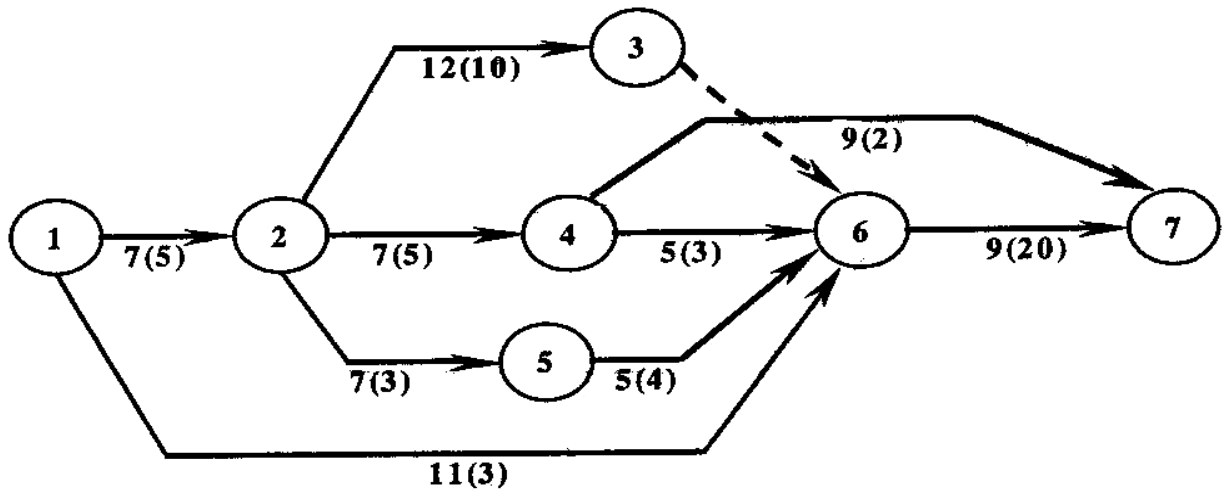
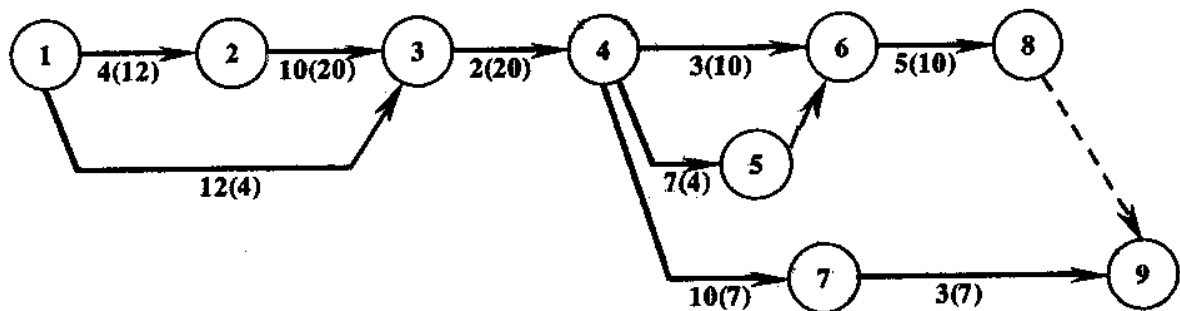
Вариант 3

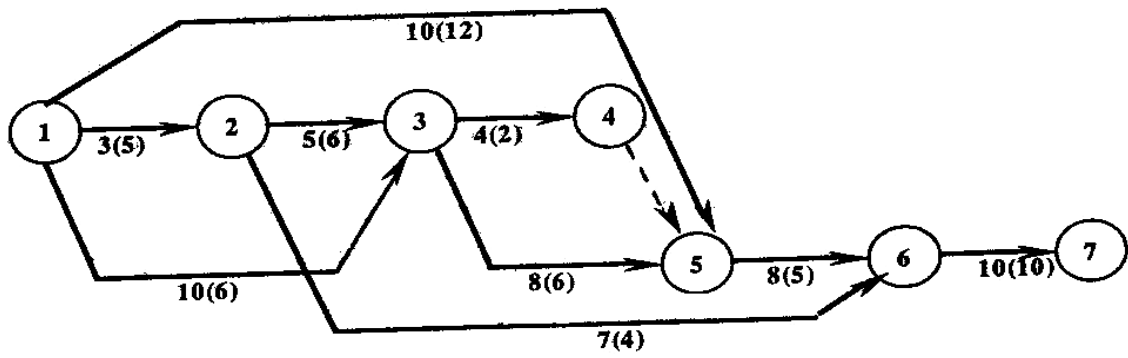
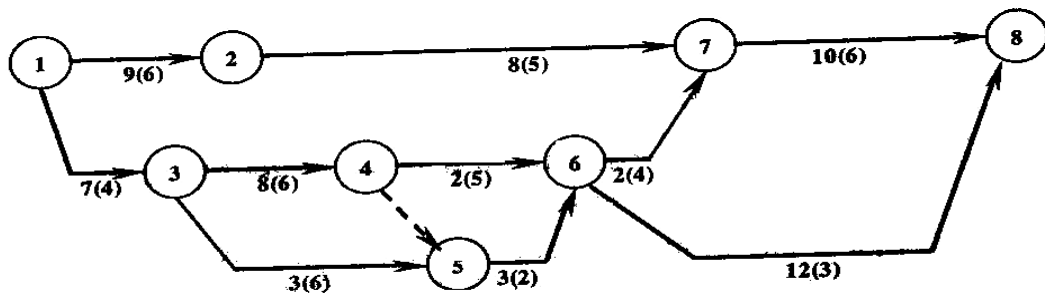
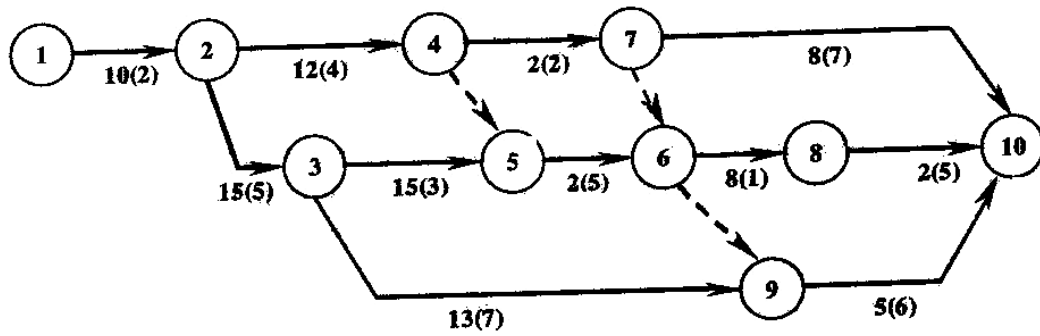
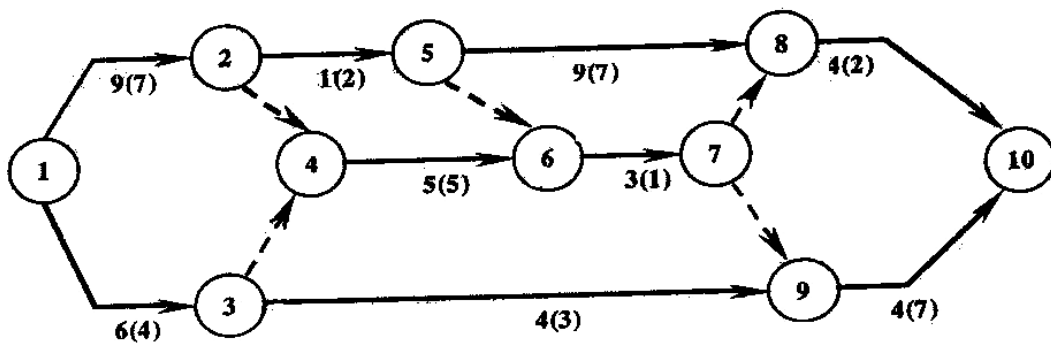


