

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Менеджмент»

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА**

Методические указания к выполнению практических работ  
для студентов специальности 210200  
«Автоматизация технологических процессов и производств»

Курган 2009

Кафедра: «Менеджмент»

Дисциплина: «Организация и планирование производства»  
(специальность 210200)

Составил: канд. техн. наук, доцент

А.С. Таранов

Утверждены на заседании кафедры

« 6 » ноября 2008 г.

Рекомендованы методическим  
советом университета

«19» февраля 2009 г.

## ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

Настоящее пособие имеет целью расширить и углубить теоретические знания студентов, привить им необходимые навыки для решения наиболее часто встречающихся на практике проблем, связанных с организацией и оперативным планированием производства, с управлением предприятием, цехом, участком и другими подразделениями.

Оно призвано оказать помощь преподавателям данного курса при проведении практических занятий по важнейшим разделам (темам) дисциплины.

В пособие включены задачи по шести темам курса. В начале каждой темы приводятся краткие методические указания, далее следуют типовые задачи с решениями и задачи для решения, а по темам 5 и 6 предлагаются лабораторные работы, приводится цель лабораторной работы, краткие теоретические сведения, содержащие порядок выполнения лабораторной работы.

Методические указания для решения задач, краткие теоретические сведения для выполнения лабораторных работ, а также примеры решения задач и выполнения лабораторных работ делают настоящее пособие пригодным для заочного и вечернего обучения.

Объем методических указаний, теоретических сведений и количество предлагаемых задач определяются в основном степенью трудности рассматриваемой темы.

Будущие специалисты должны уметь организовать производственный процесс на предприятии, рассчитать длительность производственного цикла, выбрать экономически целесообразную форму организации производства, организовать работу вспомогательных цехов и обслуживающих хозяйств, организовать и эффективно управлять процессом создания и освоения новой техники и технологии с обеспечением высокого качества конечного продукта, составлять перспективные и оперативные планы работы и организовать контроль за их выполнением. Данное пособие окажет помощь специалистам в решении таких проблем.

Вариант задания выбирается студентами в соответствии с последней цифрой номера зачетной книжки и согласовывается с преподавателем.

# 1. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОСТОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА ВО ВРЕМЕНИ

В этой теме приведены задачи по определению длительности технологического и производственного циклов обработки партии деталей при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движений.

## Методические указания

Длительность операционного цикла партии деталей на  $i$ -й операции определяется по формуле:

$$t_{ni} = \frac{nt_i}{C_{npi}}, \quad (1.1)$$

где  $n$  – число деталей в партии, шт.;

$t_i$  – норма штучного времени на  $i$ -й операции, мин;

$C_{npi}$  – принятое число рабочих мест на  $i$ -й операции, шт.

Длительность технологического цикла при последовательном движении предметов труда рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{ц(послед)}}^{mex} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{npi}}, \quad (1.2)$$

где  $m$  – число операций в технологическом процессе.

Длительность технологического цикла при параллельно-последовательном движении предметов труда определяется по формуле:

$$T_{\text{ц(пар)}}^{mex} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{npi}} - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{ki}}{C_{npi}}, \quad (1.3)$$

где  $p$  – размер транспортной партии, шт.;

$t_{ki}$  – наименьшая норма времени между  $i$ -й парой смежных операций с учетом количества единиц оборудования, мин.

Длительность технологического цикла при параллельном движении предметов труда определяется по формуле:

$$T_{\text{ц(пар)}}^{mex} = (n - p) \frac{t_{i \max}}{C_{npi}} + P \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{npi}}, \quad (1.4)$$

где  $t_{i \max}$  – норма времени максимальной по продолжительности  $i$ -й операции с учетом числа рабочих мест, мин.

Длительность производственного цикла обработки деталей всегда больше длительности технологического цикла на промежуток времени, затраченного на выполнение транспортных и контрольных операций, на естественные процессы,

межоперационные перерывы и перерывы, регламентированные режимом работы.

На практике, как правило, учитывают только три основные составляющие производственного цикла: длительность технологического цикла, время естественных процессов ( $t_e$ ) и время межоперационного пролеживания ( $t_{mo}$ ).

