

**Министерство общего и профессионального образования
Российской Федерации**

**САНКТ- ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Белоликов В.Т., Бондарь А.М., Птухина И.С.

**ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА СТРОИТЕЛЬНОГО
ПРОИЗВОДСТВА**

Учебное пособие

**Под общей редакцией заслуженного строителя Российской Федерации
профессора В.Т. Белоликова**

Санкт – Петербург

Издательство СПбГПУ

2002

УДК 69:658

Белоликов В.Т., Бондарь А.М., Птухина И.С.

Организация и экономика строительного производства: Учебное пособие / Под общ. ред. Заслуженного строителя РФ, проф. Белоликова В.Т.- СПбГПУ, Санкт-Петербург, 2002, с. 86.

В учебном пособии рассмотрены вопросы составления калькуляций стоимости материальных ресурсов, каталога единичных расценок на выполнение видов работ и конструктивных элементов, а также на выполнение локального сметного расчета и определение технико-экономических показателей выполнения работ с использованием единичных или ведомственных норм и расценок. Задания отражают конкретные условия производственной деятельности строительных предприятий и их структурных единиц.

Предназначено для студентов 3-4 курсов инженерно-строительного факультета, изучающих дисциплину «Основы организации и экономики строительства» в рамках практических упражнений и курсовых работ, а также инженерно-технических работников проектных и строительных предприятий.

Илл.-13 . Табл.-14 . Библ.-10 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского отдела Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Организация строительства.....	5
1.1. Способы построения сетевых графиков.....	5
1.2. Задачи на построение и расчет сетевых графиков.....	18
1.3. Способы расчета сетевых графиков.....	22
Расчетные параметры сетевого графика.....	22
Табличный способ расчета сетевых графиков.....	27
Способ расчета на самом графике.....	32
Расчет методом потенциалов.....	35
1.4. Календаризация и оптимизация сетевых графиков.....	39
Календаризация сетевых графиков.....	39
Основные понятия об оптимизации сетевых графиков.....	41
Сокращение критического пути.....	42
Оптимизация по накапливаемым ресурсам.....	45
Оптимизация по ненакапливаемым ресурсам.....	48
Выводы по разделу 1.....	50
2. Экономика строительства.....	52
2.1. Определение технико-экономических показателей выполнения работ с использованием единых, ведомственных или местных норм и расценок на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы (ЕНиР, ВНиР и МНиР).....	52
2.2. Определение стоимости работ по Единым районным единичным расценкам на строительные конструкции и работы....	64
2.3 Калькуляция стоимости материальных ресурсов.....	75
2.4. Составление локального сметного расчета.....	78
Выводы по разделу 2.....	79
Приложения.....	79
Приложение 1. Определение технико-экономических показателей выполнения работ с использованием ЕНиР, ВНиР, МНиР.....	81
Приложение 2. Определение стоимости работ по ЕРЕР.....	82
Приложение 3. Калькуляция стоимости материальных ресурсов.....	83
Приложение 4. Составление локального сметного расчета.....	85
Список литературы.....	86

Введение

Методические указания предназначены для выполнения практических занятий по курсу “Основы организации и экономики строительства”, читаемого на первом уровне обучения (бакалавры-строители). Целью работы является освоение практических навыков использования нормативных документов, алгоритмов решения задач в области строительного производства для последующего освоения специальных курсов на втором уровне обучения.

В данном учебном пособии даются рекомендации по составлению сметной документации, с использованием новой нормативной базы, а также нормативной базы 1984 года. Это связано с отсутствием в новой нормативной базе расценок на некоторые виды технологий и работ.

Период с 1984 года по настоящее время характеризуется неравномерным изменением цен на трудовые, материальные и технические ресурсы, участвующие в создании строительной продукции.

В 1991 году были выпущены и рекомендованы к применению СНИР-91 (Строительные нормы и расценки). В сборники 1991 года были введены новые виды работ, материалы и технологии. На основе этих сборников в 1992 году начался выпуск Ресурсных сметных норм (РСН). В них были произведены корректировки затрат, которые должны были служить переходным звеном к нормативной базе РСН-94. В РСН отказались от устаревшего приема определять прочие материалы и машины в рублях, так как в условиях рынка набор прочих материалов (в ряде случаев, при их незначительных расходах в натуральных показателях) может приближаться к стоимости основных материалов. В условиях изменяющихся цен, применение РСН дало возможность получения реальной стоимости строительства. Однако, ни та, ни другая нормативные базы, не получили широкого применения, ввиду их несовершенства и незавершенности.

Большинство инвестиционных компаний, строительных предприятий и проектных фирм пользуются сметно-нормативной базой 1984 года (и частично базой 1991 года), так как эта нормативная база создавалась значительным количеством институтов.

Почти во всех развитых странах мира системы ценообразования базируются на совершенных сметных нормативах для определения стоимости строительства. Так, в США и Канаде насчитывается свыше 100 тысяч единичных расценок, закодированных по единой общенациональной

классификации.

Отечественная система ценообразования и сметного нормирования включает 3 части: свод правил по определению стоимости строительства в составе проектной и проектно-сметной документации (СП 81-01-94), сметно-нормативная (сметно-информационная) база и вспомогательные сметные документы.

В период до 2002 года разрешалось определять стоимость строительства в ценах 1984 года с использованием региональных индексов пересчета сметной стоимости к текущим ценам или в текущих ценах, с использованием ресурсного метода. В настоящее время при разработке проектно-сметной документации основным является ресурсный метод определения сметной стоимости строительства. Наряду с этим, применяется и базисно-индексный метод, с использованием индексов пересчета сметной стоимости в текущий уровень цен от нормативных баз 1984 и 2000г.

Состав и содержание новой нормативной базы изучается на 4-5 курсах в составе дисциплины «Экономика строительства».

Раздел 1. Организация строительства

1.1. Способы построения сетевых графиков

Идеология сетевых графиков, основы построения, элементы и правила построения сетевых графиков изложены в Л-1, Л-2 и Л-3.

Задача № 1. По исходным данным табл. 1 построить топологию сетевого графика.

Таблица 1

Исходные данные для построения сетевого графика

Работы, окончание которых является необходимым для начала рассматриваемых работ	Рассматриваемая работа
-	А
-	Б
А	В
АБ	Г
Б	Д
Б	Е
Г	Ж
Д	З
ГДЕ	И
Е	К

Построение сетевого графика начинается с исходного события. Работы А и Б не имеют предшествующих работ, и, следовательно, начинаются в одном исходном событии (0), и заканчиваются соответственно в событиях 1 и 2, и изображают их как показано на рисунке 1а. Затем изображаем работы ВГДЕ, для которых предшествующие работы А и Б уже вычерчены. Работа В зависит только от работы А, поэтому поставив события (1) после работы А вычерчиваем работу В (рис. 1 б). Работа Г зависит от работы А и Б.

Изображение ее на графике достигается путем введения зависимости 1-3 и 2-3 и события (3) начального для работы Г, как показано на рис. 1в.

Работы Д и Е изображаются как показано на рис. 1г.

Руководствуясь выше принятыми рассуждениями изображаем оставшиеся работы Ж, З, И, К. Поскольку работа И зависит от работ ГДЕ, то здесь вводим зависимости 4-7, 6-7, как и в случае с работой Г. Работы З, И, К не служат условием для продолжения каких-либо последующих работ, их окончание сводится в завершающее (конечное) событие (8). Окончательная топология сетевого графика представлена на рис. 1д.

В построенном сетевом графике производится нумерация событий методом вычерчивания дуг, начиная с исходного события, которое обозначается цифрой 0 или 1.

Все события (вершины) в сетевом графике в форме работа-стрелка должны быть пронумерованы. Предпочтительной является так называемая упорядоченная нумерация, при которой номер вершины, стоящей в начале дуги (в хвосте стрелки), будет меньше номера вершины, стоящей в конце дуги (у острия стрелки), т. е. для любой дуги $i < j$. Большинство алгоритмов, по которым проводятся расчеты, связанные с сетевыми графиками, ориентированы именно на упорядоченную нумерацию вершин.

Упорядочение вершин может быть выполнено самой ЭВМ по специальной программе. При списочном задании сетевого графика упорядочение производится вручную до записи информации на машинные носители. Для

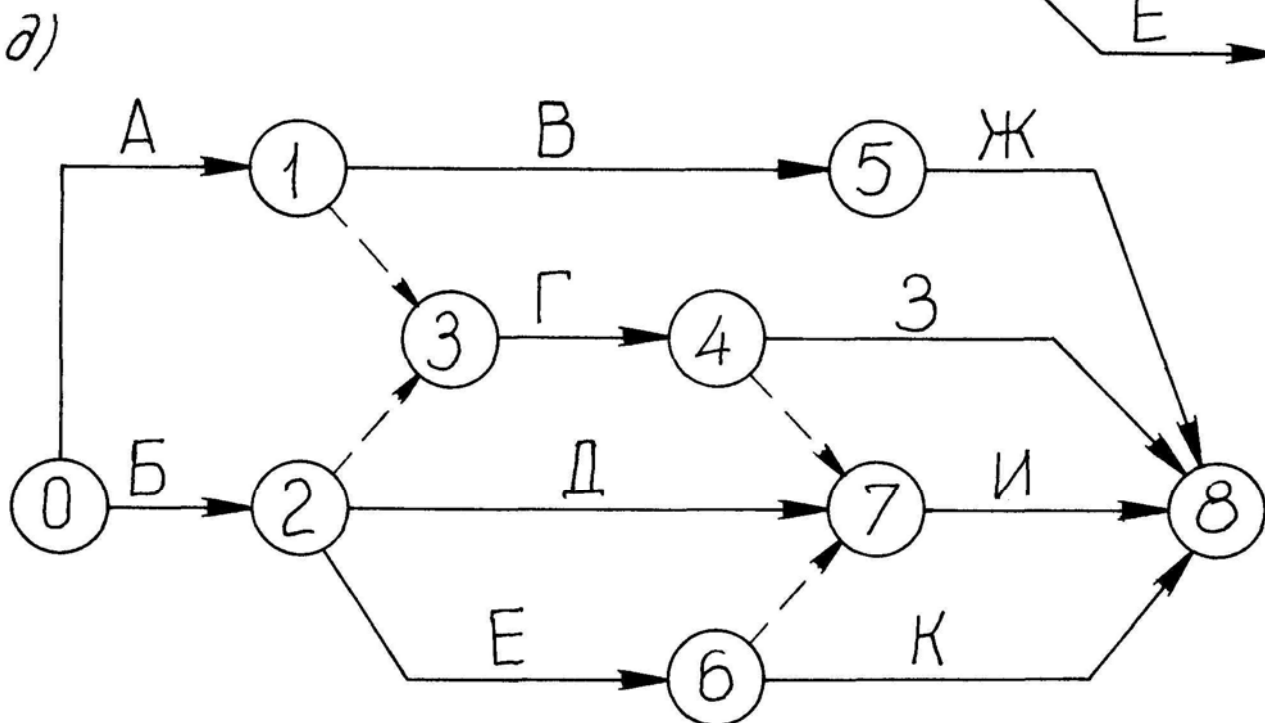
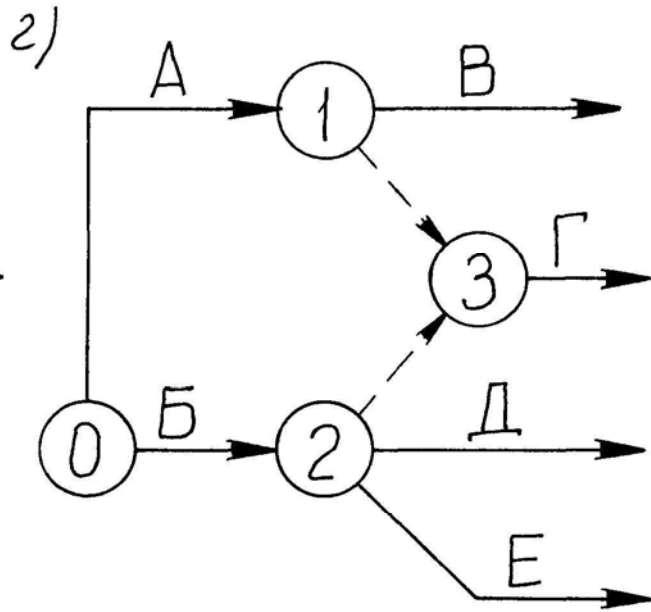
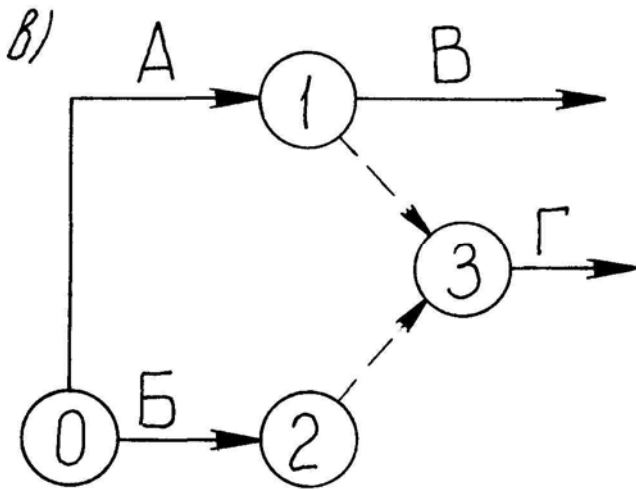
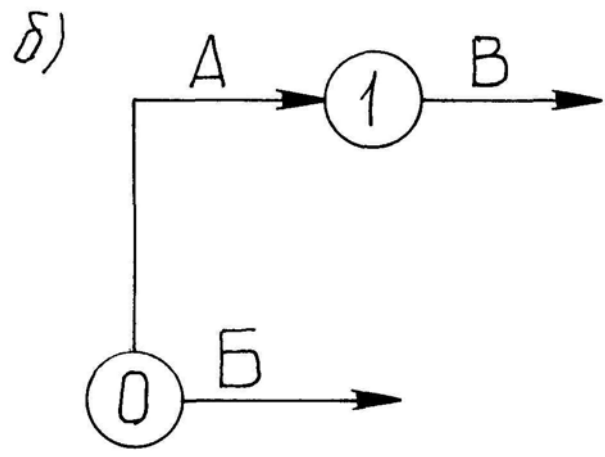
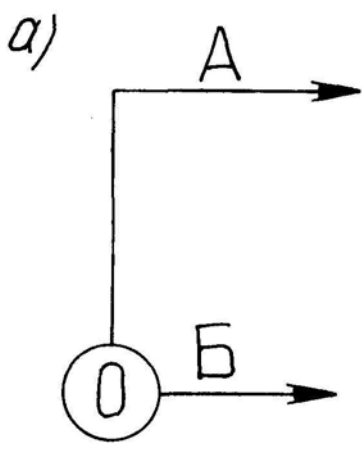