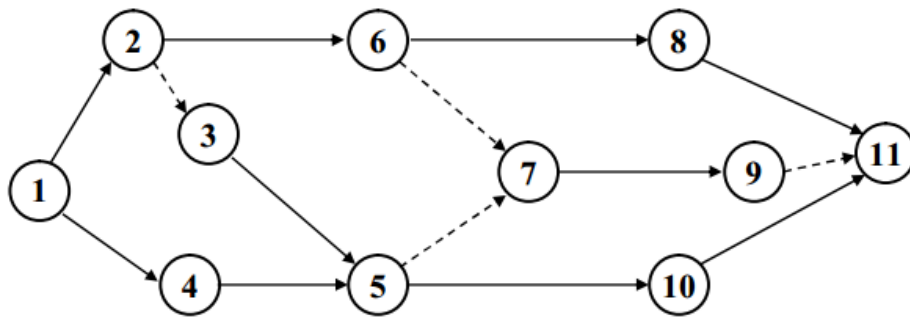
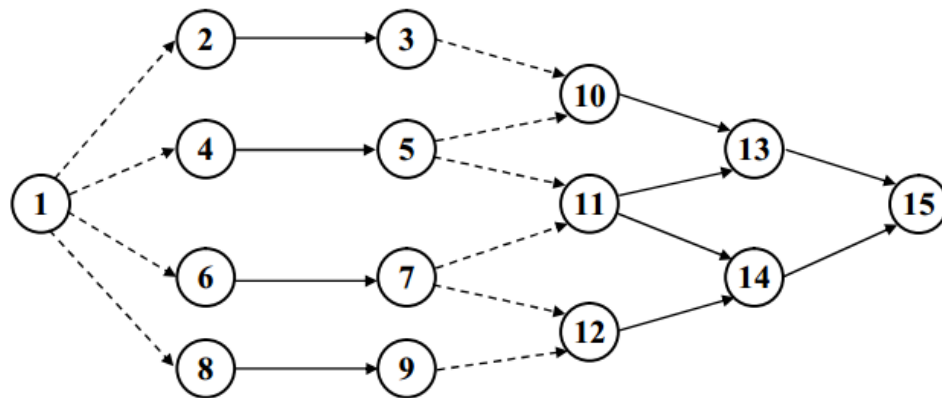
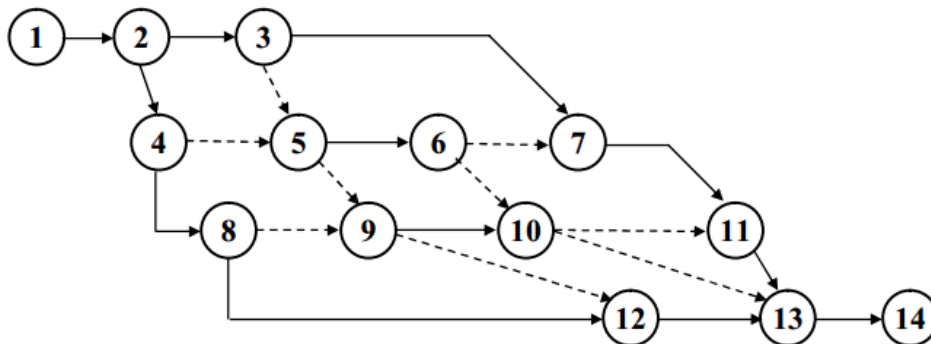
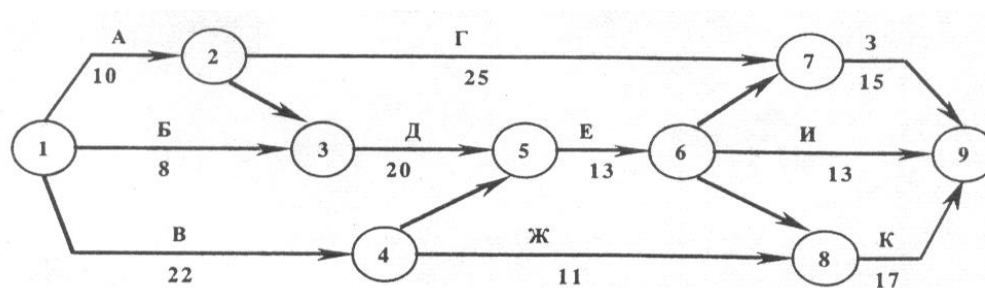
Вариант 4