## Пример задачи с решением

### Задача 1.1

Определить длительность технологического и производственного циклов обработки партии деталей при разных видах движения, построить графики процесса обработки партии деталей при следующих исходных данных: величина партии деталей  $n=12$  шт.; величина транспортной партии  $p=6$  шт.; среднее межоперационное время  $t_{mo}=2$  мин; режим работы – двухсменный; продолжительность рабочей смены  $t_{cm}=8$  ч; время на естественные процессы  $t_e=35$  мин. Технологический процесс обработки представлен в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Технологический процесс обработки деталей

№ операции	Операция	Количество оборудования, шт.	единиц	Норма времени, мин
1	Токарная	1		4
2	Фрезерная	1		1,5
3	Шлифовальная	2		6

### Решение

1. Длительность технологического цикла при последовательном движении предметов труда рассчитывается по формуле (1.2):

$$T_{u(послед)}^{mex} = 12(4/1 + 1,5/1 + 6/2) = 102 \text{ мин.}$$

2. Длительность производственного цикла при последовательном движении предметов труда определяется по формуле:

$$T_{u(послед)}^{np.} = T_{u(послед)}^{mex} + mt_{mo} + t_e = 102 + 3 \cdot 2 + 35 = 143 \text{ мин.}$$

3. Построение графика длительности производственного цикла при последовательном движении предметов труда приведено на рис. 1.1.

4. Длительность технологического цикла при параллельном движении предметов труда рассчитывается по формуле (1.4):

$$T_{u(пар)}^{mex.} = (12 - 6) \cdot 4/1 + 6(4/1 + 1,5/1 + 6/2) = 75 \text{ мин.}$$

$i$	$t_i$ , мин	$C_{при}$ , шт.	Время, мин				$nt_i/C_{при}$ , мин
			35	70	105	140	
1	4	1					$12 \cdot 4/1=48$
2	1,5	1					$12 \cdot 1,5/1=18$
3	6	2					$12 \cdot 6/2=36$
			$T_{ц(послед)}^{np.} = 143$				

Рис. 1.1. График длительности производственного цикла при последовательном движении предметов труда

5. Длительность производственного цикла при параллельном движении предметов труда определяется по формуле:

$$T_{ц(пар)}^{np} = T_{ц(пар)}^{mex} + mt_{мо} + t_e = 75 + 3 \cdot 2 + 35 = 116 \text{ мин.}$$

6. Построение графика длительности производственного цикла при параллельном движении предметов труда приведено на рис. 1.2.

$i$	$t_i$ , мин	$C_{при}$ , шт.	Время, мин				$pt_i/C_{при}$ , мин
			25	50	75	100	
1	4	1					$6 \cdot 4/1=24$
2	1,5	1					$6 \cdot 1,5/1=9$
3	6	2					$6 \cdot 6/2=18$
			$T_{ц(пар)}^{np.} = 116$				

Рис. 1.2. График длительности производственного цикла при параллельном движении предметов труда

7. Длительность технологического цикла при параллельно-последовательном движении предметов труда рассчитывается по формуле (1.3):

$$T_{ц(пн)}^{mex} = 12(4/1 + 1,5/1 + 6/2) - (12 - 6)(1,5/1 + 1,5/1) = 84 \text{ мин.}$$

8. Длительность производственного цикла при параллельно-последовательном движении предметов труда определяется по формуле:

$$T_{ц(пн)}^{np} = T_{ц(пн)}^{mex} + mt_{мо} + t_e = 84 + 3 \cdot 2 + 35 = 125 \text{ мин.}$$

9. Построение графика длительности производственного цикла при параллельно-последовательном движении предметов труда показано на рис. 1.3. При построении графика необходимо соблюдать следующие правила:

- а) если продолжительность последующей операции меньше продолжительности предыдущей операции, то перед последующей создается запас деталей, позволяющий выполнять эту операцию непрерывно;
- б) если продолжительность последующей операции больше продолжительности предыдущей операции, то запас деталей перед последующей операцией не создается, а транспортная партия деталей немедленно передается на последующую операцию по окончании ее обработки.