Рис. I. I. Топология сетевого графика

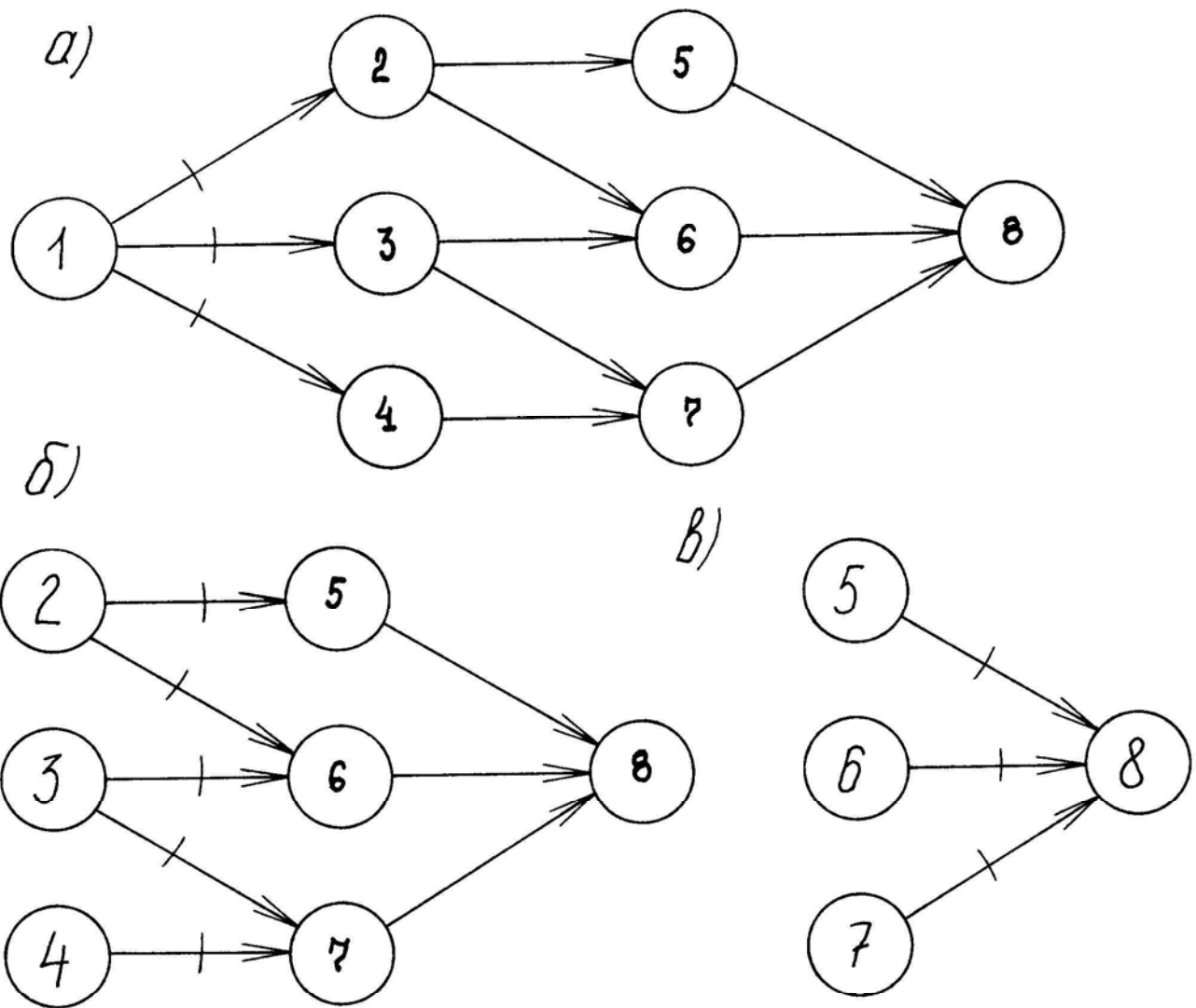


Рис. I.2. Метод вычеркивания дуг.

этого применяется алгоритм, который называется способ вычеркивания дуг. Он состоит в следующем: на графике отыскивается вершина (или вершины), не имеющая входящих дуг. Этой вершине (вершинам) присваивается очередной порядковый номер (или очередные порядковые номера); вычеркиваются все дуги, выходящие из отмеченной вершины (из отмеченных вершин) и в предположении, что вычеркнутых дуг больше нет, алгоритм начинают сначала, пока не будет пронумерована последняя вершина (рис. 2). На первом этапе пронумерована единственная вершина, не имеющая входящих дуг (начальное событие), и вычеркнуты все дуги, выходящие из нее; на втором этапе пронумерованы вершины 1, 2 и 4 (номера возрастают сверху вниз по отношению к графику, но можно было бы выбрать любой другой порядок нумерации этих событий - упорядоченная нумерация не однозначна), и т. д.

После нумерации событий выполняется кодирование работ: А - (0 - 1), Б - (0 - 2), В - (0 - 3) и т. д., т. е. каждая работа обозначается двумя цифрами событий, предшествующему этой работе и последующему за ней.

Задача 2-7. Построить топологию сетевых графиков, произвести нумерацию событий и закодировать работы по исходным данным табл. 2.

Задача 8-10. По исходным данным табл. 3-5 построить топологию сетевого графика.

Таблица 3

Основные работы по строительству промышленного здания

Работы, окончание которых является необходимым условием для начала рассматриваемой работы	Рассматриваемая Работа	Продолжительности работ (дни)
1	2	3
	Первая очередь подготовительного периода	8

1	2	3
Первая очередь подготовительного периода	Вторая очередь подготовительного периода	10
Первая очередь подготовительного периода	Земляные работы, первая очередь	8
Земляные работы, первая очередь	Земляные работы, вторая очередь	8
Земляные работы, первая очередь	Монтаж фундаментов, первая очередь	15
Монтаж конструкций, первая очередь. Подготовительные работы, вторая очередь	Монтаж конструкций, первая очередь	30
Земляные работы, вторая очередь. Монтаж фундаментов, вторая очередь	Монтаж фундаментов, вторая очередь	30
Земляные работы, вторая очередь	Общестроительные работы	40
Монтаж конструкций, первая очередь. Монтаж фундаментов, вторая очередь	Санитарно-технические работы	60
Монтаж конструкций, первая очередь. Монтаж фундаментов, вторая очередь	Электротехнические работы	
Монтаж конструкций, первая очередь. Монтаж фундаментов, вторая очередь	Монтаж конструкций, вторая очередь	30

1	2	3
Монтаж фундаментов, вторая очередь	Монтаж стеновых панелей и оконных заполнителей	30
Монтаж фундаментов, вторая очередь	Устройство подготовки под полы	60
Монтаж конструкций, вторая очередь	Штукатурные работы	30
Монтаж конструкций, вторая очередь	Устройство кровли	60
Монтаж стеновых панелей и оконных заполнителей. Монтаж конструкций, вторая очередь	Заполнение дверей и воротных проемов	30
Подготовка под полы. Общестроительные работы. Монтаж стеновых панелей и оконных заполнений	Устройство полов	60
Штукатурные работы. Устройство кровли. Заполнение дверных и воротных проемов. Устройство полов	Малярные работы	60
Общестроительные работы Подготовка под полы. Монтаж стеновых панелей и оконных заполнений	Монтаж оборудования	140

Таблица 4

Основные работы по строительству телевизионной башни

Работы, окончание которых является необходимым условием для начала рассматриваемой работы	Рассматриваемая Работа	Продолжительности работ (дни)
1	2	3
	Подготовительный период	32
Подготовительный период	Разработка dna котлована	12
Разработка dna котлована	Зачистка dna котлована	4
Зачистка dna котлована	Устройство опалубки монолитного фундамента	8
Устройство опалубки монолитного фундамента	Устройство монолитного фундамента	2
Разработка опалубки монолитного фундамента	Вертикальная гидроизоляция	4
Вертикальная гидроизоляция	Обратная засыпка кожух и уплотнение грунта	3
Обратная засыпка кожух и уплотнение грунта	Монтаж каркаса	86
Монтаж каркаса	Устройство опалубки для монолитного покрытия	12
Монтаж каркаса	Навеска стеновых панелей и оконных заполнений первых 3-х этажей башни	16
Устройство опалубки для монолитного покрытия	Устройство монолитного покрытия	20

1	2	3
Устройство монолитного покрытия	Разборка опалубки монолитного покрытия	2
Навеска стеновых панелей и оконных заполнений первых 3-х этажей башни	Навеска стеновых панелей и оконных заполнений остальных этажей башни	30
Навеска стеновых панелей и оконных заполнений первых 3-х этажей башни	Устройство перегородок	16
Разборка опалубки монолитного покрытия. Навеска стеновых панелей и оконных заполнений остальных этажей башни	Монтаж лифтового подъемника	28
Разборка опалубки монолитного покрытия. Навеска стеновых панелей и оконных заполнений остальных этажей башни	Устройство кровли	24
Навеска стеновых панелей и оконных заполнений остальных этажей башни. Устройство перегородок	Электротехнические работы	42
Навеска стеновых панелей и оконных заполнений остальных этажей башни. Устройство перегородок	Установка дверных блоков	14

1	2	3
Навеска стеновых панелей и оконных заполнений остальных этажей башни	Санитарно-технические работы	54
Электротехнические работы. Установка дверных блоков	Затирка стен и потолков	26
Установка дверных блоков. Санитарно-технические работы	Подготовка под полы	22
Монтаж лифтового подъемника. Затирка стен и потолков	Затирка стен и потолков в шахте	10
Затирка стен и потолков в шахте	Отделочные работы	36
Затирка стен и потолков в шахте. Отделочные работы	Отделочные работы в шахте	14
Затирка стен и потолков. Подготовка под полы	Паркетные полы	26
Отделочные работы. Паркетные полы	Линолеумные полы	14
Отделочные работы. Паркетные полы	Плиточные полы	

Таблица 5

Основные работы по строительству гаража на 650 автомобилей

Работы, окончание которых является необходимым условием для начала рассматриваемой работы	Рассматриваемая Работа	Продолжительности работ (дни)
1	2	3
	Срезка грунта	
Срезка грунта	Устройство вводов водопровода и канализации	8
Срезка грунта	Разработка грунта на первой захватке	7
Разработка грунта на первой захватке	Разработка грунта на второй захватке	7
Разработка грунта на первой захватке	Монолитные фундаменты на первой захватке	8
Разработка грунта на второй захватке. Устройство монолитных фундаментов на первой захватке	Монолитные фундаменты на второй захватке	8
Разработка грунта на первой захватке	Кирпичная кладка стен смотровых ям	7
Устройство монолитных фундаментов на второй захватке	Монтаж фундаментных блоков и балок	6
Монтаж фундаментных блоков и балок. Кирпичная кладка стен смотровых ям. Устройство внешних вводов водопровода и выпусков канализации	Обратная засыпка	4

1	2	3
Обратная засыпка	Подготовка под полы	4
Обратная засыпка	Гидроизоляция	2
Подготовка под полы. Гидроизоляция	Монтаж основных конструкций зданий (1-5 этажи)	90
Подготовка под полы. Гидроизоляция	Монтаж лифтов	50
Монтаж здания (1-5 этажи). Монтаж лифтов	Устройство перегородок	18
То же	Монтаж одноэтажной части здания	28
То же	Отопление, водопровод, канализация, вентиляция	42
То же	Расшивка, зачеканка и конопатка швов	18
То же	Пароизоляция, утепление, асфальтовая стяжка и кровля	41
То же	Электрические работы	45
Устройство перегородок	Заполнение проемов	3
Устройство перегородок	Телефонизация и радиофикация	11
Заполнение проемов	Асфальтовые полы 1-5 этажи	36
Заполнение проемов	Остекление	15
Телефонизация и радиофикация. Остекление	Штукатурка и облицовка стен	34

1	2	3
Асфальтовые полы 1-5 этажей Монтаж одноэтажной части здания	Асфальтовые полы одноэтажной части здания	8
Асфальтовые полы одноэтажной части здания	Устройство досчатого пола	7
Штукатурка и облицовка стен. Асфальтовые полы одноэтажной части здания	Отделочные работы первой половины здания	7
Пароизоляция, утепление, асфальтовая стяжка и кровля	Устройство отмостки	2
Отделочные работы первой половины здания, расшивка, зачеканка и конопатка швов. Устройство досчатого пола. Пароизоляция, утепление, асфальтовая стяжка и кровля	Отделочные работы второй половины здания	7
Срезка грунта	Прочие работы	121

1.2. Задачи на построение и расчет сетевых графиков

Способы расчета сетевых графиков (в табличной форме, на графике, методом потенциалов) описаны выше и в учебном пособии [Л-1].

Задача 1-20

По исходным данным рис. 3 определить расчетные параметры сетевого графика монтажа технологического оборудования мойки и сортировки обогатительного хозяйства гидроузла (по заданному варианту из таблицы 6).

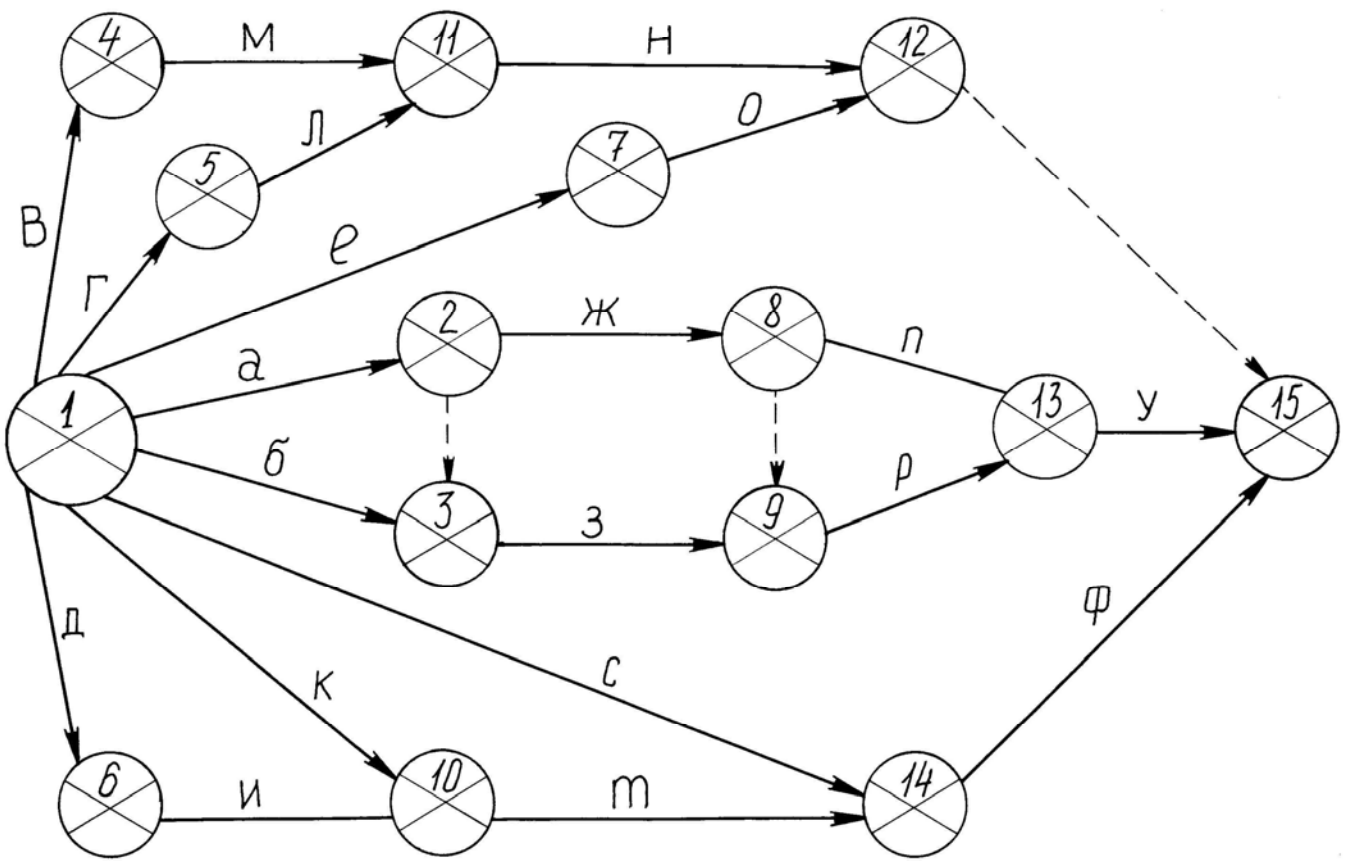


Рис.1.3. Сетевой график монтажа технологического оборудования отделения мойки и сортировки тирски обогатительного хозяйства гидроузла

Задание к лабораторной работе

**Сетевой график монтажа технологического оборудования отделения мойки и сортировки
обогажительного хозяйства гидроузла (варианты 1-20 рис. 12)**

Таблица 6

Продолжительность работ																				
№ ва- рианта	А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З	И	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	5	5	6	8	12	13	13	14	12	19	22	18	4	20	8	10	35	10	7	2
2	4	6	9	12	7	6	11	12	7	17	23	13	6	23	7	6	14	7	5	4
3	6	4	7	9	10	8	12	15	9	21	21	15	8	21	9	9	23	9	8	3
4	7	5	5	5	11	12	14	11	15	16	25	17	5	19	11	8	19	6	6	5
5	8	6	8	6	9	11	15	13	8	18	27	14	7	22	8	12	31	8	4	7
6	9	7	10	7	13	7	18	16	14	20	24	16	9	25	12	7	27	11	9	6
7	10	10	12	11	8	14	16	18	9	23	20	19	11	17	7	11	18	9	3	9
8	11	8	11	10	15	10	17	17	11	21	18	20	6	18	9	8	34	6	10	8

Продолжение таблицы 6

9	9	11	6	7	12	9	10	19	8	19	26	15	4	24	10	10	6	22	8	7
10	5	9	7	6	10	15	20	10	14	17	28	13	8	25	6	7	15	10	6	1
11	7	8	5	9	14	16	19	20	13	22	19	19	5	16	11	7	20	7	9	10
12	6	5	11	12	9	8	12	11	9	16	18	14	9	20	10	10	26	11	4	4
13	5	7	6	6	15	10	14	19	8	18	17	21	7	22	12	6	21	9	8	5
14	8	9	8	7	11	9	16	12	11	20	23	20	10	17	7	12	16	6	3	7
15	6	8	9	7	13	13	15	15	16	19	20	19	8	23	10	7	24	8	10	3
16	5	4	7	10	10	7	11	14	10	22	22	17	6	21	8	9	28	10	11	2
17	7	9	5	6	7	6	13	17	11	18	23	18	9	24	11	8	17	7	7	6
18	6	6	6	9	11	9	17	18	9	16	25	13	5	16	9	11	25	11	5	8
19	7	7	10	8	9	12	19	13	8	20	21	22	7	18	7	10	29	6	4	9
20		6	8	11	8	11	18	16	10	23	24	18	10	19	10	9	33	9	8	1

1.3.Способы расчета сетевых графиков

Расчетные параметры сетевого графика

После составления сетевого графика производится его расчет, в результате которого определяются основные параметры графика - раннее начало и раннее окончание работ, позднее начало и позднее окончание их, полный и свободный резервы времени работ, направление и продолжительность критического пути. Кроме того, производится привязка событий графика к календарю.