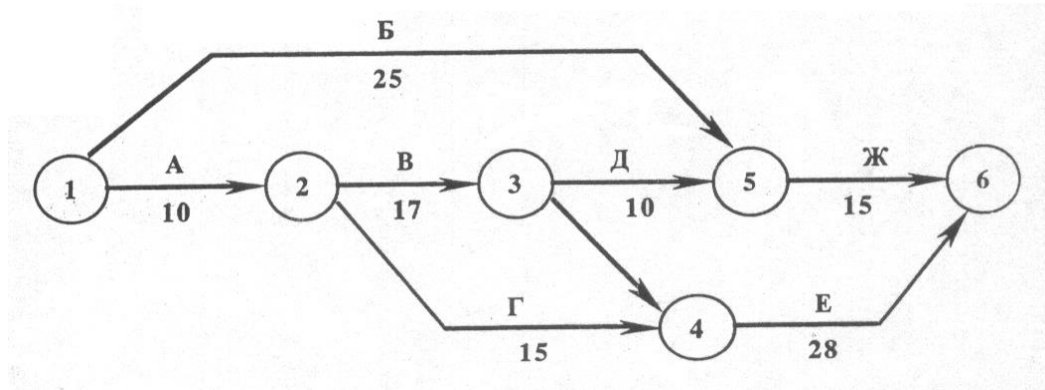
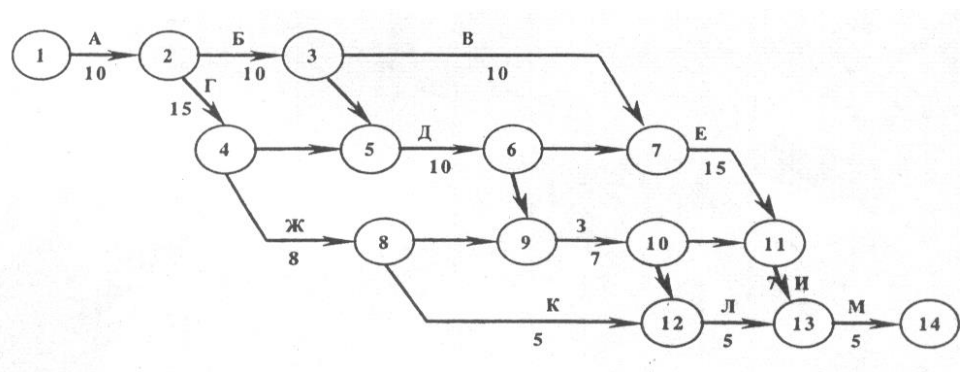
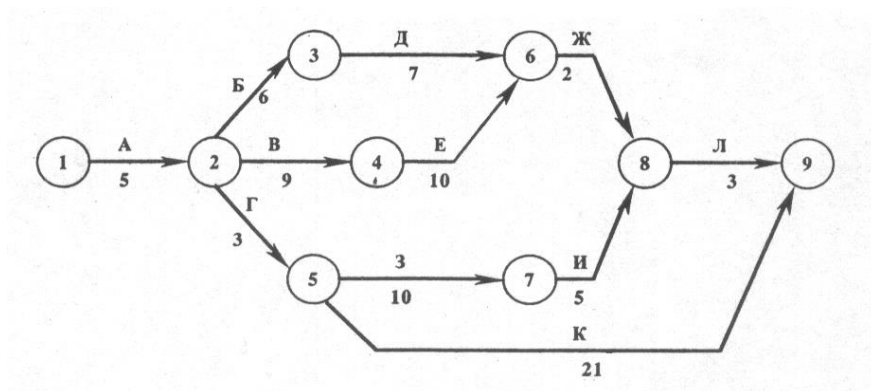
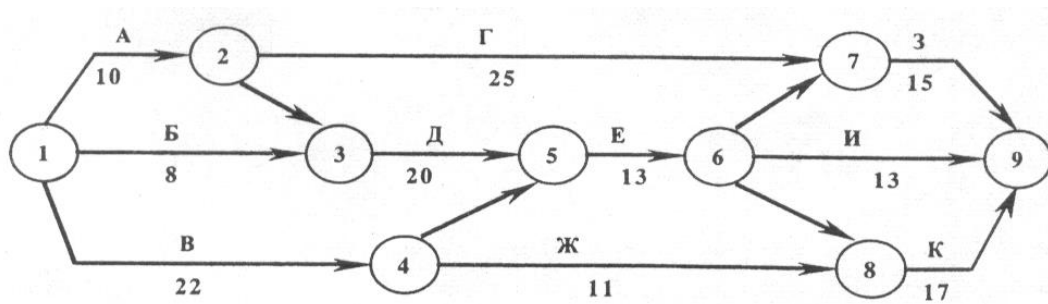


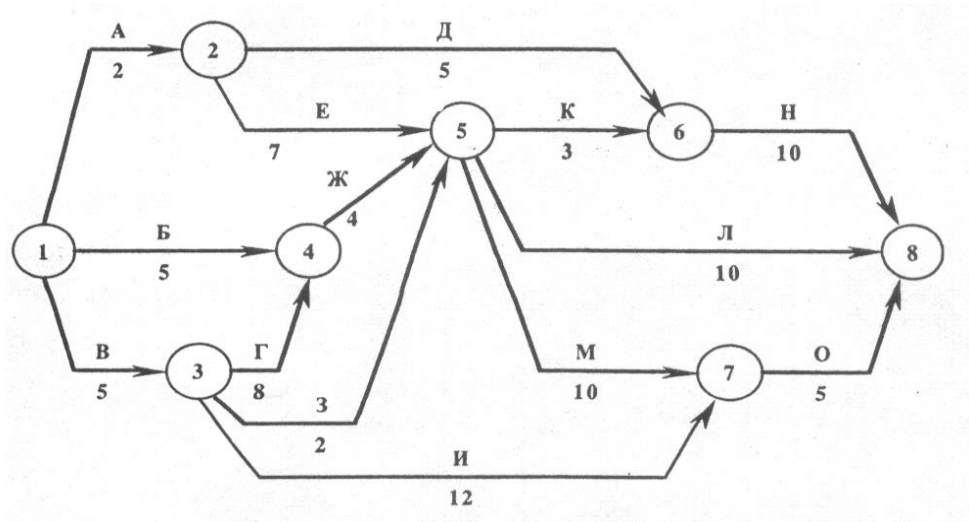
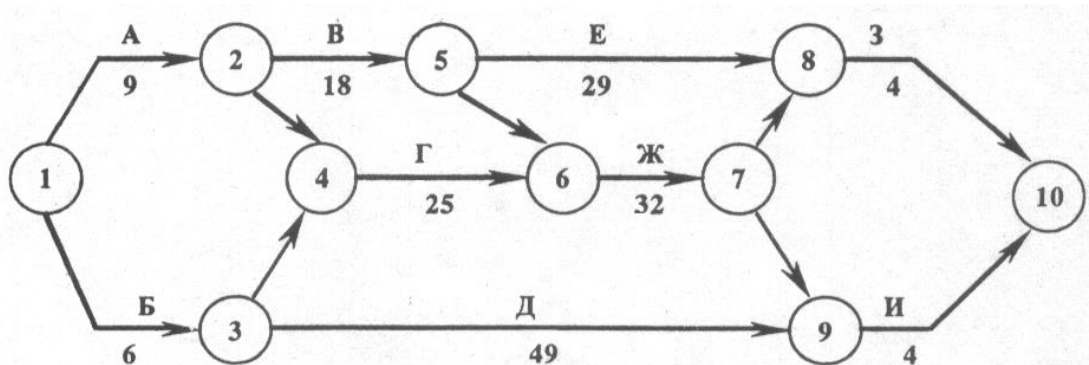
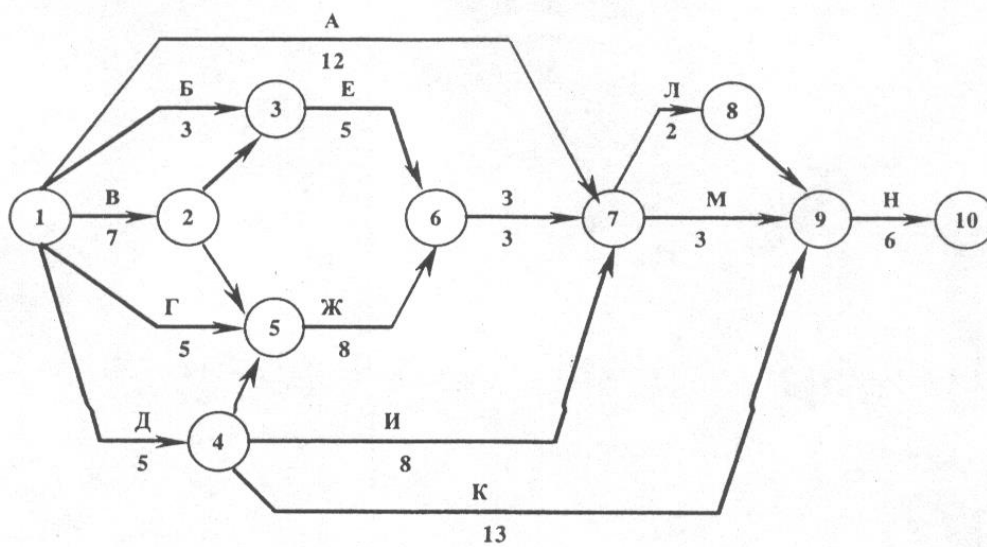
Вариант 5Вариант 6Вариант 7Вариант 8