### Задачи для решения

#### Задача 1.2

Определить длительность технологического цикла обработки партии из 100 деталей при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движений. Размер транспортной партии равен 10 шт. Каждая операция выполняется на одном станке. Технологический процесс обработки деталей представлен в таблице 1.2

#### Задача 1.3

Число деталей в партии – 12 шт. Вид движения партии деталей – последовательный. Технологический процесс обработки деталей состоит из шести операций, длительность обработки на каждой операции соответственно равна:  $t_1=4$ ,  $t_2=6$ ,  $t_3=6$ ,  $t_4=2$ ,  $t_5=5$ ,  $t_6=3$  мин. Каждая операция выполняется на одном станке. Определить, как изменится продолжительность технологического цикла обработки деталей, если последовательный вид движения заменить на параллельно-последовательный. Размер транспортной партии принят равным 1.

$i$	$t_i$ мин	$C_{при}$ шт.	Время, мин				$pt_i/C_{при}$ , мин
			25	50	75	100	
1	4	1					$6 \cdot 4/1=24$
2	1,5	1					$6 \cdot 1,5/1=9$
3	6	2					$6 \cdot 6/2=18$
			$T_{у(пм)}^{п.} = 125$				

Рис. 1.3. График длительности производственного цикла при параллельно-последовательном движении предметов труда

Таблица 1.2

## Технологический процесс обработки деталей

№ операции	Операция	Количество единиц оборудования, шт.	Норма времени, мин.
1	Сверлильная	1	2
2	Расточная	1	3
3	Протяжная	1	10
4	Обточная	1	4
5	Зубонарезная	1	12
6	Сверлильная	1	8
7	Фрезерная	1	15
8	Слесарная 1	1	6
9	Слесарная 2	1	20
10	Шлифовальная	1	10

**Задача 1.4**

Партия из десяти деталей обрабатывается при параллельно-последовательном движении. Технологический процесс обработки деталей состоит из шести операций:  $t_1=2$ ,  $t_2=9$ ,  $t_3=5$ ,  $t_4=8$ ,  $t_5=3$ ,  $t_6=4$  мин. Имеется возможность объединить пятую и шестую операции в одну без изменения длительности каждой. Транспортная партия составляет 1 шт. Определить, как изменится длительность технологического цикла обработки деталей.

**Задача 1.5**

Определить длительность технологического цикла обработки партии, состоящей из 20 деталей, при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном видах движений. Технологический процесс обработки деталей состоит из пяти операций, длительность которых соответственно составляет:  $t_1=2$ ,  $t_2=4$ ,  $t_3=3$ ,  $t_4=6$ ,  $t_5=5$  мин. Вторая, четвертая и пятая операции выполняются на двух станках, а остальные – каждая на одном станке. Транспортная партия состоит из пяти деталей.

**Задача 1.6**

Определить длительность технологического цикла обработки партии, состоящей из 10 деталей, при различных видах движений. Построить графики процесса обработки. Технологический процесс обработки деталей состоит из четырех операций, длительность которых соответственно равна:  $t_1=8$ ,  $t_2=4$ ,  $t_3=2$ ,  $t_4=10$  мин. Среднее межоперационное время – 2 мин. Длительность естественных процессов – 30 мин. Транспортная партия состоит из двух деталей. Первая и четвертая операции выполняются соответственно на двух станках, а остальные – каждая на одном станке.

**Задача 1.7**

Партия из 200 деталей обрабатывается при параллельно-последовательном виде движения. Технологический процесс обработки деталей состоит из шести операций, длительность которых соответственно составляет:  $t_1=6$ ,  $t_2=3$ ,  $t_3=24$ ,  $t_4=6$ ,  $t_5=4$ ,  $t_6=20$  мин. Третья операция выполняется на трех станках-дублерах, шестая – на двух, а каждая из остальных операций – на одном станке. Транспортная партия состоит из 20 деталей. Определить, как



изменится длительность технологического цикла обработки партии деталей, если параллельно-последовательный вид движения в производстве заменить параллельным.

### **Задача 1.8**

Партия из 300 деталей обрабатывается при параллельно-последовательном виде движения. Технологический процесс обработки деталей состоит из шести операций, длительность которых соответственно составляет:  $t_1=4$ ,  $t_2=5$ ,  $t_3=7$ ,  $t_4=3$ ,  $t_5=4$ ,  $t_6=5$ ,  $t_7=6$  мин. Каждая операция выполняется на одном станке. Транспортная партия состоит из 30 деталей. В результате улучшения технологии производства длительность третьей операции сократилась на 3 мин, седьмой – на 2 мин. Определить, как изменится длительность технологического цикла обработки партии деталей.