Раннее начало работы $t_{i-j}^{рн}$ - самый ранний из возможных сроков начала работ. Определяется как максимальная сумма продолжительности всех предшествующих работ:

$$t_{i-j}^{рн} = \max \sum_a^i t_{\text{предш}} = \max t_{\text{предш}}^{ро} \quad (1)$$

Если из начального события данной работы выходит еще несколько других работ, то ранние начала всех их будут одинаковы, независимо от того, в какие события эти работы входят.

Раннее окончание работы $t_{i-j}^{ро}$ - время окончания работы, если она была начата в ранний срок и продолжительность ее была соблюдена,

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

Наибольшая величина раннего окончания одной или нескольких работ, входящих в завершающее событие, показывает продолжительность критического пути:

$$T_{кр} = \max t_{\text{заверш}}^{ро} \quad (3)$$

Таблица 1.7

Шифр работ	Продолжительность работы	Количество предшествующих работ	Раннее начало работы	Раннее окончание работы	Количество последующих работ	Позднее начало работы	Позднее окончание работы	Полный резерв времени	Свободный резерв времени	Дата раннего начала работ
$i-j$	t_{i-j}	$\Pi_{\text{предш}}$	$t_{\text{РН}}_{i-j}$	$t_{\text{РО}}_{i-j}$	$\Pi_{\text{посл}}$	$t_{\text{ПН}}_{i-j}$	$t_{\text{ПО}}_{i-j}$	$R_{\text{П}}_{i-j}$	$R_{\text{С}}_{i-j}$	D_{i-j}
1	2	3	4= макс5 <i>предш</i>	5=4+2	3 <i>а</i>	6=7-2	7= мин <i>блосед</i>	8=7-5	9= 4 <i>посед-5</i>	10= Д1+4
1-2	2	0	0	2	4	0	2	0	0	2-У1
1-3	3	0	0	3	2	4	7	4	3	2-У1
1-4	1	0	0	1	1	7	8	7	1	2-У1
2-3	4	1	2	6	2	3	7	1	0	4-У1
2-4	0	1	2	2	1	8	8	6	0	4-У1
2-5	11	1	2	13	2	2	13	0	0	4-У1
2-6	7	1	2	9	2	6	13	4	4	4-У1
3-6	6	2	6	12	2	7	13	1	1	8-У1
3-8	8	2	6	14	0	24	32	18	18	8-У1
4-5	5	2	2	7	2	8	13	6	6	4-У1
5-6	0	2	13	13	2	13	13	0	0	15-У1
5-7	6	2	13	19	1	16	22	3	3	15-У1
6-7	9	3	13	22	1	13	22	0	0	15-У1
6-8	3	3	13	16	0	29	32	16	16	15-У1
7-8	10	2	22	32	0	22	32	0	0	24-У1

Позднее окончание работы $t_{i-j}^{по}$ - самый поздний срок окончания работы, при котором не будет увеличения *общего времени графика*, т.е. продолжительности критического пути:

$$t_{i-j}^{по} = T_{кр} - \max \sum t_{посл} = \min t_{посл}^{рн} \quad (4)$$

Если в конечное событие данной работы входит еще несколько работ, то позднее окончание для всех их будет одинаково, независимо от того, из какого события эти работы выходят.

Позднее начало работы $t_{i-j}^{пн}$ - самое позднее время начала работы при условии ее окончания в поздний срок:

$$t_{i-j}^{пн} = t_{i-j}^{по} - t_{i-j} \quad (5)$$

Полный резерв времени работы $R_{i-j}^{п}$ - это максимальное время, на которое можно увеличить продолжительность работы или перенести время ее раннего начала без увеличения продолжительности критического пути

$$R_{i-j}^{п} = t_{i-j}^{по} - t_{i-j}^{ро} = t_{i-j}^{пн} - t_{i-j}^{пн} \quad (6)$$

Работы, у которых $R^{п} = 0$, лежат на критическом пути. Полный резерв времени может быть не только у отдельных работ, но и у пути, которому они принадлежат:

$$R^{п}(L) = T_{кр} - t(L) \quad (7)$$

Если полный резерв времени какой-либо работы будет использован лишь частично, то путь, на котором она лежит, останется не критическим и остаток резерва времени может быть использован лишь частично, то путь, на котором она лежит, останется не критическим и остаток резерва времени может быть использован на последующих работах.

После того, как продолжительность критического пути найдена, она сопоставляется с необходимой (директивной) продолжительностью производства T_d .

Если $T_{кр} > T_d$, нужно принимать меры к сокращению критического пути до директивного времени, а график после этого пересчитать.

Если $T_{кр} = T_d$, график удовлетворяет производство и показывает реальные резервы времени различных работ.

Если $T_{кр} < T_d$, у данного производства появляется дополнительный резерв времени $R^{доп}$, одинаковый для всех работ (общий для всего графика):

$$R^{доп} = T_d - T_{кр} \quad (8)$$

Тогда любая работа на графике для своего выполнения будет обладать относительным резервом времени

$$R^{отн}_{i-j} = R^П_{i-j} + R^{доп} \quad (9)$$

Наличие $R^{доп}$ показывает, что в случае надобности директивная продолжительность может быть уменьшена на величину $R^{доп}$.

Свободный резерв времени работы R_{i-j}^c - наибольшее время, на которое можно увеличить продолжительность работы, или отсрочить время ее раннего начала без изменения сроков раннего начала последующих работ.

Свободный резерв времени может иметь место при условии вхождения в событие двух и более работ и определяется по формуле:

$$R^c_{i-j} = t^{рн}_{посл} - t^{ро}_{i-j} \quad (10)$$

Для работ, оканчивающихся в завершающем событии,

$$R^c_{зав} = T_{кр} - t^{ро}_{зав} \quad (11)$$

Свободный резерв времени не может превышать полный резерв:

$$R^c_{i-j} \leq R^П_{i-j} \quad (12)$$

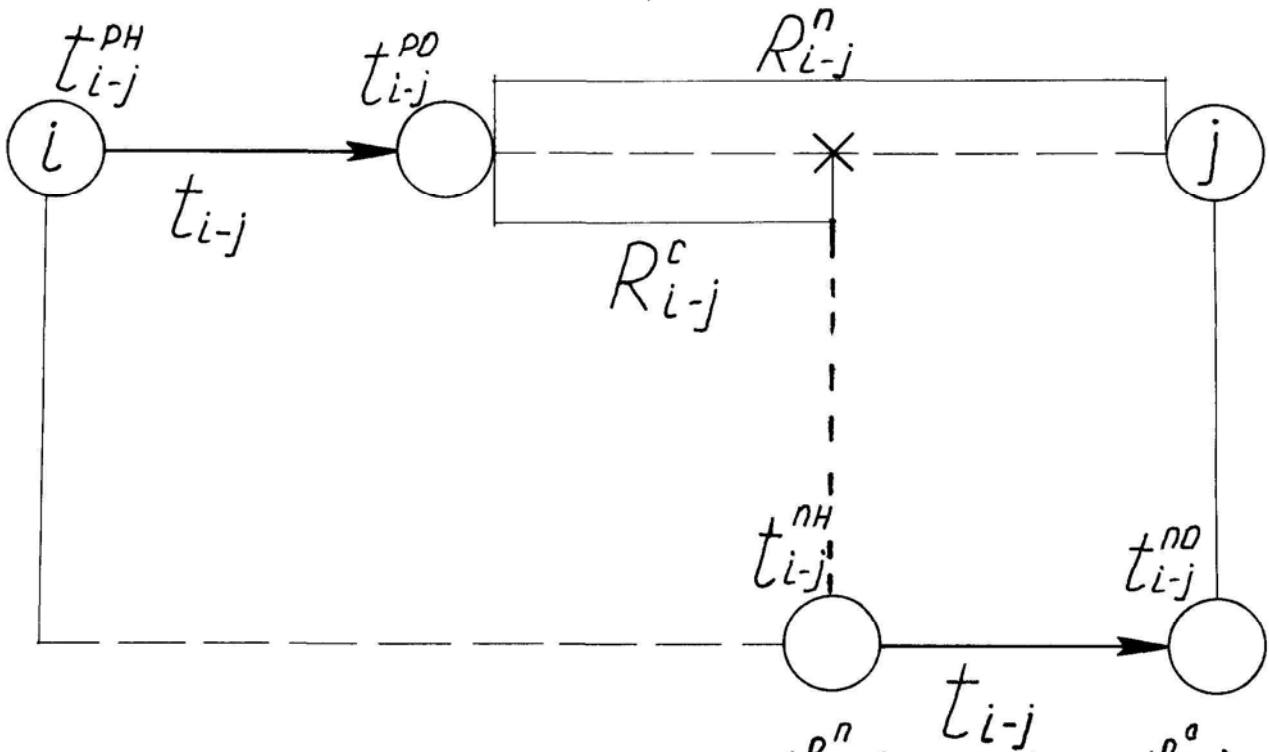


Рис.1.4. Зависимость между полным (R_{i-j}^n) и свободным (R_{i-j}^c) резервами

Разность между полным и свободным резервами времени данной работы - резерв времени конечного события этой работы

$$R_j = R_{i-j}^{\text{П}} - R_{i-j}^{\text{С}} \quad (13)$$

Зависимость между $R_{i-j}^{\text{П}}$ и $R_{i-j}^{\text{С}}$ показана на рис.4

В многоцелевых сетях сроки раннего и позднего окончания работ, продолжительность и направление критического пути, резервы времени и другие параметры графика рассчитываются отдельно относительно каждого из завершающих событий.

После подсчета параметров сети по формулам (5) - (15) часто определяют календарную дату раннего начала всех работ. Для этого сначала по тем или иным плановым соображениям или по директивным указаниям устанавливают D_i - дату начала работ исходного события (дату начала работ по сетевому графику). Время раннего начала всех работ сети

$$D_{i-j} = D_1 + t_{i-j}^{\text{РН}} \quad (14)$$

При определении времени раннего начала продолжительность работ посчитывают в рабочих днях. Поэтому для нахождения календарных дат раннего начала работ следует учитывать нерабочие дни данного производства по реальному календарю для конкретных лет и месяцев.

Расчет сетевых графиков заключается в определении перечисленных параметров для каждой работы. Если график состоит из 200-300 событий, то он успешно за сравнительно короткое время может быть рассчитан вручную, при большем же количестве событий расчеты следует производить на ЭВМ.

В настоящее время имеется большое количество способов расчета сетевых графиков вручную и разработано много программ для машинного расчета в зависимости от конструкций машин и их возможностей.

На приведенных в этом параграфе формулах (1-14) основываются алгоритмы для машинного расчета сетевых графиков.

В последующих параграфах пособия рассказывается о некоторых методах расчета сетей вручную и дается понятие о расчете графиков на вычислительных машинах.

Табличный способ расчета сетевых графиков

Этот способ расчета рекомендуется указаниями Госстроя СССР [2] и получил широкое распространение.

Определение расчетных параметров графика производится по формулам (1) - (14), приведенным в предыдущем параграфе. В табл.6 дан пример расчета графика (см. рис. 5).

События на графике при этом способе расчета номеруются в строгой последовательности с соблюдением для шифра работ правила $i < j$.

Заполнение таблицы начинается с внесения в 1 и 2 столбцы исходных данных с графика. Запись работ в таблицу производится в порядке возрастания первой цифры их шифров, сначала записываются все работы, выходящие из первого (исходного) события, затем из второго и т.д.

Столбец 3 заполняется на основании 1-го столбца или на основании самого сетевого графика: в нем проставляется количество работ, непосредственно входящих в начальное событие рассматриваемой работы.

Затем определяются величины раннего начала и окончания работ (столбцы 4 и 5), начиная с исходного события. Для всех работ, выходящих из этого события $t_{i-j}^{PH} = 0$, что и записывается в таблицу. После этого подсчитываются t_{i-j}^{PO} этих же работ по формуле (2). Например, для работ 1-2; 1-3 и 1-4

$$t_{1-i}^{PH} = 0 ; t_{1-2}^{PO} = 0+2 = 2 ; t_{1-3}^{PO} = 0+3 = 3 ; t_{1-4}^{PO} = 0+1 = 1 .$$

Далее подсчитывается t_{2-i}^{PH} для работ, выходящих из события 2. Оно для всех этих работ равно 2, так как это минимальное и единственное время раннего окончания предшествующей работы 1-2. Результат записывается в

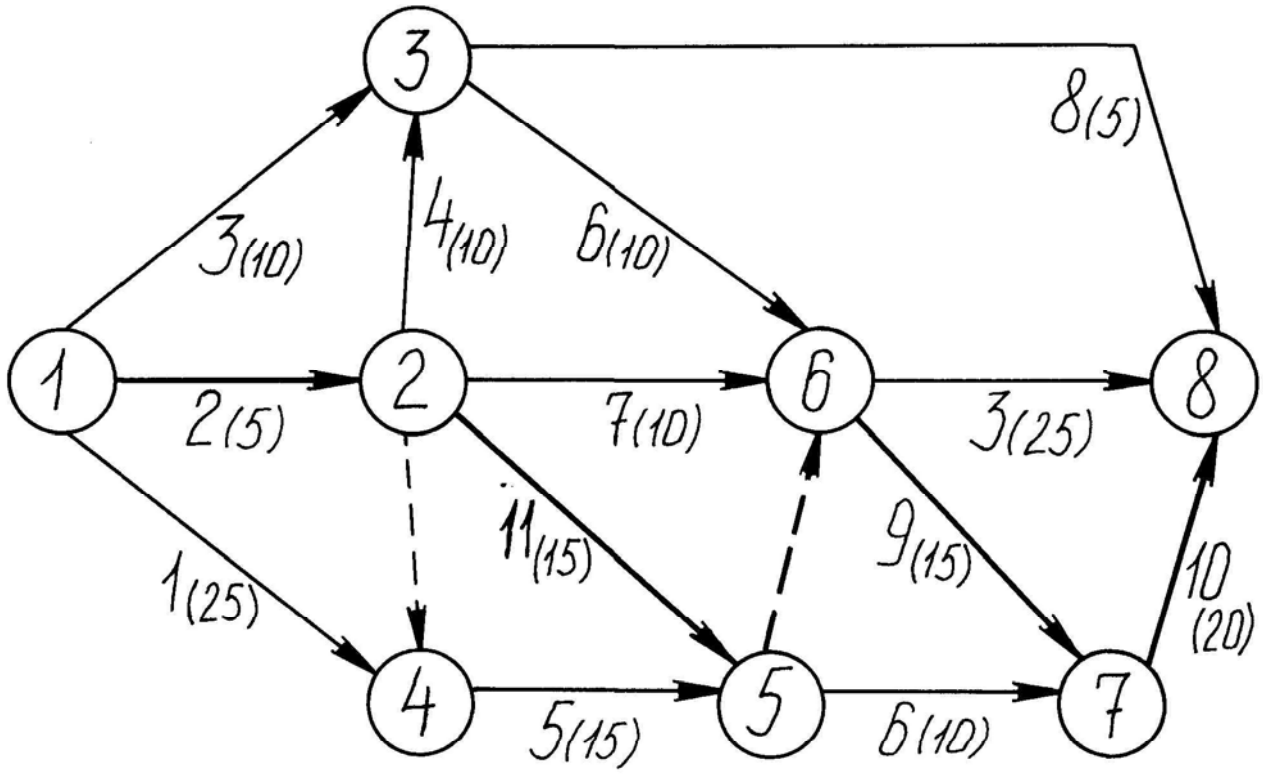


Рис. 1.5. Расчет сетевого графика

столбец 4 и сразу же в столбце 5 определяется t_{2-i}^{po} для работ 2-3; 2-4; 2-5 и 2-6. После этого заполняют столбец 4 для работ, выходящих из события 3. Работам 3-6 и 3-8, как это видно из столбца 3, предшествуют две работы 1-3 и 2-3. Для них:

$$t_{1-3}^{po} = 3; \quad t_{2-3}^{po} = 6.$$

Наибольшая величина $t_{1-3}^{po} = 6$, и этот результат записывается в 4-й столбец и расчет следует дальше тем же порядком. Для наглядности ход расчета столбцов 4 и 5 в табл.2 показан стрелками. Максимальная величина $t_{1-зав}^{po}$ для работ, заканчивающихся в завершающем событии, дает продолжительность критического пути. В нашем примере **макс** $t_{i-зав}^{po}$ будет у работы 7-8 и равен 32, следовательно - $T_{кр} = 32$.