Вариант 9Вариант 10Вариант 11

Вариант 12Вариант 13Вариант 14Вариант 15

Вариант 16Вариант 17Вариант 18Вариант 19

Вариант 20Вариант 21Вариант 22Вариант 23

Вариант 24Вариант 25Вариант 26

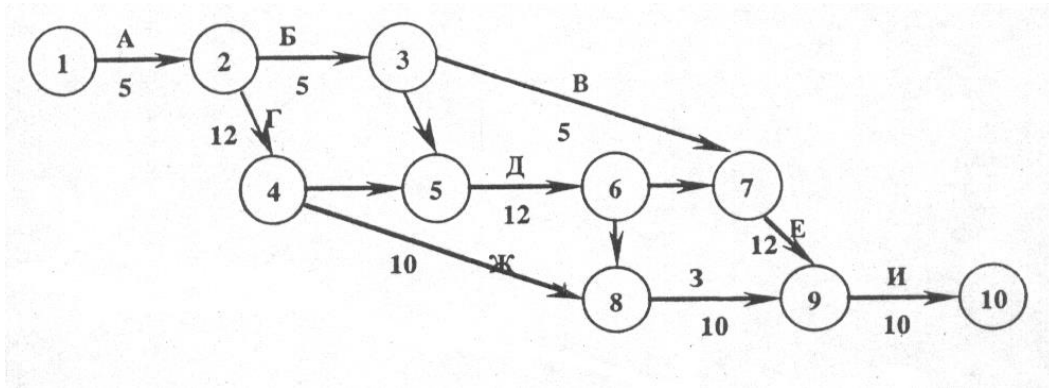
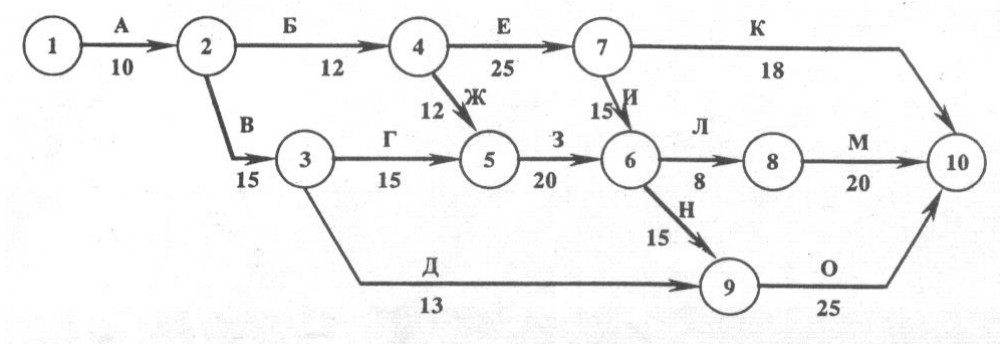
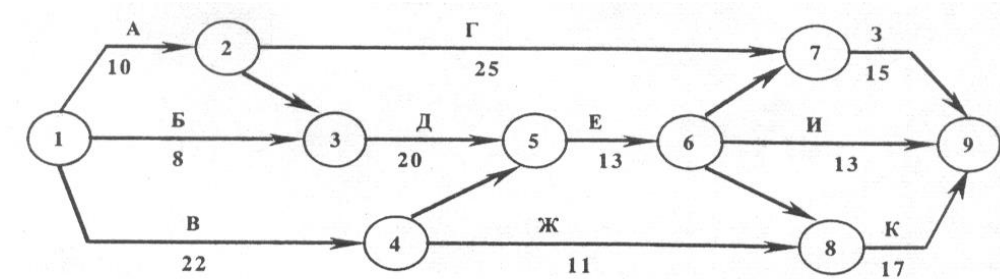
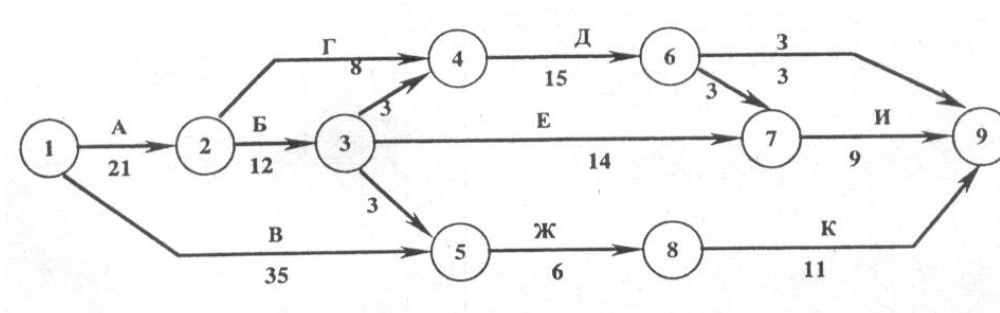
Вариант 27Вариант 28Вариант 29Вариант 30

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
	(5,7)	6	3	10	15
7	(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
	(1,2)	3	2	100	150
	(1,3)	7	5	200	270
8	(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
	(4,5)	2	1	120	160
	(5,6)	3	2	300	350
9	(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
по организации самостоятельной работы**

Содержание

Введение

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса
2. Цели и основные задачи самостоятельной работы
3. Виды самостоятельной работы
4. Организация самостоятельной работы
5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы
6. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы
7. Критерии оценки самостоятельной работы

Введение

Основная задача высшего образования заключается в формировании творческой личности профессионала, способного к саморазвитию, самообразованию и инновационной деятельности.

Успешное усвоение дисциплин по различным образовательным программам предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной не только аудиторной, но и самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов является одной из важнейших составляющих образовательного процесса. Самостоятельная работа – это процесс активного, целенаправленного приобретения обучающимися новых знаний, умений без непосредственного участия преподавателя, характеризующийся предметной направленностью, эффективным контролем и оценкой результатов деятельности обучающегося.

Объем самостоятельной работы (в часах) определен учебным планом.

Методические указания по организации самостоятельной работы студентов (далее – СРС) являются обязательной частью учебно-методических комплексов учебных дисциплин.

Методические указания по организации самостоятельной работы для студентов, наряду с методическими указаниями по выполнению лабораторных работ, практических занятий и работе с лекционным материалом; по формам текущего, промежуточного и итогового контроля; по выполнению курсовых работ/проектов, расчетно-графических работ, контрольных работ; по подготовке и защите выпускных квалификационных работ, составляют единый комплекс методического обеспечения УМК каждой учебной дисциплины.

Цель методических указаний СРС – определить роль и место самостоятельной работы студентов в учебном процессе; конкретизировать ее уровни, формы и виды; обобщить методы и приемы выполнения определенных типов учебных заданий; объяснить критерии оценивания.

1. Самостоятельная работа как важнейшая форма учебного процесса

Самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа обучающихся, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия (при частичном непосредственном участии преподавателя, оставляющем ведущую роль за работой обучающихся).

Самостоятельная работа обучающихся является важным видом учебной и научной деятельности. В связи с этим, обучение включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРО должна стать эффективной и целенаправленной работой.