### **Задача 1.9**

Партия из 200 деталей обрабатывается при параллельном виде движения. Технологический процесс обработки деталей состоит из семи операций, длительность которых соответственно составляет:  $t_1=4$ ,  $t_2=22$ ,  $t_3=5$ ,  $t_4=4$ ,  $t_5=8$ ,  $t_6=10$ ,  $t_7=27$  мин. Вторая и шестая операции выполняется на двух станках-дублерах каждая, седьмая – на трех, а все остальные операции – на одном станке. Транспортная партия состоит из 40 деталей. Определить, как изменится длительность технологического цикла обработки партии деталей, если размер транспортной партии уменьшить в два раза.

## **2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПОТОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

В этой теме приведены задачи по расчету основных показателей однопредметных непрерывно-поточных (ОНПЛ), однопредметных прерывно-поточных (ОППЛ) и многопредметных непрерывно-поточных (МНПЛ) линий.

### **Методические указания по расчету показателей ОНПЛ**

Расчет программы запуска  $N_3$  производится по формуле:

$$N_3 = \frac{N_g \cdot 100}{100 - a}, \quad (2.1)$$

где  $N_g$  – программа выпуска готовых изделий, шт. ;  
 $a$  – технологические потери или брак, %.

Эффективный фонд времени работы оборудования ОНПЛ рассчитывается по формуле:

$$F_3 = F_n K_{cm} \left(1 - \frac{a_p + a_n}{100}\right), \quad (2.2)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд времени работы оборудования за рассчитываемый период времени, мин, ч;

$K_{см}$  – число рабочих смен в сутки;

$a_p$  и  $a_n$  – потери рабочего времени соответственно на плановые ремонты оборудования и регламентированные перерывы для отдыха рабочих-операторов, %.

Номинальный фонд времени работы оборудования определяется по формуле:

$$F_n = t_{см} D_p - t_n D_n, \quad (2.3)$$

где  $t_{см}$  – длительность рабочей смены, мин, ч;

$t_n$  – продолжительность нерабочего времени в предпраздничные дни, мин, ч;

$D_n$  и  $D_p$  – число рабочих и предпраздничных дней в плановом периоде.

Такт ОНПЛ  $r_{н.л.}$  (мин/шт.) определяется по формуле:

$$r_{н.л.} = F_n : N_n. \quad (2.4)$$

Ритм ОНПЛ  $R_{н.л.}$  (мин/партию) определяется по формуле:

$$R_{н.л.} = r_{н.л.} \cdot p, \quad (2.5)$$

где  $p$  – число деталей (изделий) в транспортной партии, шт.

Синхронизация технологического процесса записывается следующим образом:

$$\frac{t_1}{C_1} = \frac{t_2}{C_2} = \frac{t_3}{C_3} = \dots = \frac{t_i}{C_i} = r_{н.л.}, \quad (2.6)$$

где  $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i$  – нормы штучного времени по операциям технологического процесса, мин;

$C_1, C_2, C_3, \dots, C_i$  – число рабочих мест по операциям.

При синхронизации производственного процесса необходимо учитывать следующие условия:

1. Если поточная линия оснащена рабочим конвейером непрерывного действия (предметы труда с конвейера не снимаются и операции выполняются во время его движения), то

$$t_i = t_{обр} + t_{взв}, \quad (2.7)$$

где  $t_{обр}$  – время непосредственной обработки (сборки) предмета труда на  $i$ -той операции, мин;

$t_{взв}$  – время возврата рабочего на прежнее (исходное) место, мин.

2. Если ОНПЛ оснащена рабочим конвейером прерывного (пульсирующего) действия (предмет труда с конвейера не снимается и операции выполняются во время паузы – остановки конвейера), то

$$t_i = t_{обр} + t_{mp}, \quad (2.8)$$

где  $t_{mp}$  – время перемещения предмета труда с одной операции на другую, мин.