Столбец 3 легко заполняется на основании столбца 1 или по самому графику. Определение величин позднего начала и окончания работ ведется с последней работы, причем первым высчитывается t_{i-j}^{po} работы, а лишь затем $t_{i-j}^{пн}$ этой же работы.

Для работ, заканчивающихся в завершающем событии, $t_{i-зав}^{po} = T_{кр}$, что и записывается в столбце 7 для всех этих работ. Для сети, рассматриваемой в примере, $T_{кр} = 32$ и, следовательно,

$$t_{7-8}^{po} = t_{6-8}^{po} = t_{3-8}^{po} = T_{кр} = 32.$$

Затем по формуле 9 для работ 7-8, 6-8 и 3-9 находят $t_{i-зав}^{пн}$ и записывают в столбец 6, так, например, для работы 7-8

$$t_{7-8}^{пн} = t_{7-8}^{po} - t_{7-8} = 32 - 10 = 22$$

Далее по формуле (4) определяется $t_{\text{ПО}}$ для работ, заканчивающихся в предпоследнем (по порядку номеров) событии. В нашем примере таких работ две: 5-7 и 6-7, но они имеют лишь одну последующую работу 7-8, отсюда:

$$t_{5-7}^{\text{ПО}} = t_{6-7}^{\text{ПО}} = \min t_{\text{ПОСЛ}}^{\text{ПН}} = t_{7-8}^{\text{ПН}} = 22.$$

Этот результат заносят в столбец 7 и затем находят

$$t_{5-7}^{\text{РН}} = t_{5-7}^{\text{ПО}} - t_{5-7} = 22 - 6 = 16;$$

$$t_{6-7}^{\text{РН}} = t_{6-7}^{\text{ПО}} - t_{6-7} = 22 - 9 = 13$$

Полученные результаты записывают в таблицу.

Для работ 2-6; 3-6 и 5-6, заканчивающихся в событии 6,

$$t_{2-6}^{\text{НО}} = t_{3-6}^{\text{НО}} = t_{5-6}^{\text{НО}} = \min t_{\text{ПОСЛ}}^{\text{ПН}}.$$

Последующими работами являются 6-7 и 6-8, для них

$$t_{6-7}^{\text{РН}} = 13 \text{ и } t_{6-8}^{\text{РН}} = 29.$$

Следовательно,

$$t_{2-6}^{\text{НО}} = t_{3-6}^{\text{НО}} = t_{5-6}^{\text{НО}} = 13 .$$

Результат заносится в столбец 7, и расчет продолжается дальше подобным же образом.

Для наглядности ход расчета в столбцах 6 и 7 изображен стрелками.

Определение полного резерва времени ведется по формуле (6) и не нуждается в пояснении.

Свободный резерв времени по формулам (10)-(11) вычисляют по данным столбцов 4, 5 и 8. Для работ, имеющих $R^{\text{Н}} = 0$, в столбце 9 сразу же записывают, что и $R^{\text{С}} = 0$.

Раннее начало всех работ, следующих за работой 1-3, т.е. работ 3-6 и 3-8, равно 6, а $t_{1-3} = 3$, отсюда

$$R_{1-3}^c = t_{3-6}^{pH} - t_{1-3} = t_{3-8}^{pH} - t_{1-3} = 6-3 = 3 .$$

Аналогично определяются величины для других работ.

После окончания расчета сети устанавливаются время раннего начала работ по формуле (1).

В примере дата раннего начала работ исходного события принята 02.06, а D_{i-j} определены при условии выполнения работ без выходных дней с предоставлением отгулов работникам по скользящему графику, это довольно часто бывает на строительстве.

Способ расчета на самом графике

Этот способ расчета так же имеет широкое распространение. Здесь все данные записываются не в таблице, а непосредственно на графике. Круг, изображающий событие, делится на четыре сектора (рис.6). Порядок расчета на графике аналогичен порядку расчета сети в табличной форме, но имеет некоторые видоизменения.

На рис.7 дан пример расчета сети, изображенной на рис.5 на самом графике. Сначала обычным порядком нумеруются все события графика и номер их проставляется в верхнем секторе. Затем в нижнем секторе, начиная с исходного события к завершающему, проставляется номер предшествующего события, через которое к данному событию ведет максимальный путь, и сразу же в левом секторе записывается величина этого пути:

$$t_{\text{посл}}^{pH} = \max t_{\text{предш}}^{pO} = (t_{\text{предш}}^{pH} + t_{\text{предш}}) \quad (15)$$

Для работ, начинающихся в исходном событии, $t_{\text{посл}}^{pH} = 0$. Величина $t_{\text{посл}}^{pH}$, записанная в левом секторе завершающего события, является временем критического пути:

$$t_{\text{зав}}^{pH} = T_{\text{кр}} \quad (16)$$

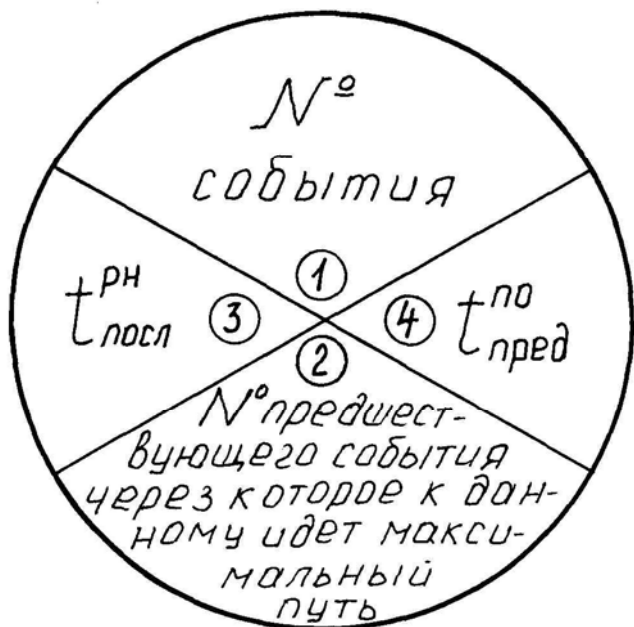


Рис. 1.6. Событие

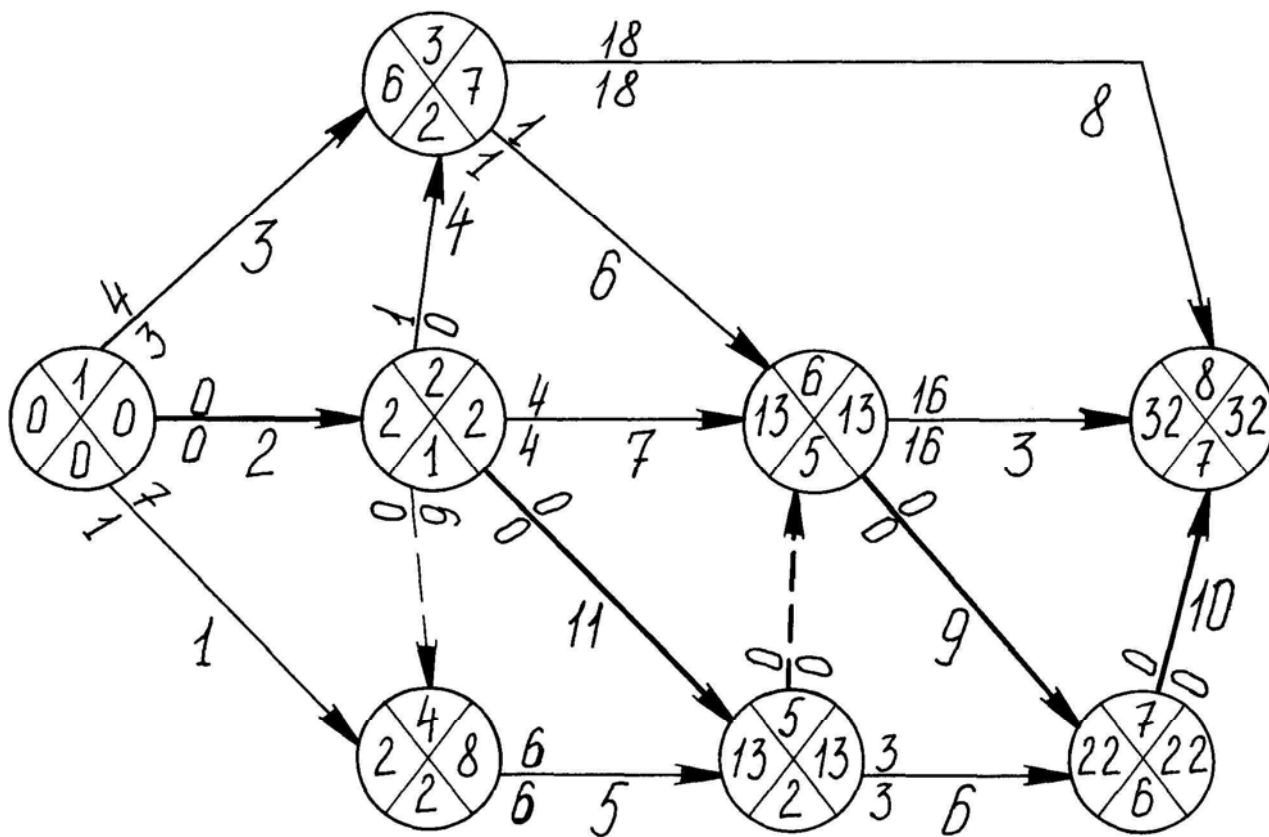


Рис. 1.7. Расчет сетевого графика методом графика

Направление критического пути определяется от завершающего события к исходному по номерам событий в нижнем секторе. В рассмотренном примере критический путь проходит через события 8; 7; 6; 5; 2; 1.

Для событий, лежащих на критическом пути,

$$t_{\text{предш}}^{\text{по}} = t_{\text{посл}}^{\text{рн}} \quad (17)$$

Затем определяется $t^{\text{по}}$ для событий, не лежащих на критическом пути.

Расчет идет от завершающего события к исходному по формуле:

$$t_{\text{предш}}^{\text{по}} = \min(t_{\text{посл}}^{\text{пн}} - t_{\text{посл}}). \quad (18)$$

Например, для работ 1-3 и 2-3, заканчивающихся в событии 3,

$$t_{3-6}^{\text{пн}} - t_{3-6} = 13 - 6 = 7;$$

$$t_{3-8}^{\text{пн}} - t_{3-8} = 32 - 8 = 24.$$

Минимальная величина из этих двух результатов равна 7, следовательно,

$$t_{1-3}^{\text{по}} = t_{2-3}^{\text{по}} = 7.$$

Иначе говоря, для нахождения $t_{\text{предш}}^{\text{по}}$ из значения числа правого сектора конечного для последующей работы события вычитается продолжительность этой работы и из полученных результатов (если последующих работ несколько) берется наименьший.

Дальше определяют резервы времени. Для работ, лежащих на критическом пути, $R^n = R^c = 0$. Для других работ

$$R^n_{i-j} = t^{\text{по}}_{i-j} - (t^{\text{рн}}_{i-j} + t_{i-j}) \quad (19)$$

Например, для работы 3-6: $R^n_{3-6} = 13 - (6+6) = 1$.

Практическое расчетное правило можно сформулировать так: для получения величины полного резерва времени из значения числа правого сектора

конечного для работы события вычитается сумма, равная величине числа левого сектора начального для работы события и продолжительности работы. Свободный резерв времени для работ, не лежащих на критическом пути, определяется по формуле

$$R^c_{i-j} = t^{PH}_{\text{посл}} - (t^{PH}_{i-j} + t_{i-j}) \quad (20)$$

Например, для работы 1-3: $R^c_{1-3} = 6 - (0 + 3) = 3$.

Иначе говоря, для получения величины свободного резерва времени из значения числа левого сектора конечного для работы события надо вычесть сумму, равную величине числа левого сектора начального для работы события и продолжительности работы.

Резервы времени выписываются у стрелок, изображающих соответствующие работы на рис. рис.7, 8 или заносятся в таблицу.

Способ расчета на графике менее трудоемок, чем расчет в таблице, и делает график более наглядным, так как для того чтобы узнать какой-либо параметр работы, не надо искать его в таблице. Однако при изменении продолжительности работ и пересчете графика, его надо перечерчивать или наклеивать на сделанную запись чистые, заранее заготовленные кружки, разделенные на секторы.

Расчет сетевых графиков в таблице и на самом графике обычно применяется в проектных и строительных организациях при составлении первоначальных (проектных) графиков.

Расчет методом потенциалов

Этот метод расчета сетевых графиков применяется обычно в строительных организациях для анализа хода выполнения работ. Здесь вводится новый расчетный параметр - потенциал события t^{Π}_i .