Концепцией модернизации российского образования определены основные задачи высшего 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 обучающихся над учебным материалом, усиления ответственности преподавателей за развитие навыков самостоятельной работы, за стимулирование профессионального роста обучающихся, 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 обучающихся в практических занятиях, лабораторных работах, выполнение контрольных и расчетно-графических работ, написание курсовых работ (проектов) и выпускных квалификационных работ. При этом самостоятельная работа обучающихся 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, материалов периодических изданий с привлечением электронных средств официальной, статистической, периодической и научной информации;
- подготовку докладов и рефератов, написание 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 самостоятельной работы

Ведущая цель организации и осуществления СРС должна совпадать с целью обучения студента. При организации СРС важным и необходимым условием становятся формирование умения самостоятельной работы для деятельности.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений;
- углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей, активности обучающихся, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- развитие исследовательских умений.

Основными задачами СРМ 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 промежуточной аттестации - зачетам и экзаменам.

3. Виды самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента включает:

- самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы;
- подготовка к лекциям;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к лабораторным работам;
- написание рефератов;
- выполнение контрольной работы;
- выполнение курсовой работы (проекта);
- выполнение расчетно-графической работы;
- подготовка исследовательской работы (написание статьи, доклада);
- подготовка выпускной квалификационной работы;
- подготовка к текущей и промежуточной аттестации;
- подготовка к государственной итоговой аттестации.

Для выполнения самостоятельной работы студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, с целями и задачами дисциплины, ее связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, с графиком консультаций преподавателей кафедры, с перечнем ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

4. Организация самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента – способ активного, целенаправленного приобретения новых знаний и умений без непосредственного участия в этом процессе преподавателей.

Организационные мероприятия, обеспечивающие развитие навыков самостоятельной работы студентов, воспитание их творческой активности и инициативы, а также, в целом, обеспечивающие нормальное функционирование самостоятельной работы студентов, должны основываться на следующих предпосылках:

- самостоятельная работа должна быть конкретной по своей предметной направленности;
- самостоятельная работа должна сопровождаться эффективным, непрерывным контролем и оценкой ее результатов.

Предметно и содержательно самостоятельная работа определяется федеральным государственным образовательным стандартом по направлению подготовки, основной образовательной программой, учебным планом, рабочими программами дисциплин.

Контроль самостоятельной работы и оценка ее результатов организуются как единство двух форм:

- самоконтроль и самооценка;
- внешний контроль и оценка со стороны преподавателей, государственных экзаменационных комиссий и др.

5. Общие рекомендации по организации самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы студентов направлена на решение следующих задач:

- а) закрепление, обобщение и повторение пройденного учебного материала; применение полученных знаний в традиционных педагогических ситуациях и при решении задач высокого уровня неопределенности;
- б) совершенствование умений и навыков по изучаемой дисциплине; формирование межпредметных, общеучебных, исследовательских умений;
- в) активизация учебной и научно-исследовательской деятельности обучающихся, ее максимальная индивидуализация с учетом индивидуальных особенностей и академической успеваемости студентов;
- г) формирование готовности студентов к самообразованию в течение всей жизни.

Видами занятий для самостоятельной работы могут быть:

Для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, первоисточника, дополнительной литературы, конспектов лекций);
- составление плана текста, графическое изображение структуры текста;
- конспектирование текста; выписки из текста, работа со словарями и справочниками, ознакомление с нормативными документами;
- учебно-исследовательская работа, использование аудио и видеозаписей, компьютерной техники, интернета и др.

Для закрепления и систематизации знаний:

- работа с конспектом лекций, повторная работа над материалом;
- составление плана и тезисов ответа;
- составление таблиц для систематизации учебного материала;
- ответы на контрольные вопросы;
- аналитическая обработка текста (аннотирование, рецензирование, реферирование, контент-анализ);
- подготовка сообщения для выступления на конференции;
- подготовка рефератов, докладов;
- составление библиографии.

Для формирования умений:

- выполнение контрольных работ;
- выполнение чертежей, схем, расчетно-графических работ;
- проектирование и моделирование разных видов и компонентов профессиональной деятельности.
- подготовка курсовых и дипломных работ (проектов);

Для формирования компетенций:

- принятие решений по конкретной ситуации;
- грамотная формулировка задания для исполнения;
- организация контроля по сферам деятельности.

6. Методические рекомендации для студентов по отдельным формам

самостоятельной работы

Система вузовского обучения подразумевает значительную самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности.

6.1 Самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы

Работа с литературой является основным методом самостоятельного овладения знаниями. Это сложный процесс, требующий выработки определенных навыков, поэтому студенту нужно обязательно научиться работать с книгой.

Осмысление литературы требует системного подхода к освоению материала. В работе с литературой системный подход предусматривает не только тщательное (иногда многократное) чтение текста и изучение специальной литературы, но и обращение к дополнительным источникам – справочникам, энциклопедиям, словарям. Эти источники – важное подспорье в самостоятельной работе студента, поскольку глубокое изучение именно их материалов позволит студенту уверенно «распознавать», а затем самостоятельно оперировать теоретическими категориями и понятиями, следовательно – освоить новейшую научную терминологию. Такого рода работа с литературой обеспечивает решение студентом поставленной перед ним задачи (подготовка к практическому занятию, выполнение контрольной работы и т.д.).

Выбор литературы для изучения делается обычно по предварительному списку литературы, который выдал преподаватель, либо путем самостоятельного отбора материалов. После этого непосредственно начинается изучение материала, изложенного в книге.

Наиболее надежный способ собрать нужный материал – составить план или конспект. *Конспект, план-конспект* – это последовательная фиксация отобранной и обдуманной в процессе чтения информации.

Цель – зафиксировать, переработать тот или иной научный текст. Они позволяют восстановить в памяти ранее прочитанное без дополнительного обращения к самой книге.

План – это «скелет» текста, он компактно отражает последовательность изложения материала. План как форма записи обычно более подробно передает содержание частей текста, чем оглавление книги или подзаголовки статей. Самые важные места в книге отмечайте, используя для этого легко стирающийся карандаш или вкладные листки. Запись любых планов следует делать так, чтобы ее легко можно было охватить одним взглядом.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебной литературе (учебниках) зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение новые документы, события, явления, научные открытия последних лет. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

6.2 Подготовка к лекциям и работа с конспектом лекций

При подготовке к лекции студенты должны предварительно ознакомиться с учебным материалом по данной теме и при конспектировании лекции акцентировать внимание на новых теоретических положениях, правовых и иных данных, не нашедших отражения в учебной литературе.

Лекция имеет цель – систематизация основы научных знаний по дисциплине, сконцентрировать внимание обучающихся на наиболее актуальных проблемах.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Дает рекомендации на практические занятия и указания на самостоятельную работу.

Предварительное не углубленное знакомство с материалом очередной лекции дает многое. Студенты получают общее представление о ее содержании и структуре, о главных и второстепенных вопросах, о терминах и определениях. Все это облегчает работу на лекции и делает ее целеустремленной.

Основные моменты лекционных занятий конспектируются. Отдельные темы предлагаются для самостоятельного изучения с обязательным составлением конспекта.

Краткие записи лекций, их конспектирование помогает усвоить учебный материал. Конспект является полезным тогда, когда записано самое существенное, основное и сделано это самим обучающимся.