3. Если ОНПЛ оснащена нерабочим (распределительным) конвейером непрерывного действия (предметы труда снимаются с конвейера и операции выполняются вне конвейера), то

$$t_i = t_{обр} + t_{с.у.}, \quad (2.9)$$

где  $t_{с.у.}$  – время на снятие предмета труда с конвейера и установку его на конвейер при выполнении  $i$ -той операции, мин.

4. Если ОНПЛ оснащена нерабочим конвейером пульсирующего действия (предмет труда снимается с конвейера и операции выполняются во время паузы-остановки вне конвейера), то

$$t_i = t_{обр} + t_{с.у.} + t_{mp}. \quad (2.10)$$

Расчет числа рабочих мест на ОНПЛ ведется по формулам:

а) если процесс синхронизирован, а продолжительности операций равны между собой и равны такту потока, то каждая операция выполняется на одном рабочем месте и на всей поточной линии число рабочих мест равно числу операций технологического процесса:

$$C_l = m, \quad (2.11)$$

где  $C_l$  – число рабочих мест на линии;

$m$  – число операций в технологическом процессе;

б) если продолжительности операций не равны между собой, но кратны такту, то число рабочих мест (расчетное) на каждой  $i$ -той операции определяется по формуле:

$$C_{pi} = t_i : r_{н.л.}. \quad (2.12)$$

Принятое число рабочих мест на каждой  $i$ -той операции  $C_{np.i}$  определяется путем округления расчетного количества. Перегрузка или недогрузка рабочих мест на ОНПЛ допускается в пределах 5-6%.

Коэффициент загрузки рабочих мест на каждой  $i$ -той операции определяется по формуле:

$$K_z = C_{pi} : C_{np.i}. \quad (2.13)$$

Число рабочих мест на всей поточной линии определяется по формуле:

$$C_l = \sum_{i=1}^m C_{npi}. \quad (2.14)$$

Скорость движения конвейера  $V$  (м/мин) можно определить по формулам:

а) для непрерывно действующих рабочего и нерабочего конвейеров

$$V = l_0 : r_{н.л}, \quad (2.15)$$

где  $l_0$  – шаг конвейера, т.е. расстояние между осями смежных предметов труда, равномерно расположенных на конвейере, м;

б) для прерывнодействующих (пульсирующих) рабочего и нерабочего конвейеров

$$V = l_0 : t_{mp}. \quad (2.16)$$

Длина рабочей зоны при выполнении  $i$ -той операции  $l_{pi}$  (м) определяется по формуле:

$$l_{pi} = l_0 \frac{t_i}{r_{н.л}}. \quad (2.17)$$

Длина рабочей части конвейера  $L_p$  (м) определяется по формулам:

а) при одностороннем расположении рабочих мест на поточной линии

$$L_p = l_0 \sum_{i=1}^m C_{npi} = l_0 C_l; \quad (2.18)$$

б) при двустороннем расположении рабочих мест на линии

$$L_p = \frac{l_0 \sum_{i=1}^m C_{npi}}{2}. \quad (2.19)$$

Длина замкнутой ленты конвейера (полная) определяется по формуле:

$$L_n = 2L_p + 2\pi R, \quad (2.20)$$

где  $\pi$  – постоянное число, равное 3,14;

$R$  – радиус приводного и натяжного барабанов, м.

Для распределительного (нерабочего) конвейера обязательно должно соблюдаться условие:

$$L_n = 2L_p + 2\pi R \leq l_0 ПК, \quad (2.21)$$

где  $П$  – период (комплект номеров) распределительного конвейера;

$K$  – число повторений периода на полной длине конвейера (обязательно целое число).

Период распределительного конвейера определяется исходя из выражения

$$P = \text{НОК}\{C_1, C_2, C_3, \dots, C_i\}. \quad (2.22)$$

Часовая производительность ОНПЛ  $\tau$  (шт./ч) определяется величиной, обратной такту потока и называемой темпом,

$$\tau = \frac{1}{r_{н.л}} 60. \quad (2.23)$$

Часовая производительность ОНПЛ  $q_r$  (кг/ч) в единицах массы определяется по формуле:

$$q_r = \tau Q, \quad (2.24)$$

где  $Q$  – средняя масса единицы изделия, обрабатываемого (собираемого) на поточной линии, кг.