Это величина наибольшего пути от данного события до завершающего:



Рис. 1.8 . Расчет события

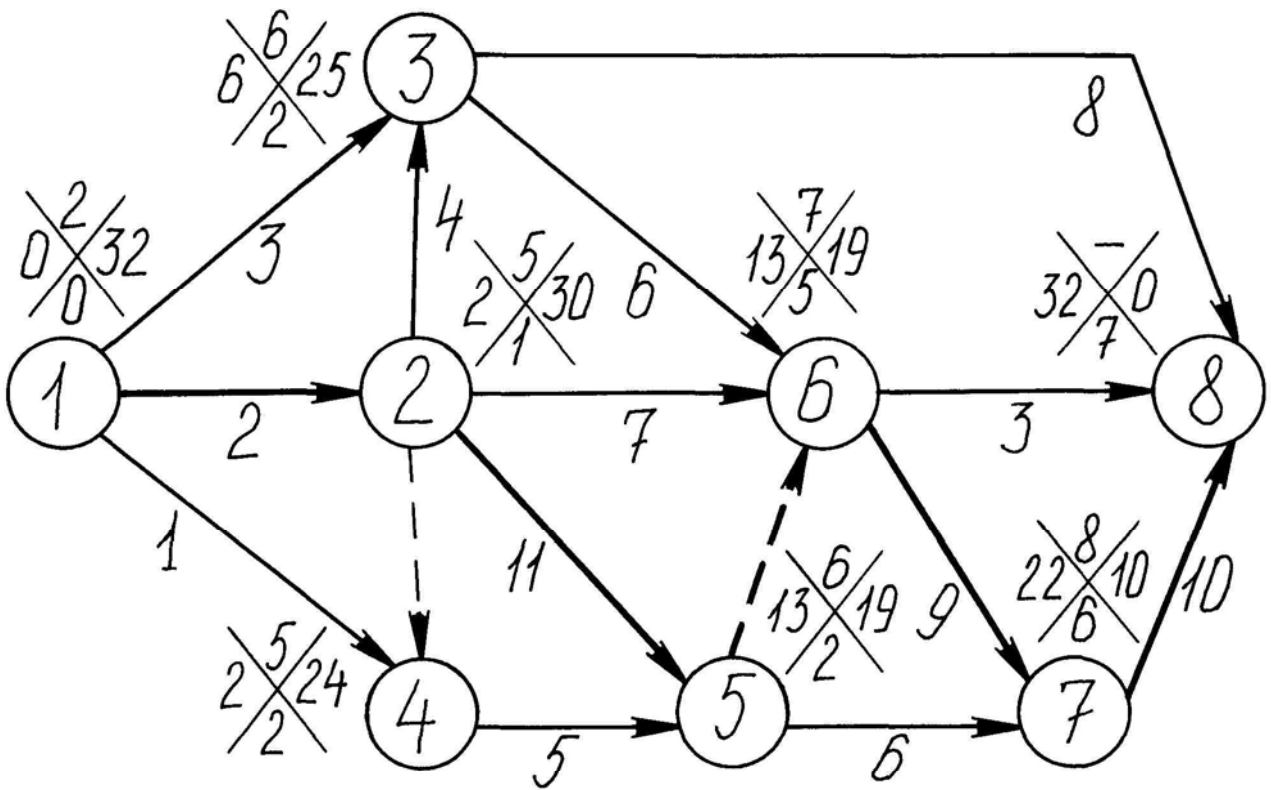


Рис. 1.9. Расчет сетевого графика методом потенциалов

$$t_i^{\Pi} = \max (t_i^{\Pi} + t_{i-j}) \quad (21)$$

Таким образом, потенциал события определяет, сколько времени осталось от данного события до завершения всех работ на графике. Для расчета у каждого события выставляется знак, изображенный на рис. 8 и 9. На последнем рисунке дан пример расчета сети, изображенный на рис.5 методом потенциалов.

Номера событий проставляют в кружках. Для каждого события, начиная от исходного, определяют величины нижнего и левого секторов (как это делается при расчете на самом графике). В нижнем секторе, начиная от исходного события к завершающему, проставляют номер предшествующего события, через которое к данному событию ведет максимальный путь. В левом секторе записывают величину этого пути, которая определяется по формуле

$$t_{i-j}^{рн} = \max (t_{предш}^{рн} + t_{предш})$$

Для работ, начинающихся в исходном событии, $t^{рн} = 0$.

Величина $t^{рн}$, записанная в левом секторе завершающего события, показывает продолжительность критического пути. В нашем примере $T_{кр} = 32$. Направление критического пути определяется от завершающего события к исходному по номерам событий в нижнем секторе. В рассмотренном примере он проходит через события 8; 7; 6; 5; 2; 1.

Далее находят номер последующего события, через которое идет максимальный путь от данного события к завершающему, т.е. потенциал события. Определение идет от завершающего события к исходному, и этот номер записывают в верхнем секторе, а величина пути, указывается в правом секторе.

Для работ и событий, лежащих на критическом пути,

$$t_{i-j}^{рн} + t_i^{\Pi} = T_{кр} \quad (22)$$

Пользуясь этой формулой, нетрудно определить направление критического пути.

Подсчитывается полный резерв времени работ

$$R_{i-j}^n = T_{кр} - (t_i^n + t_{i-j}^{pn} + t_{i-j}) \quad (23)$$

Например, для работы 3-6 - $R_{3-6}^n = 32 - (19+6+6) = 1$,

для работы 2-5 - $R_{2-5}^n = 32 - (19+11+2) = 0$. Практическое расчетное правило

можно сформулировать так: из величины критического пути отнимается сумма, равная величине чисел правого и левого секторов конечного для работы события, а так же продолжительности работы.

Свободный резерв времени работ определяется как при расчете на самом графике, т.е. по формуле (20). Например, для работы 6-8 - $R_{6-8}^c = 32 - (13+3) = 16$. Величины R^n и R^c записываются на графике у стрелок или заносятся в таблицу.

При осуществлении строительства часто происходят изменения продолжительности работ, что меняет ранние и поздние сроки их выполнения.

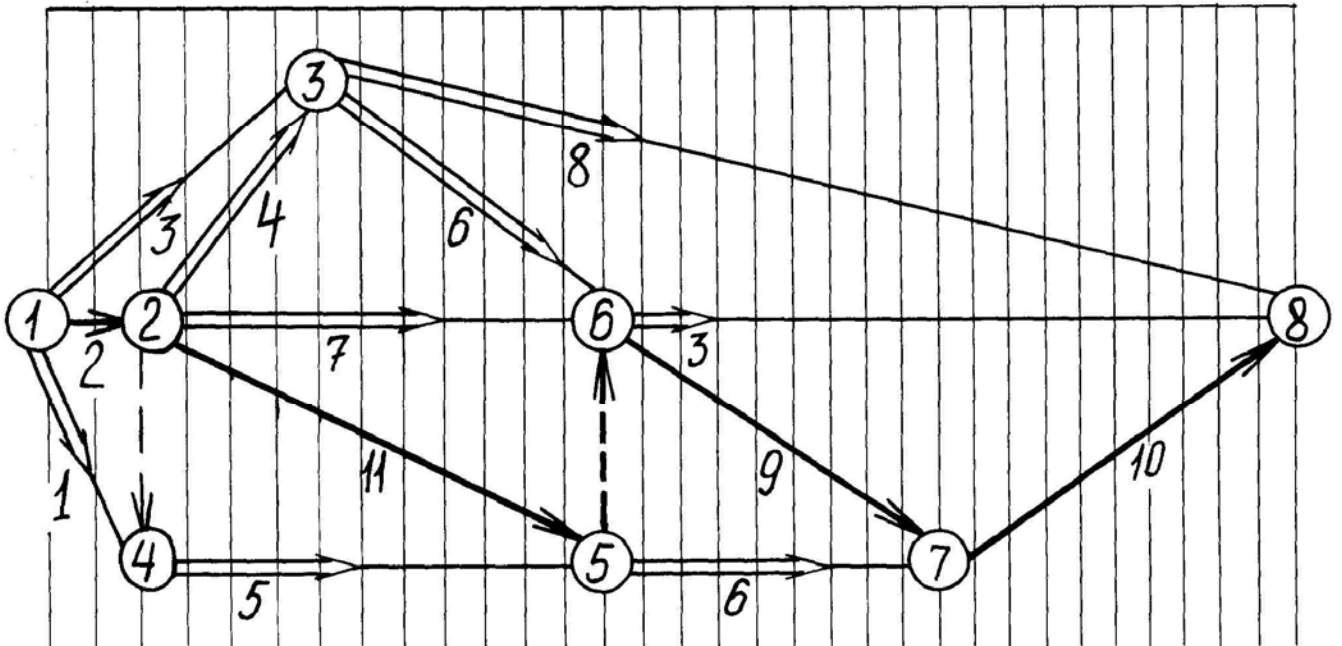
В случае необходимости, зная потенциал события, легко можно вычислить поздние окончания работ по формуле

$$t_{i-j}^{по} = T_{кр} - t_i^n \quad (24)$$

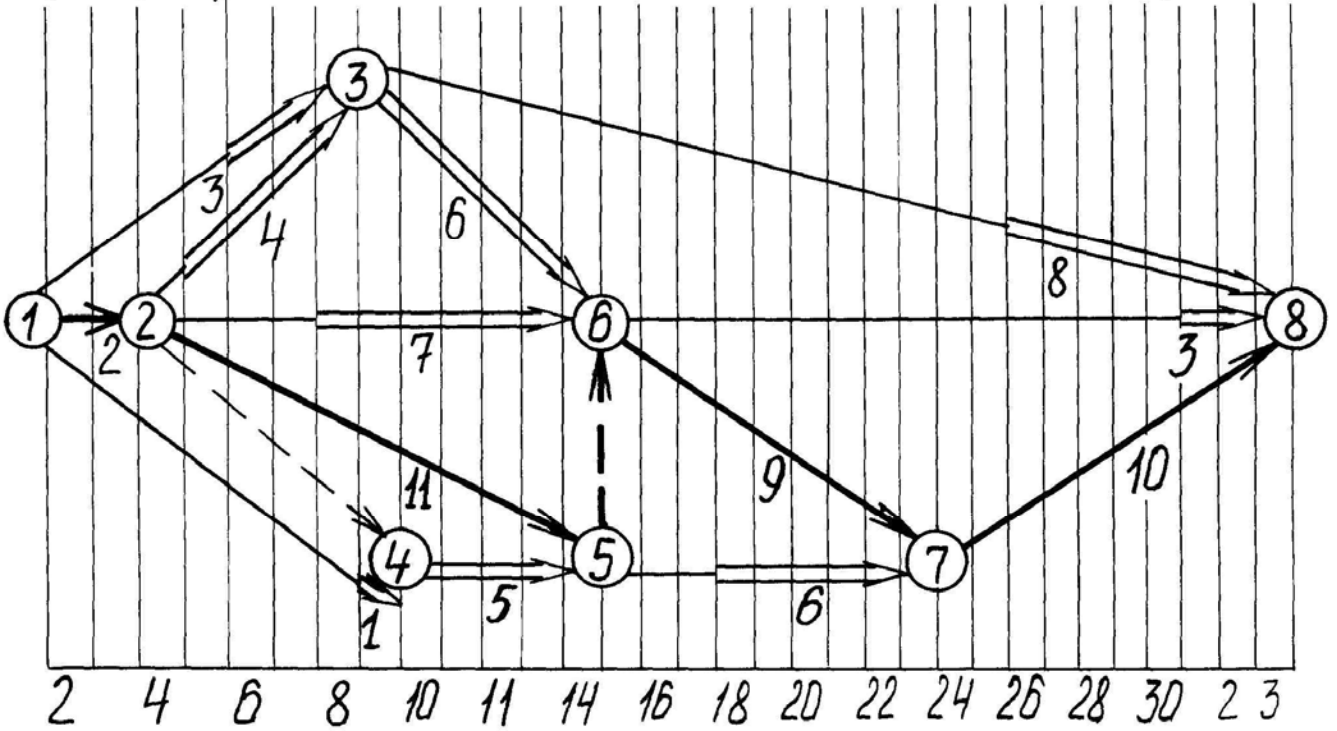
Например, для работы 1-3 $t_{1-3}^{по} = 32 - 25 = 7$. Результаты подсчета записываются в таблицу.

Изменения продолжительностей работ, возникающие в ходе выполнения графика, не влияют на потенциал последующих событий, поэтому пересчет графика занимает мало времени. Ускоренный расчет сетевых графиков методом потенциалов удобен для анализа хода строительства без применения ЭВМ.

а) Вариант (по ранним началам)



б) Вариант (по поздним окончаниям)



2 4 6 8 10 11 14 16 18 20 22 24 26 28 30 2 3

- \Rightarrow - Продолжительность работы
- \Rightarrow - Критический путь
- --- - Свободный резерв времени (вариант а)
- --- - Аварийный резерв времени (вариант б)

Рис. 1.10. Способы календаризации графиков

1.4. Календаризация и оптимизация сетевых графиков

Календаризация сетевых графиков

Первоначально сетевые графики строятся при безмасштабном изображении продолжительности работ. Однако при практическом пользовании графиками для подсчетов необходимых ресурсов и для контроля за соблюдением сроков работ это неудобно. Поэтому сетевые графики после расчета обычно календаризируются, т.е. строятся в масштабе времени выполнения работ с учетом нерабочих дней.

Приняты два способа календаризации графиков:

- а) по ранним началам работ,
- б) по поздним окончаниям работ.

При первом способе на графике наносится время раннего начала работ, привязанное к календарю данного года с учетом продолжительности рабочей недели на данном производстве. Ось времени обычно располагается горизонтально (рис.10а). В этом случае проекция на ось времени начального и конечного события каждой работы равна сумме продолжительности работы t_{i-j} и величине ее свободного резерва времени R^c_{i-j} :

$$Пт = t_{i-j} + R^c_{i-j} \quad (25)$$

При втором способе на график наносится время позднего окончания работ, опять таки привязанное к календарю (рис. 10 б). Проекция на ось времени здесь показывает сумму продолжительности работы t_{i-j} и аварийного резерва времени данной работы R^a_{i-j} .

По календаризированному сетевому графику удобно строить графики интенсивности выполнения видов работ и графики потребности во всех видах ресурсов (рабочей силы, механизмов, материалов и др.)

Вместо календаризации сетевых графиков их часто перестраивают в обычные линейные календарные графики по ранним началам работ с нанесением полных и свободных резервов времени.

На рис. 10 показан календаризированный график в предположении, что производство осуществляется непрерывно, а выходные дни работникам предоставляются по скользящему графику. Но многие виды производств организуются с общевыходными днями, поэтому при календаризации графиков следует учитывать количество рабочих дней в неделе и в месяце. Детализированные частые и первичные графики при календаризации их привязываются к конкретным месяцам того или иного года и реальным выходным дням месяца.

Основные понятия об оптимизации сетевых графиков

Выполнение любой реальной работы требует расхода ресурсов: времени, рабочей силы, механизмов, материалов, денег и др. Количество же их на строительстве может быть ограниченным по тем или иным причинам. Ограниченность ресурсов часто приводит к тому, что время выполнения отдельных работ приходится увеличивать. В отдельных случаях это приводит к увеличению продолжительности критического пути и к изменению его направления.

Возникают следующие задачи оптимального использования конкретных наличных или возможных ресурсов:

- определение срока выполнения отдельных работ и всего комплекса их, обеспечивающих минимальный расход какого-либо ресурса;
- распределение отдельных ресурсов по работам, приводящее к наименьшему времени выполнения отдельных работ, комплексов их и всего графика;
- распределение ресурсов по работам, обеспечивающее наименьший или наиболее равномерный расход их при заданном сроке выполнения всего графика.

Математическое решение задач оптимизации часто сложно, а во многих случаях не имеет еще точного решения. Поэтому в практике

оптимизации ресурсов часто используются приближенные способы как аналитические, так и графические.

Все ресурсы можно разбить на две группы:

- накапливающиеся со временем (материалы, детали, конструкции и др.);

- не накапливающиеся (рабочие, строительные машины и механизмы, полуфабрикаты и материалы с ограниченным временем хранения и т.п.).

В последующих параграфах будут рассмотрены пути оптимизации критического пути и некоторые способы оптимизации отдельных не накапливающихся и накапливающихся ресурсов.

Сокращение критического пути

При неограниченных ресурсах оптимальным временем выполнения всей программы, охватываемой данным сетевым графиком, очевидно, будет время, позволяющее получить наименьшую стоимость выполнения всего комплекса работ.

Принципиальная зависимость $C = f(T)$ изображена на рис. 11. Однако такого рода графики надо строить сначала для каждой отдельной работы, а затем уже на весь их комплекс. Это приводит к необходимости проектирования большого количества вариантов технологии и организации различных видов работ, организации всего производства в целом и соответствующих расчетов, которые нелегко выполнить даже при наличии современной вычислительной техники. Поэтому обычно продолжительности работ определяют каким-либо детерминированным или вероятностным способом и на основании их рассчитывают общую продолжительность выполнения всего графика $T_{кр}$.