Запись лекций рекомендуется вести по возможности собственными формулировками. Желательно запись осуществлять на одной странице, а следующую оставлять для проработки учебного материала самостоятельно в домашних условиях.

Самостоятельную работу следует начинать с доработки конспекта, желательно в тот же день, пока время не стерло содержание лекции из памяти. С целью доработки необходимо в первую очередь прочитать записи, восстановить текст в памяти, а также исправить описки, расшифровать не принятые ранее сокращения, заполнить пропущенные места, понять текст, вникнуть в его смысл. Далее прочитать материал по рекомендуемой литературе, разрешая в ходе чтения, возникшие ранее затруднения, вопросы, а также дополнения и исправляя свои записи. Записи должны быть наглядными, для чего следует применять различные способы выделений. В ходе доработки конспекта углубляются, расширяются и закрепляются знания, а также дополняется, исправляется и совершенствуется конспект.

Работая над конспектом лекций, всегда необходимо использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор. Именно такая серьезная, кропотливая работа с лекционным материалом позволит глубоко овладеть знаниями.

6.3 Подготовка к практическим занятиям

Целью практических занятий является получение базовых навыков по применению теоретических знаний. Это необходимо при решении всевозможных задач на различных этапах практической деятельности.

Задачи подготовки и проведения практических занятий:

- закрепление и углубление знаний;
- создание практических навыков и умений в практической деятельности и повседневной жизни для: поиска, первичного анализа и использования информации;
- анализа конкретных ситуаций и условий их реализации;
- изложения и аргументации собственных суждений по практической ситуации;
- развитие стремления и способности к самостоятельному исследованию изучаемых реальностей, их критической оценки.

Подготовка к практическим занятиям включает: изучение нормативных актов, учебной литературы, лекционного материала; подготовка рефератов.

Практические занятия по дисциплине проводятся в форме различных дискуссий (семинарских занятий) и (или) анализа конкретных ситуаций (выполнение практических заданий).

6.4 Подготовка к лабораторным работам

Лабораторные работы составляют важную часть теоретической и профессиональной практической подготовки студентов. Они направлены на формирование учебных и профессиональных практических умений.

На лабораторных занятиях задания выполняются по материалам согласно плану.

До начала лабораторных занятий обучающиеся должны пройти инструктаж по технике безопасности.

Перед выполнением лабораторной работы обучающийся должен изучить теоретический материал по теме лабораторной работы по основной и дополнительной литературе, ознакомиться с ресурсами информационно - телекоммуникационной сети «Интернет». При этом обучающийся должен учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо ознакомиться с методическими указаниями; с порядком ее выполнения; освоить основные понятия; изучить алгоритмы; методы и технологии, необходимые для реализации этих алгоритмов; ответить на контрольные вопросы.

После выполнения работы производится обработка полученных результатов, составляется и защищается отчет. Без защиты отчета студент, как правило, не допускается к очередной работе.

6.5 Написание рефератов

Реферат представляет собой краткое изложение в письменной форме содержания научного труда по определенной теме, возможно выходящего за рамки учебной программы, а также изложение книги, статьи, исследования. Иными словами, реферат – это индивидуальная научная работа, раскрывающая содержание исследуемой проблемы с различных позиций и точек зрения, с формированием самостоятельных выводов.

Целью написания реферата является сообщение определенной информации для развития навыков научно-исследовательской работы.

В процессе подготовки реферата, обучающиеся, глубже постигают вопросы изучаемого предмета, поскольку:

- анализируются различные точки зрения, факты и события;
- ведется научно обоснованная полемика;
- обобщается материал;
- лаконично излагаются мысли;
- правильно оформляется работа с составлением плана, библиографии и систематизацией информации.

Подготовка реферата включает в себя:

- выбор и формулирование темы, которая должна обладать новизной, актуальностью и оригинальностью;
- подбор литературы и изучение основных источников;
- составление содержания, раскрывающего название работы;
- выписки из литературных источников с целью накопления теоретического и практического материала;
- написание реферата и его оформление;
- составление списка использованной литературы.

6.6 Выполнение контрольной работы

Контрольная работа является одной из составляющих учебной деятельности студента по овладению знаниями в области теплогазоснабжения и вентиляции. К ее выполнению необходимо приступить только после изучения тем дисциплины.

Целью контрольной работы является определения качества усвоения лекционного материала и части дисциплины, предназначенной для самостоятельного изучения.

Задачи, стоящие перед студентом при подготовке и написании контрольной работы:

1. закрепление полученных ранее теоретических знаний;
2. выработка навыков самостоятельной работы;

3. выяснение подготовленности студента к будущей практической работе.

Преподаватель готовит задания либо по вариантам, либо индивидуально для каждого студента. По содержанию работа может включать теоретический материал, задачи, тесты, расчеты и т.п. выполнению контрольной работы предшествует инструктаж преподавателя.

Ключевым требованием при подготовке контрольной работы выступает творческий подход, умение обрабатывать и анализировать информацию, делать самостоятельные выводы, обосновывать целесообразность и эффективность предлагаемых рекомендаций и решений проблем, чётко и логично излагать свои мысли. Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций.

6.7 Выполнение курсовой работы (проекта)

Курсовая работа (проект) - это самостоятельное исследование обучающимся определенной проблемы, комплекса взаимосвязанных вопросов, касающихся конкретной профессиональной ситуации.

Курсовая работа (проект) не должна состояться из фрагментов статей, монографий, пособий. Кроме простого изложения фактов и цитат, в курсовой работе (проекте) должно проявляться авторское видение проблемы и ее решения.

Рассмотрим основные этапы подготовки курсовой работы (проекта).

Выполнение курсовой работы (проекта) 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 (проекта).

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 (проекта). 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 написать первую (теоретическую) главу.

Выполнение курсовой работы (проекта) предполагает проведение определенного исследования. На основе разработанного плана обучающийся 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 (проекта) предоставляется руководителю на проверку. На основе рабочего варианта текста руководитель вместе со студентом обсуждает возможности доработки текста, его оформление. После доработки курсовая работа (проект) сдается на кафедру для ее оценивания руководителем.

Защита курсовой работы (проекта) обучающихся проходит в сроки, установленные графиком учебного процесса.

При подготовке к защите курсовой работы (проекта) обучающийся должен знать основные положения работы, выявленные проблемы и мероприятия по их устранению, перспективы развития рассматриваемой экономической ситуации.

Защита курсовой работы (проекта) проводится на кафедре при наличии у обучающегося курсовой работы (проекта). Оценка - дифференцирована. Преподаватель оценивает защиту курсовой работы (проекта) и заполняет графу "оценка" в ведомости и в зачетной книжке.

Не допускаются к защите варианты курсовых работ (проектов), найденные в Интернет, сканированные варианты учебников и учебных пособий, а также копии ранее написанных работ.

6.8 Выполнение расчетно-графической работы

Расчетно-графическая работа является важным элементом учебного процесса, предусмотрена учебным планом.

Цель расчетно-графической работы – систематизация и закрепление теоретических знаний, и развитие практических навыков по решению задач в области теплогазоснабжения и вентиляции, выработка навыков анализа данных и формулирования выводов по полученным результатам.