Установленная мощность приводного двигателя конвейера  $P_{уст}$  (кВт) определяется по формуле:

$$P_{уст} = 0,736W, \quad (2.25)$$

где  $W$  – мощность, потребляемая конвейером, л.с.; определяется по формуле:

$$W = 1,2 \left( \frac{0,16L_n V Q_k}{36} + \frac{0,16L_n q_r}{270} \right), \quad (2.26)$$

где  $Q_k$  – масса ленты (цепи) конвейера, кг.

Величины заделов на поточной линии определяются по формулам:

а) технологический задел  $Z_{тех}$ :

$$Z_{тех} = p \sum_{i=1}^m C_{npi}, \quad (2.27)$$

где  $p$  – размер транспортной партии, шт.;

б) транспортный задел  $Z_{тр}$ :

$$Z_{тр} = p(C_l - 1); \quad (2.28)$$

в) страховой (резервный) задел  $Z_{рез}$ :

$$Z_{рез} = \frac{\sum_{i=1}^m t_{неpi}}{r_{н.л}}, \quad (2.29)$$

где  $t_{неpi}$  – средняя продолжительность перерыва в работе одного рабочего места на  $i$ -той операции (отсутствие предмета труда, ремонт оборудования и др.), мин.

Общая величина задела на ОНПЛ определяется по формуле:

$$Z_{об} = Z_{mex} + Z_{mp} + Z_{pez}. \quad (2.30)$$

Величина незавершенного производства определяется по формулам:

а) в нормо-часах:

$$H = Z_{об} \left( \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{2} + t_{np} \right), \quad (2.31)$$

где  $t_{np}$  – суммарные затраты времени в предыдущих цехах;

б) в денежном выражении (р.):

$$H = Z_{об} \left( C_{np} + \frac{C_{ц}}{2} \right), \quad (2.32)$$

где  $C_{np}$  – затраты на единицу продукции в предыдущих цехах;

$C_{ц}$  – цеховая себестоимость изделия.

Длительность производственного цикла рассчитывается по формулам:

а) предмет труда не перемещается ни перед первой операцией, ни после последней

$$t_{ц} = (2C_{л} - 1)r_{н.л.}; \quad (2.33)$$

б) имеет место движение предмета труда перед первой операцией или после последней операции

$$t_{ц} = 2C_{л}r_{н.л.}; \quad (2.34)$$

в) предмет труда перемещается до первой операции и после последней операции

$$t_{ц} = (2C_{л} + 1)r_{н.л.}. \quad (2.35)$$

### Методические указания по расчету показателей ОППЛ

Программу запуска  $N_3$ , такт ОППЛ  $r_{np}$ , ритм  $R_{np}$ , число рабочих мест расчетное  $C_p$  и принятое  $C_{np}$ , коэффициент загрузки рабочих мест  $K_3$ , часовая производительность  $\tau$ , технологический, транспортный и страховой заделы определяются так же, как и для ОНПЛ.

Межоперационный оборотный задел рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = \frac{T_j C_i}{t_i} - \frac{T_j C_{i+1}}{t_{i+1}}, \quad (2.36)$$

где  $T_j$  – продолжительность  $j$ -го частного периода между смежными операциями при неизменном числе работающих единиц оборудования, мин;

$C_i, C_{i+1}$  – число единиц оборудования, работающих в течение частного периода  $T_j$  соответственно на  $i$ -й и  $(i+1)$ -й операциях;

$t_i$  и  $t_{i+1}$  – нормы штучного времени соответственно на  $i$ -й и  $(i+1)$ -й операциях технологического процесса, мин.

Средняя величина межоперационного оборотного задела  $Z_{cp.ob}$  (шт.) между каждой парой смежных операций определяется по формуле:

$$Z'_{cp.ob} = S_i : T_{об}, \quad (2.37)$$

где  $S_i$  – площадь эюры оборотного задела между  $i$ -й и  $(i+1)$ -й операциями;

$T_{об}$  – период оборота линии, мин.