Полученное $T_{кр}$ сравнивают с установленным плановым (директивным) сроком $T_{д}$, и если $T_{кр} > T_{д}$, то полученная в результате

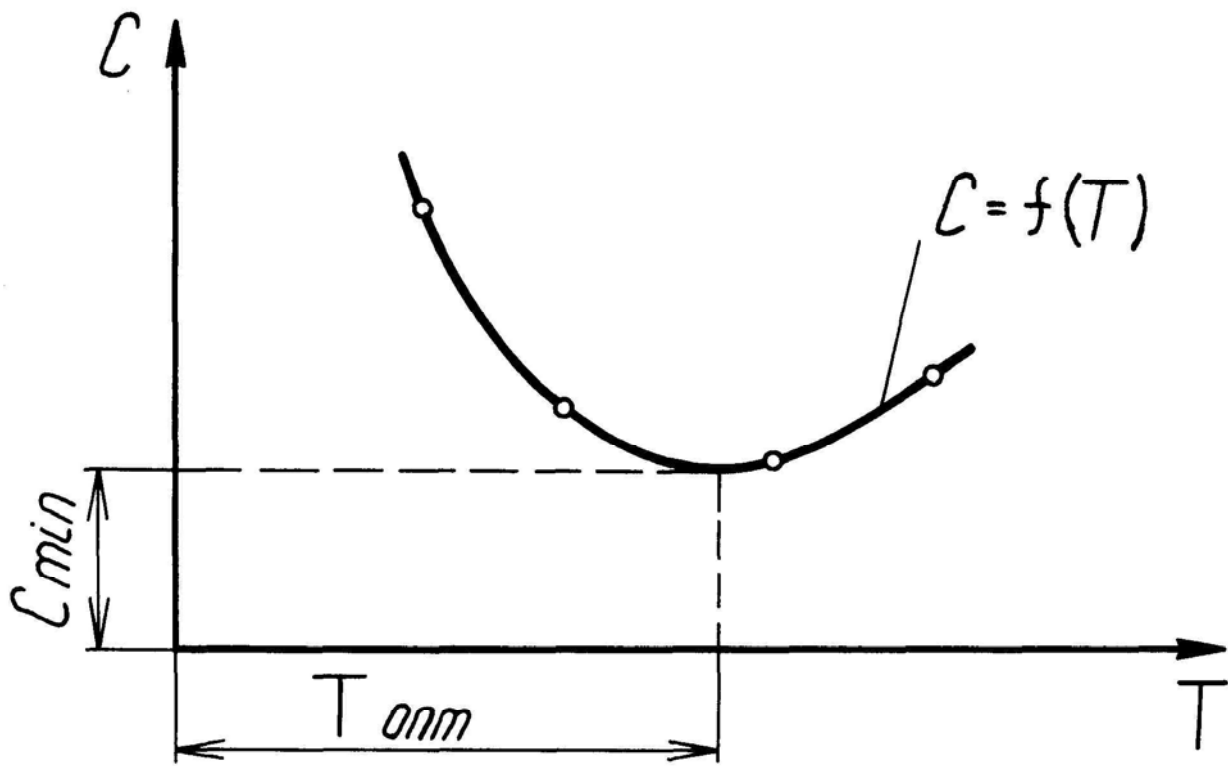


Рис. 1.11. Зависимость $C = f(T)$

расчета продолжительность критического пути должна быть сокращена до плановой. Делается это путем соответствующего уменьшения времени выполнения отдельных работ, лежащих на критическом пути. Существуют следующие способы сокращения продолжительности работ:

1. Увеличение количества механизмов и рабочих при ранее принятой технологии и сменности работ за счет работ, не лежащих на критическом пути, когда это позволяет тип механизмов и квалификация рабочих (такое решение не требует увеличения ресурсов строительства); или за счет резервов предприятия или внешней помощи. Это требует увеличения количества рабочих на строительстве и, как правило, удорожает работы.

2. Увеличение сменности, при этом количество механизмов не увеличивается, но растет численность рабочих на строительстве, что может привести к удорожанию работ.

3. Ведение более совмещенного выполнения разных видов работ при сохранении намеченной ранее технологии, что в ряде случаев может потребовать увеличения ресурсов.

4. Пересмотр технологической последовательности выполнения работ и последовательности выполнения работ и последовательности возведения отдельных объектов в рамках принятых способов работ, что обычно вызывает необходимость увеличения ресурсов.

5. Замена принятой технологии на более производительную, которая позволяет выполнить работы быстрее (например, замена экскаваторной разработки грунтов на гидромеханизированную, порционной подачи бетонной смеси на непрерывную и т.д.).

6. Изменение конструкции и типов сооружений на более индустриальные (например, замена монолитных бетонных конструкций сборными, замена железобетонных конструкций металлическими и т.д.). Это требует изменения проектных решений сооружений, а также технологии и организации работ.

При сокращении продолжительности работ критического пути следует все время следить за подкритическими путями, которые могут стать больше сокращенного критического пути и занять его место. В этом случае возникает необходимость соответствующего сокращения продолжительности работ и подкритических путей.

Уменьшение продолжительности отдельных работ критического и подкритических путей следует начинать с более ранних и лишь затем последовательно переходить к более поздним работам. Это нужно для того, чтобы не исчерпать возможностей дальнейшего сокращения этих путей. Такая необходимость часто может возникнуть в ходе выполнения графика, когда по каким-либо причинам произойдет увеличение продолжительности некоторых работ, лежащих на критическом пути, и потребуются сокращение времени выполнения последующих работ.

Одной из главных задач управления производством при помощи сетевых графиков является:

- повседневный контроль за соблюдением сроков выполнения работ критического пути:
- предотвращение удлинения этих сроков;
 - в случае необходимости нахождение способов сокращения продолжительности критического пути.

Оптимизация по накапливаемым ресурсам

Математическое решение задачи определения минимального размера запасов накапливаемых ресурсов довольно сложно. Поэтому нередко прибегают к графическим методам, позволяющим относительно просто найти решение, близкое к оптимальному. Оно осуществляется в такой последовательности:

- строится сетевой график, календаризированный по ранним окончаниям работ (рис. 12,а);

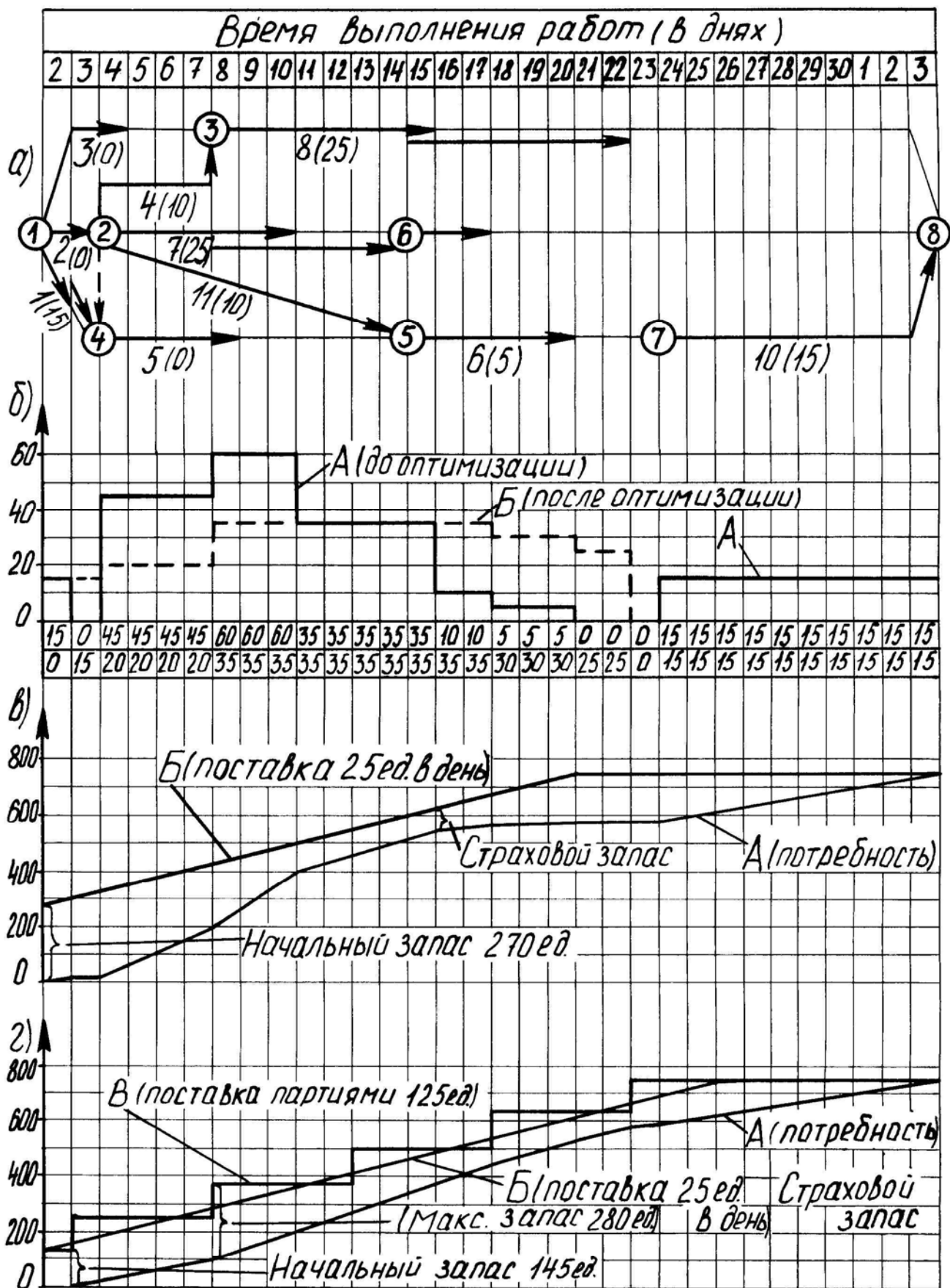


Рис. 1.12. Оптимизация по накапливаемым ресурсам.

- строится дифференциальный календарный график потребности ресурса (рис. 12 б);

- строится интегральный график потребности ресурса (рис.12,в).

Дальнейшее решение задачи зависит от возможностей поставки ресурса. Рассмотрим некоторые из часто встречающихся случаев:

1. Поставка ресурса может быть обеспечена непрерывно с любой нужной нам интенсивностью. Задача практически решена, следует лишь установить размер страхового запаса (в днях работы), который будет использован при завершении работ. График поставки ресурса изображен на рис. 12,в-Б. Страховой запас принят равным двум дням работы.

2. Возможная интенсивность непрерывной поставки ресурса ограничена (25 единиц в день). Тогда для удовлетворения потребности в нем необходимо создание запаса к началу работ в 200 единиц, а при наличии двухдневного страхового запаса (к 10 и к 18 дню) - 270 единиц. На эту величину должна быть рассчитана емкость складов, а поставка начаться за 11 дней до начала работы 1-4 (рис. 12в-В).

3.Емкость складов при ограниченной поставке ресурса (25 единиц) может быть уменьшена, если оптимизировать график выполнения работы 1-2 на 1 день, работы 2-6 на 4 дня и работы 3-8 на 7 дней в пределах свободного резерва времени. Дифференциальный график потребности в ресурсе для этого случая изображен на рис. 12,б-Б, а интегральный график на рис.12,г-А. При интенсивности поставки ресурса 25 единиц в день для обеспечения потребности в нем необходимо создание к началу работ запаса в 85 единиц. А с учетом двухдневного страхового запаса к 20 дню -145 единиц. Величина складов может быть уменьшена на 125 единиц, а поставки начаты лишь на 6 дней раньше начала работы 1-4 (рис.12,г-Б).

4. Поставка ресурса производится одинаковыми по размеру партиями в 125 единиц через каждые 5 дней. К началу работ на складах необходимо иметь 250 единиц ресурса. Максимальная же емкость складов должна быть

280 единиц (рис.12,г-В). Минимальный страховой запас - 55 единиц образуется на 17-й день, что примерно равно двум дням работы. Поставка партиями всегда приводит к увеличению запасов ресурсов на складах.

Для облегчения построения интегральных графиков удобно производить численный подсчет нарастания потребности в ресурсе и в поставке его по дням, как это сделано под рис.12,б.

Оптимизация по ненакапливаемым ресурсам

К ненакапливаемым ресурсам относят обычно материалы и полуфабрикаты с ограниченным сроком хранения (например, бетонная смесь, цементный раствор и др.), механизмы, рабочая сила. При использовании таких ресурсов ограничением является имеющееся на данном производстве количество их. Критерий оптимальности - возможно более равномерное использование ресурса и минимальная задержка срока выполнения работ.

Графическое решение задачи представлено на рис. 13. В правой части его изображен первичный сетевой график, на котором первой цифрой под стрелкой показана продолжительность работ в днях, а второй в скобках - потребность в рабочей силе в день. График изображает работу комплексной бригады, выполняемую с помощью механизированного инструмента, рабочие владеют смежными специальностями и могут быть использованы на разных работах.

Задача решается в такой последовательности:

1) строится линейный календарный график с нанесенными на нем полными и свободными резервами времени;

2) по нему строится дифференциальный график потребности в рабочей силе, который первоначально в рассматриваемом примере имеет большие пики (до 60 человек) и провалы (до 15 человек) в использовании рабочей силы, что не может быть допущено;

Код работы	t дн	Трудоемкость ч-дн	Время выполнения																														
			Июнь																											Июль			
			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
1-2	2	10	5	*																													
1-3	3	30						*																									
1-4	1	25	25	*																													
2-3	4	40								*																							
2-4	0	0		*																													
2-5	11	165							15												*												
2-6	7	70							10																								
3-6	6	60																															
3-8	8	40																															
4-5	5	75																															
5-6	0	0																															
5-7	6	60																															
6-7	9	135																															
6-8	3	75																															
7-8	10	200																															

Сдвигка в пределах R^c
Сдвигка в пределах Rⁿ

Сдвигка в пределах R^c

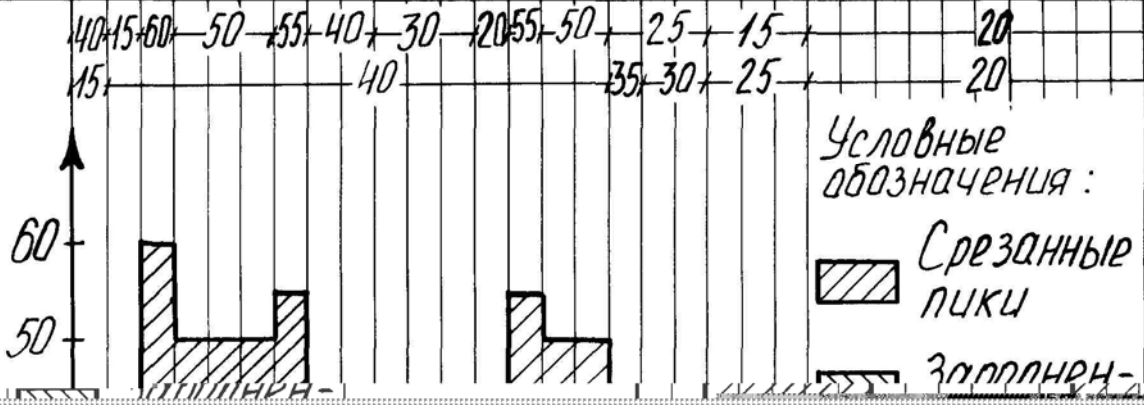
Сдвигка из-за передвижки работы 2-3

Сдвигка из-за 2-3 + передвижка в пределах R^c

*Растяжка конца срока в пределах R^c

*Сдвигка в пределах R^c

Растяжка конца срока в пределах R^c



3) производится изменение сроков выполнения отдельных работ, не лежащих на критическом пути, в пределах свободных резервов времени (работа 2-3 передвинута в пределах полного резерва времени).

Полученный в результате оптимизации новый дифференциальный график потребности в рабочей силе по сравнению с первоначальным имеет более плавный вид без резких кратковременных пиков. Наибольшая потребность в рабочих 40 человек. Дальнейшая оптимизация (выравнивание) графика, изображенного на рис.13, невозможна без увеличения продолжительности критического пути и без изменения технологической последовательности и продолжительности работ первичного сетевого графика.

При существенном ограничении не накапливаемых ресурсов сроки выполнения работ часто приходится перемещать за пределы полного резерва времени и, следовательно, увеличивать продолжительность критического пути.

Выводы по разделу 1

Сетевые графики - модель процесса осуществления какой-либо программы. Они позволяют:

- наиболее точно и обоснованно установить технологические и организационные взаимозависимости работ, необходимые для осуществления программы, продолжительности выполнения этих работ и всей программы;

- выявить и отразить с нужной степенью детализации отдельные работы программы;

- производить разносторонний анализ различных вариантов программы, определять влияние отдельных факторов на выполнение ее, вносить обоснованные изменения в использование ресурсов, в улучшение программы;

- сосредотачивать внимание руководства на выполнении работ критического пути, прогнозировать области потенциальных затруднений в осуществлении программы и заблаговременно разрабатывать способы устранения этих затруднений;

- быстро получать данные о расхождениях между намеченной программой и ее выполнением, использовать эту информацию для контроля и оперативных решений по регулированию хода осуществления программы;

- использовать опыт и знания широкого круга специалистов, привлекая их к составлению графиков, благодаря чему более правильно учитывать все ресурсы и возможности данного производства при составлении сетевых графиков и их выполнении;

- обеспечить четкое распределение обязанностей между исполнителями и координацию их работ, упорядочить деятельность управленческого аппарата;

- для обработки больших объемов информации и подготовки рекомендаций по намечаемым решениям использовать современную быстродействующую вычислительную технику.