Задачами расчетно-графической работы являются:

- развитие навыков самостоятельной работы в области решения практических задач;
- подбор и систематизация теоретического материала, являющегося основой для решения практической задачи, развитие навыков самостоятельной работы с учебной и методической литературой;
- проведение расчетов показателей по исходным данным и анализ полученных значений;
- формулирование выводов по полученным результатам.

Выполнение расчетно-графической работы проводится студентом по конкретному варианту задания, который необходимо уточнить у преподавателя.

Содержанием расчетно-графической работы является краткое изложение теоретического материала к каждой задаче, решение задачи по индивидуальному варианту, включающее в себя расчет основных показателей, анализ полученных результатов, формулирование выводов.

Расчетно-графическая работа должна содержать:

1. Титульный лист.
2. Условие задачи.
3. Теоретическая часть по каждой задаче (1-3 страницы).
4. Практическая часть и выводы по каждой задаче.
5. Библиографический список (не менее 5 источников).

Условие задачи оформляется по центру заголовком «Задача №».

Текст условия задачи должен совпадать с текстом в методических указаниях, включая таблицы, при их наличии.

Далее излагается теоретический материал, лежащий в основе решения задачи, включающий в себя основные определения, формулы расчетов показателей и др.

В практической части излагается подробное решение задачи. При необходимости результаты оформляются в виде сводной таблицы.

К каждой задаче необходимо сформулировать выводы, проанализировав полученные результаты.

Расчетно-графическая работа должна выполняться в соответствии с установленным графиком. В процессе выполнения расчетно-графической работы допускаются консультации у преподавателя на практических занятиях.

Выполнение основных этапов контролируется преподавателем и учитывается при проведении текущего контроля по дисциплине и при оценке расчетно-графической работы.

6.9 Подготовка исследовательской работы (написание статьи, научного доклада)

Научный доклад представляет собой исследование по конкретной проблеме, изложенное перед аудиторией слушателей. Работа по подготовке научного доклада включает не только знакомство с литературой по избранной тематике, но и самостоятельное изучение определенных вопросов.

Научный доклад может быть подготовлен для выступления на семинарском занятии, конференции научного общества, или в рамках круглого стола. В любом случае успешное выступление во многом зависит от правильной организации самого процесса подготовки научного доклада.

Подготовка научного доклада включает несколько этапов работы:

- выбор темы доклада;
- подготовка материалов;
- работа над текстом доклада;
- подготовка к выступлению.

Подготовка к научному докладу начинается с выбора темы Вашего будущего выступления.

Не следует выбирать слишком широкую тему научного доклада. Это связано с ограниченностью докладчика во времени. Доклад должен быть рассчитан на 7-15 минут.

Работа по подбору материалов для доклада связана с изучением соответствующей тематике литературы.

В процессе работы над текстом доклада обучающиеся глубже постигают вопросы изучаемого предмета, поскольку:

- анализируются различные точки зрения, факты и события; ведется научно обоснованная полемика;
- обобщается материал; лаконично излагаются мысли;
- правильно оформляется работа с составлением плана, библиографии и систематизацией информации.

Текст научного доклада должен включать три основные части:

- введение – краткое знакомство слушателей с обсуждаемой в докладе проблемой;
- основную часть – логическое продолжение вопросов, обозначенных автором во введении. В этой части доклада раскрывается тема выступления, приводятся необходимые доказательства (аргументы);
- заключение – обобщение основной мысли и идеи выступления. В заключении можно кратко повторить основные выводы и утверждения, прозвучавшие в основной части доклада.

Научный доклад представляет собой устное произведение и чтение вслух подготовленного текста недопустимо.

К секретам хорошего выступления можно отнести следующие моменты:

- до и после важных мыслей следует делать паузу;

- для большего акцента сказанного необходимо менять тон голоса и тембр речи. Это сделает Вашу речь более выразительной;
- необходимо иметь контакт с аудиторией.

6.10 Подготовка выпускной квалификационной работы

ВКР представляет собой самостоятельное логически завершенное исследование, связанное с решением научной или научно-практической задачи. При его выполнении студент должен показать способности и умения, опираясь на полученные знания, решать на современном уровне задачи профессиональной деятельности, грамотно излагать специальную информацию, докладывать и отстаивать свою точку зрения перед аудиторией.

Цель защиты ВКР – установление уровня подготовленности выпускника к выполнению профессиональных задач в соответствии с требованиями ФГОС ВО к квалификационной характеристике и уровню подготовки выпускника.

Студенту предоставляется право самостоятельного выбора темы ВКР. Для подготовки ВКР назначается научный руководитель и, при необходимости, консультанты.

ВКР состоит из текста (рукописи) и графических материалов, отражающих решение профессиональных задач в соответствии с избранной тематикой. Структура ВКР включает:

- титульный лист;
- задание, включая календарный план;
- содержание;
- введение;
- основной текст;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения.

Руководитель выпускной работы выдает задание; оказывает помощь в организации и выполнении работы; проводит систематические консультации обучающегося; проверяет выполнение работы; дает письменный отзыв о работе.

Представление иллюстративного материала к публичной защите возможно в виде:

- плакатов и чертежей;
- раздаточного материала с иллюстрациями; с использованием:
- проекционной техники;
- компьютерной презентации.

Конкретные требования к содержанию, структуре, формам представления и объемам устанавливаются в соответствующих Положениях о выпускных квалификационных работах и методических указаниях по их подготовке и оформлению.

6.11 Подготовка к текущей и промежуточной аттестации

Система контроля включает в себя текущий и промежуточный контроль. Текущий контроль должен быть непрерывным. Формы текущего контроля устанавливаются по усмотрению преподавателя. Промежуточный контроль – это итог работы студента за семестр с учетом всех видов учебной работы.

Текущий контроль. Текущий контроль успеваемости обучающихся – это систематическая проверка учебных достижений обучающихся, проводимая в целях оценивания хода освоения дисциплин в соответствии с рабочей программой.

Текущий контроль успеваемости студентов очной формы обучения проводится по всем дисциплинам учебного плана в течение семестра:

- на лабораторных, семинарских, практических занятиях, по которым рабочими программами дисциплин предусмотрены отчетности;
- по всем формам самостоятельной работы студентов в заранее установленное время.

Текущий контроль успеваемости студентов осуществляется преподавателями кафедр, за которыми закреплены дисциплины учебного плана, и может проводиться в следующих формах:

- собеседование,
- контрольная работа,
- защита лабораторной работы,
- реферата,
- расчетно-графическая работа, и др.

Виды и сроки проведения текущего контроля успеваемости студентов устанавливаются рабочей программой дисциплины.

Текущий контроль успеваемости является элементом внутривузовской системы контроля качества подготовки обучающихся и способствует активизации познавательной деятельности студентов в ходе аудиторных занятий, при выполнении программ самостоятельной и индивидуальной работы.

Текущий контроль успеваемости должен учитывать выполнение обучающимися всех видов учебных занятий, предусмотренных учебным планом и рабочей программой дисциплины, самостоятельную, исследовательскую работу и посещаемость учебных занятий.

Анализ результатов текущего контроля студентов, обучающихся на основе рейтинговой оценки знаний, проводится 2 раза в семестр:

- в первом полугодии - на 1 ноября, на 10 декабря;
- во втором полугодии - на 1 апреля, на 20 мая.