Средняя величина межоперационного оборотного задела в целом по линии определяется по формуле:

$$Z_{cp.ob} = \sum_{i=1}^{m-1} S_i : T_{об}. \quad (2.38)$$

Расчет величины незавершенного производства аналогичен расчету на ОНПЛ.

Длительность технологического цикла определяется по формуле:

$$t_{ц} = Z_{cp.ob} R_{np}. \quad (2.39)$$

### **Методические указания по расчету показателей непрерывно-поточной (многопредметной) линии**

Режим работы МНПЛ с последовательным чередованием партий предметов труда определяется двумя группами календарно-плановых нормативов (КПН).

К первой группе таких нормативов относятся: частный (общий) такт выпуска  $j$ -го наименования изделия  $r_{пнj}$ ; число рабочих мест на линии  $C_{пн}$ ; скорость движения конвейера  $V_{пн}$ . Как правило, используют четыре варианта расчетов КПН этой группы:

1. За линией закреплены изделия с одинаковой суммарной трудоемкостью ( $T_a=T_b=T_c=...=T_j$ ). В этом случае изготовление всех изделий целесообразно вести с одинаковым тактом, скоростью движения конвейера и числом рабочих мест, т.е.  $r_{пн} = \text{const}$ ,  $V_{пн} = \text{const}$ ,  $C_{пн} = \text{const}$ . Единственный такт  $r_{пн}$  (мин/шт.) определяется по формуле:

$$r_{пн} = \frac{F_9 \left( 1 - \frac{a_n}{100} \right)}{\sum_{j=1}^m N_{зj}}, \quad (2.40)$$

где  $a_n$  – потери рабочего времени на переналадку линии, %;

$j = 1, 2, \dots, m$  – номенклатура изделий, закрепленных за линией.

Число рабочих мест на линии определяется по формуле:

$$C_{nn} = \frac{\sum_{j=1}^m N_{zj} T_j}{F_9 \left(1 - \frac{a_n}{100}\right)}. \quad (2.41)$$

Скорость движения конвейера определяется по формуле:

$$V_{nn} = l_0 : r_{nn}. \quad (2.42)$$

2. За линией закреплены изделия, суммарная трудоемкость изготовления которых различна на одной или нескольких операциях ( $T_a \neq T_b = T_c = \dots = T_j$ ). В этом случае целесообразно установить  $r_{nn} = \text{const}$ ,  $V_{nn} = \text{const}$ ,  $C_{nn} = \text{var}$ .

При этом такт рассчитывается по формуле (2.40), скорость движения конвейера – по формуле (2.42), а число рабочих мест определяется для каждого  $j$ -го вида изделий по формуле:

$$C_{nnj} = T_j : r_{nn}. \quad (2.43)$$

3. За линией закреплены изделия, суммарная трудоемкость изготовления которых различна на большинстве или на всех операциях ( $T_a \neq T_b \neq T_c \neq \dots \neq T_j$ ). В данном случае целесообразно установить  $r_{nn} = \text{var}$ ,  $V_{nn} = \text{var}$ ,  $C_{nn} = \text{const}$ .

Число рабочих мест определяется по формуле (2.41).

Частный такт для каждого  $j$ -го наименования изделия рассчитывается по формуле:

$$r_{nnj} = T_j : C_{nn}. \quad (2.44)$$

Скорость движения конвейера определяется для каждого  $j$ -го наименования изделия по формуле:

$$V_{nnj} = l_0 : r_{nnj}. \quad (2.45)$$

4. За линией закреплены изделия, суммарная трудоемкость изготовления которых различна на всех операциях, изделия мелкие и легкие ( $T_a \neq T_b \neq T_c \neq \dots \neq T_j$ ). В этом случае целесообразно установить  $r_{nn} = \text{var}$ ,  $V_{nn} = \text{const}$ ,  $C_{nn} = \text{const}$ ,  $R_{nn} = \text{const}$ .

Число рабочих мест в данном случае определяется по формуле (2.41), частный такт для каждого  $j$ -го наименования изделия – по формуле (2.44).

Ритм поточной линии  $R_{nn}$  (мин/партию) рассчитывается по формуле:

$$R_{nn} = r_{nnj} P_j, \quad (2.46)$$

где  $P_j$  – величина транспортной партии по  $j$ -му наименованию изделия (подбирается такой размер партии деталей, чтобы производство его на частный такт давало одинаковую величину), шт.