Таким образом, сетевые графики являются действенным средством улучшения перспективного и текущего планирования и управления ходом осуществления многих весьма сложных программ. Но для успешного применения их руководители всех рангов должны знать способы построения, расчета и применения сетевых графиков, понимать их преимущества и возможности по сравнению с другими моделями, уметь использовать их в своей практической деятельности, а производство должно быть обеспечено всеми ресурсами, необходимыми для выполнения графика в установленные сроки.

2. Экономика строительства

2.1. Определение технико-экономических показателей выполнения работ с использованием единых, ведомственных или местных норм и расценок на строительные-монтажные работы (ЕНиР, ВНиР или МНиР)

Задание на выполнение практического занятия приведено в приложении 1. В нем указываются варианты, разделы и пункты исходных данных для выполнения работы, а также состав определяемых показателей. Индексы роста цен на заработную плату и продолжительность рабочей недели принимаются в соответствии с пунктом 3 задания № 1. Исходные данные для выполнения задания приведены в табл.1.

Исходя из вида работы, применяемых строительных машин, характеристики рабочего оборудования, способа выполнения работ и других исходных данных, помещенных в табл.1, студентами применяются необходимые для выполнения задания сборники ЕНиР (ВНиР, МНиР). Эти сборники содержат нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. Следует учитывать что, ЕНиР являются сборниками обязательными для всеобщего применения на территории РФ. ВНиР применяются в министерствах и ведомствах их утвердивших и выполняющих работы, которых нет в ЕНиР. На работы или условия, которых нет в ЕНиР и ВНиР составляются МНиР. Они утверждаются руководителем строительства и являются обязательными только для конкретного района или строительства.

Студентами определяются основные технико-экономические показатели по нормативным данным соответствующих глав и параграфов сборников. С особой тщательностью следует прорабатывать указания вводной и технической частей ЕНиР (ВНиР, МНиР).

Расчет показателей производится в форме табл.2., перед которой указываются номер и название сборника ЕНиР (ВНиР, МНиР), глава и параграф.

Таблица 2

Расчет основных показателей выполнения работы

№ № п/п	Наименование Показателей	Расчет показателей	Количественная оценка показателя
1	2	3	4
1.	Трудозатраты: а) на единицу объема работ ■ чел.-ч ■ маш.-ч б) на общий объем работ ■ чел.-ч ■ маш.-ч	$T_{ед}$ - определяется по таблицам ЕНиР (ВНиР, МНиР) $T_{зоб} = T_{ед} * n$	
2.	Производительность: ■ часовая ■ сменная	$П_ч = V_{ед} / t_{ед}$ $П_{см} = П_ч * 8$	
3.	Расценка на выполнение работы в ценах 1984 г.: а) за единицу объема работ б) за общий объем работ	$P_{ед}$ определяется по таблицам ЕНиР (ВНиР, МНиР) $P_{об} = P_{ед} * n$	

1	2	3	4
4.	Заработная плата в ценах 1984 г.: <ul style="list-style-type: none"> ■ часовая ■ сменная ■ месячная 	$Z_{\text{ч}} = P_{\text{ед}} / t_{\text{ед}}$ $Z_{\text{см}} = Z_{\text{ч}} * 8$ $Z_{\text{мес}} = Z_{\text{см}} * 22$	
5.	Заработная плата в ценах 200... г.: <ul style="list-style-type: none"> ■ месячная ■ за общий объем работ 	$Z_{\text{мес}}^{200..} = Z_{\text{мес}} * I_{\text{ЗП}}$ $Z_{\text{об}}^{200..} = Z_{\text{об}} * I_{\text{ЗП}}$	

Обозначения:

$t_{\text{ед}}$ - затраты труда (или машинного времени) на единицу измерения работ, в чел.-ч или маш-ч;

$TZ_{\text{об}}$ - трудозатраты на общий объем работ, в чел.-ч и маш.-ч;

n - количество единиц измерения работ;

$P_{\text{ч}}$ - часовая производительность;

$P_{\text{см}}$ - сменная производительность;

$V_{\text{ед}}$ - единица измерения объема работ, в натуральных показателях;

$P_{\text{ед}}$ - расценка за единицу выполненного объема работ, в руб.

$P_{\text{об}}$ - расценка за выполнение общего объема работ, в руб.;

$Z_{\text{ч}}$ - часовая заработная плата в ценах 1984 года, в руб.;

$Z_{\text{см}}$ - сменная заработная плата в ценах 1984 года, в руб.;

$Z_{\text{мес}}$ - месячная заработная плата в ценах 1984 года, в руб.;

$Z_{\text{мес, тек}}$ - месячная заработная плата в текущих ценах, в руб.;

З_{общ, тек} – заработная плата за весь выполненный объем работ в ценах 1984 года, в руб.;

I_{зп} – индекс роста цен на заработную плату, в относительных величинах.

2.2. Определение стоимости работ по единым районным единичным расценкам на строительные работы и конструкции (ЕРЕР)

Задание на выполнение практического занятия приведено в Приложении 2. В нем указываются вариант, раздел и пункт исходных данных для выполнения работы, состав определяемых показателей, принимаемые индексы роста цен на заработную плату, эксплуатацию машин и механизмов, и на материальные ресурсы.

Исходные данные приведены в табл.3.

Студентами определяются сборники ЕРЕР, необходимые для выполнения задания и соответствующие единичные расценки (исходя из наименований и характеристик строительных работ). ЕРЕР разработаны в составе 50 сборников, наименования и порядковые номера которых соответствуют принятым в сборниках элементных сметных норм ч.IV СНиП-1984. Перечень сборников ЕРЕР и порядок их применения изложены в Указаниях по применению единых районных единичных расценок на строительные конструкции и работы (ЕРЕР-84). Особое внимание следует уделить положениям общих и технических частей сборников, в которых приводятся указания о порядке применения единичных расценок и правила исчисления объемов работ.

Следует также обратить внимание на то, что единичные расценки, помещенные в сборники ЕРЕР-84, с различной степенью полноты учитывают

стоимость материальных ресурсов. В этой связи они подразделяются на две разновидности: закрытые и открытые.

Закрытые расценки учитывают все элементы прямых затрат, необходимые для выполнения строительных работ. При этом сметная стоимость материальных ресурсов включает стоимость основных материалов, изделий и конструкций, и прочих материалов. В открытых расценках не учитывается сметная стоимость основных материалов, изделий и конструкций.

Заработная плата в прямых затратах, включая затраты на эксплуатацию строительных машин и механизмов, определена в сборниках ЕРЕР-84 с районным коэффициентом, равным единице.

Строительные материалы с учетом источников их получения подразделяются на две группы: местные и привозные. Следует различать, что на местные материалы установлены оптовые цены вида: франко-склад поставщика или франко-вагон станции назначения, а на привозные материалы - франко-вагон станции назначения.

Сметная стоимость большинства видов привозных материалов учтена в Сборнике средних районных сметных цен на материалы, изделия и конструкции, являющемся приложением к ч.IV СНиП. Он состоит из 5 частей, цены следует применять дифференцировано в соответствии с территориальными районами и подрайонами.

Стоимость эксплуатации строительных машин и механизмов в ЕРЕР-84 определяется по сметным ценам машино-часа Сборника сметных цен эксплуатации строительных машин в соответствии с их количеством, приведенным в элементных сметных нормах.

Применение ЕРЕР является обязательным для предприятий (организаций) министерств (ведомств) при проектировании и строительстве новых, а также при расширении, реконструкции и техническом перевооружении действующих предприятий и объектов строительства. Вместе с тем следует помнить, что они не распространяются на

строительство уникальных и специфических зданий и сооружений. Сметная стоимость этих работ и конструкций определяется по индивидуальным единичным расценкам, разрабатываемым по решениям инвестиционно-строительных компаний (заказчиков) и строительных предприятий (фирм).

Таблица 1

Исходные данные для выполнения задания 1

№№ п/п	Наименование работ и исходные данные	Варианты									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Раздел I. Земляные работы										
1.	Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами-драглайнами										
A)	Ковш с зубьями										
	Количество единиц измерения	100	150	200	250	300					
	Емкость ковша в м ³	0,50	0,75	1,00	1,50	2,00					
	Глубина забоя, м до	4	4	6	6	8					
	Группа грунта	I	I	II	II	III					
	С погрузкой в транспортные средства	+	-	+	-	+					
	Навымет	-	+	-	+	-					
B)	Ковш со сплошной режущей кромкой										
	количество единиц измерения						125	175	225	275	325
	емкость ковша в м ³						0,40	0,65	0,80	1,10	1,50
	глубина забоя, м до						4	4	4	6	6
	группа грунта						I	II	III	Im	Iim
	Навымет						-	+	-	+	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.	Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами-прямая лопата										
A)	ковш с зубьями										
	количество единиц измерения	100	150	200	250	300					
	емкость ковша в м ³	0,25	0,50	1,00	2,00	4,00					
	высота забоя, м	1,5	3,0	5,0	3,0	5,0					
	группа грунта	I	III	IV	V	III					
	С погрузкой в транспортные средства	-	+	-	+	-					
	Навымет	+	-	+	-	+					
B)	ковш со сплошной режущей кромкой										
	количество единиц измерения						125	175	225	275	325
	емкость ковша в м ³						0,40	0,65	0,80	1,10	1,50
	глубина забоя, м до						1,5	2,0	5,0	3,0	3,0
	группа грунта						I	II	III	Im	IIм
	С погрузкой в транспортные средства						+	-	+	-	+
	Навымет						-	+	-	+	-
3.	Разработка грунта в котлованах одноковшовыми экскаваторами-обратная лопата										
A)	ковш с зубьями										
	количество единиц измерения	100	150	200	250	300					
	емкость ковша в м ³	0,15	0,25	0,30	0,50	0,55					

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	группа грунта	II	III	II	IV	V					
	С погрузкой в транспортные средства	+	-	+	-	+					
	Навымет	-	+	-	+	-					
Б)	ковш со сплошной режущей кромкой										
	количество единиц измерения						125	200	275		
	емкость ковша в м ³						0,40	0,65	0,80		
	группа грунта						I	II	III		
	С погрузкой в транспортные средства						-	+	+		
	Навымет						+	-	-		
4.	Разработка грунта в траншеях одноковшовыми экскаваторами-обратная лопата										
А)	ковш с зубьями										
	количество единиц измерения	150	250	300	350	400					
	емкость ковша в м ³	0,15	0,25	0,30	0,50	0,55					
	группа грунта	I	II	III	IV	V					
	С погрузкой в транспортные средства	-	+	-	+	+					
	Навымет	+	-	+	-	-					
5.	Разработка грунта многоковшовыми экскаваторами (в траншеях) с емкостью черпака более 20 л										
	количество единиц измерения									250	300

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Г)	приемка бетонной смеси объемом 200 тыс.м ³		+								
Д)	подача бетонной смеси объемом 200 тыс.м ³		+								
Е)	отсоединение и присоединение звеньев бетоновода		+								
Ж)	очистка 200 м бетоновода нагнетанием воды		+								
	(Г+д+е+ж)		+								
3.	Укладка бетонной смеси в блоки бетонирования низко- и средненапорных сооружений (вид и характеристика конструкций принимается в соответствии с ВНиР) объемом 100 тыс.м ³										
А)	Непосредственно на место укладки			+							
Б)	с погрузкой на приемные устройства			+							
4.	Укладка бетонной смеси в блоки бетонирования высоких гравитационных, арочно-гравитационных и арочных плотин V= 200 тыс.м ³										
А)	бадьями при помощи кранов с уплотнением манипулятором с навесным вибропакетом на выдвигной стреле				+						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Б)	специальным автомобилем-самосвалом с уплотнением вибропакетом смонтированным на раме малогабаритного электротрактора				+						
5.	Укладка бетонной смеси в облицовку каналов, земляных плотин и бетонную подготовку при толщине слоя облицовки до 40 см объемом 100 тыс.м ³										
А)	при помощи бульдозеров с уплотнением вибраторами вручную					+					
Б)	при помощи бульдозеров с уплотнением навесной виброплитой на электротракторе:										
	при горизонтальной поверхности						+				
	при уклоне 1: 4						+				
В)	С подачей в карту транспортными приборами:										
	Бетононасосами							+			
	бадьями при помощи кранов и автомобилями-самосвалами							+			

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3.	Разработка выемок экскаваторами-Драглайнами с отсыпкой грунта в ка-Вальеры с ковшом емкостью 1 м ³ , Группа грунта I, общий объем 30 тыс.м ³ , территориальный район VII	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
4.	Возведение насыпей из резервов Экскаваторами-драглайнами с ковшом вместимостью 0,8 м ³ , группа грунта IV, общий объем 20 тыс.м ³ , территориальный район V	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
5.	Разработка грунта экскаваторами на гусеничном ходу с погрузкой на автомобили-самосвалы с ковшом вместимостью 2,5 м ³ , группа грунта VI, общий объем 35 тыс.м ³ , территориальный район XI	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
6.	Разработка грунта бульдозерами с перемещением до 20 м мощностью до 132 кВт (180 л.с.), группа грунта II, общий объем 35 тыс.м ³ , территориальный район XI	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
7.	Устройство каналов, дамб обвалования одноковшовыми экскаваторами с ковшом вместимостью 2 м ³ , группа грунта I, общий объем 50 тыс.м ³ , территориальный район I		-	-	-	-	-	+	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	- кран башенный 16-50 т	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
	- территориальный район	-	-	-	-	-	III	IV	V	VIII	X
	- общий объем работ, тыс.м ³	-	-	-	-	-	110	120	130	140	150
3.	Укладка бетонной смеси в блоки бетонных конструкций высотой 3 м площадью до 150 м ² с подачей ее кранами в бадьях вместимостью 3,2 м ³ :										
	- кран башенный 13-25 т	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-
	- территориальный район	I	II	IX	X	XII Б	-	-	-	-	-
	- общий объем работ, тыс.м ³	110	120	130	140	150	-	-	-	-	-
4.	То же, площадью свыше 150 м ²	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+
5.	Укладка бетонной смеси с бескрановой подачей ее бетоновозами при послойном бетонировании:										
	- территориальный район	III	XI	XII	VIII А	X	-	-	-	-	-
	- общий объем работ, тыс.м ³	110	120	130	140	150	-	-	-	-	-
6.	Устройство гравийной (песчаной) подготовки под сооружения:										
	- территориальный район	II	III	XI	X	VIII А	-	-	-	-	-
	- объем работ, тыс.м ³	10	20	30	40	50	-	-	-	-	-

Исходные данные для выполнения задания 3

№ № п/п	Наименование материала и исходные данные	Варианты									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
	Район строительства	Волго-градская область	Кемеровская область	Вологодская область	Краснодарский край	Алтайский край	Татарстан	Брянская область	Астраханская область	Амурская область	Приморский Край
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Бетон тяжелый: - марка по прочности на сжатие - крупность заполнителя, мм - осадка конуса, см - морозостойкость ($M_{pз}$) - водонепроницаемость (Мпа) - расстояние перевозки, км - вид транспорта-автомобили – самосвалы	150 >10 до 20 от 5 до 10 50 — 3 +	200 >40 > 10 100 — 5 +	250 >20 до 40 <2 150 0,2 7 +	300 >10 до 20 <4 200 0,6 9 +	350 10 и менее от 5 до 10 150 0,4 12 +	400 >40 >10 250 0,4 15 +	450 >20 до 40 <2 200 0,6 17 +	500 >10 до 20 <4 250 0,6 20 +	600 10 и менее от 5 до 10 300 0,4 10 +	250 >20 до 40 <2 150 0,4 13 +

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2.	Гравий - фракция, мм - расстояние перевозки, км - вид транспорта- автомобили- самосвалы	5-10 10 +	5-20 15 +	10-20 20 +	20-40 25 +	40-70 30 +	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —
3.	Песок дробленый обогащенный: - марка - расстояние перевозки, км - вид транспорта автомобили- самосвалы	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	1000 5 +	800 10 +	600 15 +	400 35 +	— — —
4.	Песчано-гравийная смесь природная обогащенная: - содержание гравия, % - расстояние перевозки, км - вид транспорта- автомобили- самосвалы	15-25 15 +	25-35 20 +	35-50 25 +	50-65 30 +	67-75 40 +	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5.	Щебень из естественного камня: - марки 1400 - фракция, мм - расстояние перевозки, км: - вид транспорта- автомобили- самосвалы	—	—	—	—	—	5-10	5-20	10-20	20-40	40-70
		—	—	—	—	—	10	15	20	25	30
		—	—	—	—	—	+	+	+	+	+

Индексы роста цен на прямые затраты в целом ($I_{пз}$) определяются по следующей формуле:

$$I_{пз} = \frac{I_{зп}^б \cdot I_{эп} + I_{эм}^б \cdot I_{эм} + I_{м}^б \cdot I_{м}}{I_{п}^б}, \quad (1)$$

где $I_{зп}^б$, $I_{эм}^б$, $I_{м}^б$ - установленные расценкой затраты,

соответственно на заработную плату, эксплуатацию машин и материалы по базисному району;

- $I_{п}^б$ - прямые затраты по базисному району ($I_{зп}^б + I_{эм}^б + I_{м}^б$);

- $I_{эп}$, $I_{эм}$, $I_{м}$ - индексы роста цен на заработную плату, эксплуатацию машин и материалы.