Анализ результатов текущего контроля студентов, не участвующих в рейтинговой системе оценки знаний, проводится в институтах: к указанным выше датам итоги текущего контроля и количество пропущенных занятий (в часах) преподаватели, ведущие занятия, проставляют в листы текущего контроля успеваемости, которые анализируются и хранятся в институтах.

Промежуточная аттестация. Промежуточная аттестация призвана оценить уровень сформированности компетенций, полученных студентами в процессе изучения дисциплины, курсового проектирования и обеспечить контроль качества освоения образовательных программ.

Промежуточная аттестация проводится по завершении изучения какой - либо дисциплины.

Формами промежуточной аттестации являются зачет и экзамен.

При явке на промежуточную аттестацию обучающийся обязан предъявить зачетную книжку. Фамилия обучающегося должна значиться в зачетно-экзаменационной ведомости.

Зачеты студентам по изучаемым дисциплинам выставляются преподавателем, проводившим практические, семинарские или лабораторные занятия группы (подгруппы), на последнем занятии по результатам работы в семестре. Для студентов, обучающихся на основе рейтинговой системы оценки знаний, зачет выставляется автоматически при условии сдачи всех контрольных мероприятий, предусмотренных текущим контролем успеваемости.

6.12 Подготовка к государственной итоговой аттестации

В соответствии с образовательным стандартом по направлению подготовки и образовательной программой по направлению подготовк, в состав государственной итоговой аттестации входят:

- государственный экзамен;
- защита выпускной квалификационной работы.

Подготовка к государственному экзамену

Цель государственного экзамена – оценить глубину полученных знаний, практические навыки применения этих знаний при решении профессиональных задач (компетентность).

В связи с необходимостью объективной оценки степени сформированности компетенций выпускника, тематика экзаменационных вопросов и заданий должна быть комплексной и соответствовать избранным разделам из различных учебных дисциплин, формирующих конкретные компетенции.

Например, в экзаменационное задание (вопрос) могут входить элементы нескольких дисциплин (модулей) общенаучного, и профессионального циклов.

На государственном экзамене могут контролироваться как отдельные компетенции, так и элементы различных компетенций.

Государственный экзамен может проводиться в письменной, устной и смешанной форме. Экзаменационные билеты включают несколько вопросов из представленного перечня дисциплин. Один из вопросов рекомендуется делать комплексным, ситуационным или представляющим задание практического характера. Перед итоговым экзаменом предполагается предэкзаменационная консультация и выделение времени на подготовку к экзамену не менее 7 дней. Для подготовки студентов к государственному экзамену разрабатывается программа, где должна быть отражена процедура подготовки и проведения государственного экзамена, критерии оценки.

В содержание программы включается перечень вопросов и заданий, выносимых на экзамен, и позволяющих оценить результаты обучения.

Подготовка к защите ВКР

Выпускная квалификационная работа (ВКР) представляет собой самостоятельную и логически завершенную выпускную квалификационную работу, связанную с решением задач того вида (видов) деятельности, к которым готовится студент (научно-исследовательской, научно-педагогической, проектной, технологической, исполнительской, творческой, организаторской и другим).

Выпускник должен не только подготовить ВКР, но и уметь защитить ее на итоговой государственной аттестации.

При подготовке к защите необходимо:

- повторить основные требования руководящих документов на текущий год по теме ВКР;
- подготовить все графические иллюстрации; составить доклад для устного изложения;
- изучить отзыв и рецензию на ВКР, подготовить ответы на замечания рецензента и окончательно уточнить свой доклад;
- ознакомиться с новыми руководящими документами и литературой по вопросам ВКР, а также с последними изменениями по вопросам теплогазоснабжения и вентиляции;
- провести предварительную защиту.

Демонстрационные материалы представляются по согласованию с руководителем.

Подготовка выпускником доклада по выполненной ВКР является важным этапом подготовки к защите. К подготовке доклада приступают после оформления пояснительной записки (текстуальной части) ВКР, запланированных в задании графических документов и разработки иллюстративного материала.

По времени доклад должен занимать 10...12 минут. За это время можно изложить 5...8 страниц машинописного текста доклада.

В докладе отражается: актуальность темы работы; теоретические положения, на которых базируется ВКР; результаты проведенного анализа изучаемой проблемы; конкретные предложения по деятельности соответствующих органов; дается разъяснение и убедительное обоснование положений и выводов по этим вопросам, исходя из полученных результатов. Особое внимание необходимо сосредоточить на собственных разработках и предложениях.

Доклад при защите ВКР может быть построен по следующей схеме: вначале излагается наименование темы, актуальность, раскрывается цель и задачи исследования, затем в необходимой логической последовательности докладывается содержание важнейших узловых вопросов темы и делается заключение. При изложении основного содержания ВКР следует показать постановку задач на исследование заданных вопросов, методику решения поставленных задач, основные результаты и выводы, к которым пришел выпускник в ходе выполнения выпускной квалификационной работы.

Основные выводы и предложения обосновываются необходимыми расчетами и примерами из практики.

В заключительной части доклада указывается, как достигнуты цели ВКР, что сделано и разработано, что нового выпускник предложил в результате выполнения ВКР, основные результаты работы и где они могут быть использованы.

Доклад строят с учетом графического материала (Чертежи, схемы, диаграммы и т.д.). Текст доклада согласовывается с руководителем.

Написанный доклад представляется руководителю для просмотра.

Текст доклада отрабатывают таким образом, чтобы его можно было излагать на память. Чтение доклада нежелательно, оно может привести к снижению оценки выпускной квалификационной работы.

7. Критерии оценки самостоятельной работы

Компетенции (знания, умения и навыки) студентов оцениваются оценками:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно»;
- «зачтено»;
- «не зачтено».

Зачеты оцениваются отметкой: «зачтено», «не зачтено».

Зачеты с оценкой оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

По курсовым работам (проектам) в обязательном порядке выставляется зачет с оценкой.

Экзамены оцениваются по пятибалльной системе: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» и «неудовлетворительно».

Основные критерии оценивания компетенций:

Отметка «зачтено» ставится студентам, успешно обучающимся по данной дисциплине в семестре и не имеющим задолженностей по результатам текущего контроля успеваемости.

Отметка «не зачтено» ставится студенту, имеющему задолженности по результатам текущего контроля успеваемости по данной дисциплине.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Отметка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся после начала экзамена отказался его сдавать.

Оценка «неудовлетворительно» проставляется только в экзаменационную ведомость, в зачетную книжку студента проставлять отметку «неудовлетворительно» не разрешается.

Критерии оценки уровня обученности и уровня сформированности компетенций по дисциплине устанавливает кафедра и отражает их в рабочей программе и фондах оценочных средств дисциплины.

Ответственность за единообразие требований, предъявляемых на экзаменах, несет заведующий кафедрой. По дисциплинам, изучаемым в течение двух и более семестров, итоговой оценкой является оценка, полученная на последнем экзамене.

Заключение

Самостоятельная работа всегда завершается какими-либо результатами. Таким образом, широкое использование методов самостоятельной работы, побуждающих к мыслительной и практической деятельности, развивает столь важные интеллектуальные качества человека, обеспечивающие в дальнейшем его стремление к постоянному овладению знаниями и применению их на практике.