Дополнительная заработная плата ($\Delta I_{зп}$) определяется по формуле:

$$\Delta I_{зп} = (I_{зп}^P + I_{зп}^M) \cdot (k_{зпг} - 1), \quad (2)$$

где $I_{зп}^P$ - основная заработная плата рабочих по базисному району;

$I_{зп}^M$ - заработная плата рабочих, обслуживающих машины;

$k_{зпг}$ - районный коэффициент к заработной плате рабочих.

Стоимость выполнения единицы объема работ и конструкций ($C_{ед}$) для заданного территориального района (по делению ЕРЕР) в текущем (прогножном) уровне без стоимости материалов не учтенных в расценке определяется по формуле:

$$C_{ед} = I_{п}^{ТР} \cdot I_{пз} + \Delta I_{зп} \cdot I_{эп}, \quad (3)$$

где $I_{п}^{ТР}$ - прямые затраты для заданного территориального района.

Стоимость выполнения всего объема работ (Π_o) по заданию определяется:

$$\Pi_o = \Pi_{ед} \cdot V, \quad (4)$$

где V - общий объем работ.

Учет стоимости материалов, не включенных в единичную расценку, выполняется в составе задания № 3.

2.3. Калькуляция стоимости материальных ресурсов

Задание на выполнение практического занятия приведено в приложении 3, в котором указываются исходные данные для выполнения, состав определяемых показателей, индекс роста цен на материалы, норматив заготовительно-складских расходов, содержание и оформление работы.

Исходные данные помещены в табл.4.

Исходя из наименования и характеристики материалов и других исходных данных, помещенных в табл.3, студентами определяются необходимые для выполнения задания сборники средних районных сметных цен на материалы, изделия и конструкции (СЦМ). Они состоят из 5 частей. Сборники сметных цен на перевозку грузов для строительства (СЦПГ), включают в себя две части.

Стоимость материалов (I_M) включает в себя оптовую цену ($\Pi_{оп}$), транспортные расходы ($I_{тр}$), состоящие из стоимости погрузочно-разгрузочных работ ($I_{пр}$), стоимости тары, упаковки и реквизита (I_p), тарифов на перевозку материалов (I_T) и заготовительно-складских расходов ($I_{зс}$)

$$I_M = (\Pi_{оп} + (I_{пр} + I_p + I_T) \cdot q) \cdot k_{зс}, \text{ руб./м}^3 \quad (3.5)$$

$\mathbf{Ц_{оп}}$ определяется с учетом пояса района строительства и необходимых надбавок и скидок (руб./м³).

$\mathbf{И_{пр}}$ определяется с учетом коэффициента на погрузочно-разгрузочные работы в зависимости от района строительства (область, край, республика).

$\mathbf{И_{т}}$ определяется с учетом поясного коэффициента к тарифам на перевозку грузов, класса груза и расстояния перевозки.

$$\mathbf{И_{тр}} = (\mathbf{И_{пр}} + \mathbf{И_{р}} + \mathbf{И_{т}}), \text{ в руб./т}$$

\mathbf{q} - масса единицы измерения, т /м³.

$\mathbf{k_{зс}}$ - коэффициент для учета заготовительно-складских расходов.

В табл.5 помещена рекомендуемая форма для определения стоимости неучтенных в ЕРЕР материальных ресурсов; в табл.6 - каталог расценок на выполнение строительных работ и конструкций.

Таблица 5

Калькуляция стоимости материальных ресурсов

№ п/п	Наименование материалов, изделий и конструкций	Едини- ца изме- рения	Масса единицы измерения (q), т/м ³	Обоснова ние оптовой цены	Оптовая Цена $\mathbf{Ц_{оп}}$, руб./ м ³	Обосно- вание транс- портных расходов
1	2	3	4	5	6	7

Продолжение таблицы 5

Элементы транспортных расходов, руб./ т			Всего транспортных расходов, $I_{тр}$		Общая Стоимость $I_{м}$, руб/м ³
Стоимость Погрузочно- разгрузочных работ, $I_{пр}$	Стоимость тары и рек- визита, $I_{р}$	Тариф на перевозку , $I_{т}$	Руб./т	руб./м ³	
8	9	10	11	12	13

Таблица 6

**Каталог расценок на выполнение строительных
работ и конструкций**

№ п/п	Наименование строительных работ и конструкций	Единица измере- ния	Стоимость по ЕРЕР (по заданию 2)	
			В базисном уровне цен	В текущем (прог- нозном) уровне цен
1	2	3	4	5

окончание таблицы 6

Стоимость материалов		Общая стоимость	
В базисном уров- не цен (по табл.5), $Ц_{оп}^б$	В текущем (прог- нозном) уровне цен, $Ц_{оп}^б * J_{м}$	В базисном уровне цен, гр.4+ гр. 6	В текущем (прог- нозном) уровне, Гр.5 + гр.7
6	7	8	9

2.4. Составление локального сметного расчета

В Приложении 4 приводится задание на выполнение практического занятия. Локальный сметный расчет на строительные работы составляется по типовой форме №4, регламентированной в Порядке определения стоимости строительства и свободных (договорных) цен на строительную продукцию в условиях развития рыночных отношений (Госстрой России, 1994 г.).

Основанием для составления локальных сметных расчетов являются: ведомости объемов строительных работ; заказные спецификации изделий и конструкций; каталоги единичных расценок; сборники средних районных сметных цен на материалы, изделия и конструкции (ч.ч. I-V); сборник РБСЦ-84 на местные строительные материалы, изделия и конструкции; нормы накладных расходов по видам строительства; нормы сметной прибыли, районные и другие коэффициенты к заработной плате рабочих.

Необходимые для выполнения задания данные о количестве единиц измерения (объем работ) установлены в задании №2 (табл.2). Стоимость единицы измерения определена в задании №3 (табл.5).

Описание строительных конструкций и работ следует давать согласно наименованиям соответствующих единичных расценок, приведенных в каталогах, а объемы работ подсчитываются в измерителях, принятых для единичных расценок. При применении открытых расценок необходимо дополнительно рассчитать сметную стоимость материалов, изделий и конструкций и показать ее второй строкой.

На первом листе локального сметного расчета студентами должны быть указаны наименования конкретных видов строительных работ, их сметная стоимость, номера чертежей, на основании которых составлен расчет.

В локальных сметных расчетах отдельно показываются нормативная трудоемкость и сметная заработная плата. Эти показатели используются

инженерно-техническими работниками предприятий (организаций) в планировании и организации труда при реализации строительных контрактов.

Таблица 7

Локальный сметный расчет

№№ п/п	Шифр, номера нормативов и коды ресурсов	Наименование Работ и затрат	Ед. изм.	К-во ед. по про- екту	Сметная стоимость, в руб.			
					в базисном уровне цен		В текущем (прогножном) уровне цен	
					На ед. изм.	общая	на ед. изм.	Обща я
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1								
...								
N								
		Итого						
		Накладные Расходы						
		Сметная Прибыль						
		Итого По смете						

Выводы по разделу 2

1. Эффективность использования инвестиций и деловые взаимоотношения между контрагентами по договору зависят от рационального и бережного использования трудовых, материальных и технических ресурсов, применяемых при реализации инвестиционных проектов. В условиях недостатка в инвестировании строительных проектов возрастает значение этих ресурсов, что вызывает необходимость в их нормировании.
2. Основной задачей технического нормирования в строительстве является разработка производственных норм. Основными показателями расхода ресурсов, установленными техническим нормированием являются: нормы времени рабочих, нормы выработки рабочих, нормы времени машин,

нормы производительности машин, нормы расхода строительных материалов.

3. Система ценообразования и сметного нормирования в строительстве представляет собой совокупность правил, положений, норм, расценок, цен и других сметных материалов, необходимых для определения стоимости строительной продукции в конкретных условиях ее создания. Сметные нормы в физических единицах измерения сохраняют действенность отечественной, десятилетиями наработанной сметно-информационной базы в условиях современного рынка.
4. Сметные нормы и расценки используются на всех стадиях инвестиционного цикла: при обосновании необходимости строительства; при разработке тендерной документации; при проведении конкурсов и торгов; при проектировании и строительном производстве; при расчетах за выполненные работы и при сдаче объекта в эксплуатацию.
5. Сметная документация составляется в определенной последовательности: вид работ (затрат) - объект - пусковой комплекс - очередь строительства - стройка в целом. В учебном пособии рассматривается первый этап этой последовательности. Оставшиеся этапы будут рассматриваться на 5 курсе.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Задание №1

Определение показателей выполнения работ с использованием ЕНиР (ВНиР, МНиР)

Студент _____ группы _____

1. Исходные данные для выполнения задания помещены в табл.1:

- вариант _____
- раздел _____
- пункт _____

2. Определить:

- состав работ;
- состав звена (профессия и разряд рабочих);
- трудозатраты в чел.-ч и маш.-ч. на единицу объема работ и на общий объем по заданию);
- часовую и сменную производительность;
- расценку на выполнение работы за единицу измерения и за общий объем работ;
- заработную плату за час, смену и месяц.

3. Принимаются:

- 40- часовая продолжительность рабочей недели (пятидневка);
- индекс роста цен на заработную плату _____
(200 __ по отношению к 1984г);

4. Содержание и оформление работы:

- а) наименование работы и основные исходные данные (по табл.2)
- б) состав работ (по ЕНиР, ВНиР или МНиР)
- в) состав звена (по ЕНиР, ВНиР или МНиР)

г) принятая в ЕНиР, ВНиР или МНиР единица измерения выполняемой работы и количество

единиц измерения для выполнения общего объема работ по заданию.

д) расчетная таблица основных показателей.

Задание выдал _____

« _____ » _____ 200 ____ г.

Приложение 2

Задание № 2

Определение стоимости выполнения работ по ЕРЕР

Студент _____ группы _____

1. Исходные данные для выполнения задания помещены в табл. 1:

- вариант _____
- раздел _____
- пункт _____

2. Определить:

- стоимость выполнения единицы и общего объема строительных конструкций и работ в прямых затратах;
- в базисном уровне;
- в текущем (прогнозном) уровне;
- неучтенные материальные ресурсы.

3. Принимаются индексы роста цен:

- заработная плата _____
- эксплуатация машин _____
- материалы _____

4. Содержание и оформление работы:

- а) наименование и характеристика строительных работ и конструкций (по табл.2);
- б) номер и название сборника ЕРЕР;
- в) единичная расценка заданного вида работ в форме таблицы, помещенной в сборнике;
- г) расчет индекса роста цен на прямые затраты в целом;
- д) расчет дополнительной заработной платы для заданного территориального района;
- е) стоимость единицы и общего объема строительных конструкций и работ в текущем (прогножном) уровне без учета стоимости материалов, не включенных в единичную расценку ЕРЕР.

Задание выдал _____

«_____» _____ 200__ г.

Приложение 3

Задание № 3

Калькуляция стоимости материальных ресурсов

Студент _____ группы _____

1. Исходные данные для выполнения задания помещены в табл.4:

- вариант _____
- раздел _____
- пункт _____

2. Определить:

- стоимость материала, не учтенного в ЕРЕР (задание № 2), в базисном и текущем (прогножном) уровнях:
 - а) на единицу измерения материального ресурса;
 - б) на единицу измерения объема работ по заданию № 2.2.

- составить каталог расценок на выполнение строительных работ и конструкций с учетом стоимости неучтенных материальных ресурсов.

3. Принимаются:

- индекс роста цен на материалы

Im = _____

- стоимость заготовительно-складских расходов в размере 2% от стоимости материалов и транспортных расходов.

4. Содержание и оформление работы:

- 1) наименование и характеристика строительных материалов (по табл.4);
- 2) район строительства, расстояние перевозки и вид транспорта (по табл.4);
- 3) наименование сметных норм и правил, принятых для определения оптовой цены материалов и стоимости перевозки их;
- 4) порядок определения стоимости материалов и нормативные исходные данные:
 - а) пояс района строительства;
 - б) надбавки и скидки к оптовой цене;
 - в) надбавки и скидки на погрузочно-разгрузочные работы;
 - г) поясной коэффициент к тарифам на перевозку грузов;
 - д) класс грузов;
 - е) процент надбавки на стоимость перевозки грузов в зависимости от расстояния.
- 5) расчетная таблица – калькуляция стоимости материальных ресурсов.
- 6) каталог расценок на выполнение строительных работ и конструкций.

Задание выдал _____

“ ___ ” _____ 200__ г.

Задание № 4

Составление локального сметного расчета

Студент _____ группы _____

1. Исходными данными для выполнения задания являются результаты заданий №2 и №3, помещенные в табл. 6 – каталог расценок на выполнение строительных работ и конструкций.

2. Определить:

- стоимость выполнения строительных работ и конструкций в базисном и текущем (прогнозном) уровнях:
 - а) прямые затраты;
 - б) накладные расходы;
 - в) плановые накопления.

3. Принимаются:

- накладные расходы _____% от заработной платы строительных рабочих и машинистов;
- плановые накопления _____% от суммы прямых затрат и накладных расходов.

4. Содержание и оформление работы.

Локальный сметный расчет (таблица).

Задание выдал _____

« ____ » _____ 200__ г.

Литература

1. СНиП ч.IV, главы 1-16.- М.: Стройиздат, 1986.
2. СНиП IV-5-82. Строительные нормы и правила. Указания по применению единых районных единичных расценок на строительные конструкции и работы (ЕРЕР).- М.: Стройиздат, 1984.
3. СНиП IV-5-82. Строительные нормы и правила. Приложения. Сборники единых районных единичных расценок на строительные конструкции и работы (50 сборников).- М.: Стройиздат, 1984.
4. СНиП IV-5-82. Строительные нормы и правила. Сборники средних районных сметных цен на материалы, изделия и конструкции. Ч. I-IV- М.: Стройиздат, 1984.
5. СНиП IV-5-82. Строительные нормы и правила. Приложения. Сборники сметных цен на перевозку грузов для строительства, ч.I-II.- М.: Стройиздат, 1984.
6. Васильев В.М., Панибратов Ю.П. и др. Управление в строительстве. Учебник- М.: Изд-во АСВ, 2001.
7. Организация и управление в строительстве. Основные понятия и термины –колл.авт.: Бондарь А.М, Кукушкин В.А., Телешев В.И. и др. под общ.ред. В.М.Васильева, Ю.П.Панибратова- М.: СПб, АСВ, 1998.
8. Степанов И.С. Экономика строительства. Учебник - М.: Юрайт, 2000.
9. Телешев В.И. Организация, планирование и управление гидротехническим строительством- М.: Стройиздат, 1989.
10. Экономика: Учеб./ Под ред. А.И.Буланова- М.: Изд-во БЕК, 1997.