Скорость движения конвейера определяется в данном случае по формуле:

$$V_{nn} = l_0 : R_{nn}. \quad (2.47)$$



Ко второй группе календарно-плановых нормативов относятся: размер партии предметов труда  $n_j$ ; период чередования партий деталей  $R_j$ ; длительность технологического цикла  $t_{цj}$ .

Размер партии предметов  $j$ -го наименования  $n_j$  (шт.) определяется по формуле:

$$n_j = \frac{(100 - a_n) P_{pj}}{a_n r_{mj}}, \quad (2.48)$$

где  $P_{pj}$  – средняя длительность простоя каждого рабочего места при переходе от изготовления партии одного изделия на изготовление другого изделия, мин.

Величина  $P_{pj}$  зависит от формы смены объектов труда на линии. Различают две формы:

1) на рабочих местах линии не оставляют переходящий задел по  $j$ -м изделиям, все запущенные изделия выпускаются. Тогда

$$P_{pj} = t_n + (2C_l - 1)r_{mj+1}, \quad (2.49)$$

где  $t_n$  – время на переналадку линии, мин;

2) на рабочих местах оставляют задел по каждому  $j$ -му наименованию изделий, тогда

$$P_{pj} = t_n. \quad (2.50)$$

Период чередования партий предметов труда  $R_j$  (дней) определяется по формуле:

$$R_j = \frac{T_{пл}}{N_{зj}} n_j, \quad (2.51)$$

где  $T_{пл}$  – плановый период работы линии, дней.

Длительность технологического цикла  $t_{цj}$  (смен), т.е. время занятости поточной линии изготовлением  $j$ -го наименования изделия, определяется по формуле:

$$t_{цj} = \frac{n_j r_{mj} + P_{pj}}{480} n_j. \quad (2.52)$$

Если  $P_{pj}=0$ , то

$$t_{цj} = \frac{n_j r_{mj}}{480}. \quad (2.53)$$

## Примеры задач с решением

### Задача 2.1

Сборка изделия производится на поточной линии, оснащенной рабочим конвейером пульсирующего действия. Длительность технологического цикла изделия на конвейере – 36 мин. Скорость движения конвейера – 6 м/мин. Время перемещения изделия с одного рабочего места на другое в 5 раз меньше времени выполнения каждой операции. Шаг конвейера – 1,8 м. Радиус

приводного и натяжного барабанов – по 0,3 м каждый. Режим работы поточной линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых – 30 мин/смену. Определить такт поточной линии, число рабочих мест на линии, длину рабочей части конвейера и всей замкнутой ленты, программу выпуска изделий за сутки.

### Решение

1. Время перемещения изделия с одного рабочего места на другое определяем исходя из формулы (2.16):

$$t_{mp} = \frac{1,8}{6} = 0,3 \text{ мин.}$$

2. Время выполнения каждой  $i$ -той операции составит

$$t_{on} = 5 \cdot t_{mp} = 5 \cdot 0,3 = 1,5 \text{ мин.}$$

3. Такт поточной линии пульсирующего действия рассчитываем по формуле (2.8):

$$r_{n.д} = t_{on} + t_{mp} = 1,5 + 0,3 = 1,8 \text{ мин.}$$

4. Число рабочих мест на поточной линии определяем по формуле:

$$C_c = t_y : r_{n.д} = 36 : 1,8 = 20 \text{ рабочих мест.}$$

5. Рабочую длину ленты конвейера рассчитываем по формуле (2.18):

$$L_p = 1,8 \cdot 20 = 36 \text{ м.}$$

6. Полную длину ленты конвейера определяем по формуле (2.21):

$$L_n = 2 \cdot 36 + 2 \cdot 3,14 \cdot 0,3 = 73,884 \text{ м.}$$

7. Суточную программу выпуска изделий рассчитываем исходя из формулы (2.4):

$$N_{сут} = \frac{F_э}{r_{n.д.}} = \frac{2(8 \cdot 60 - 30)}{1,8} = 500 \text{ шт.}$$

### Задача 2.2

На ОППЛ (прямоточной) обрабатывается кронштейн. Технологический процесс состоит из четырех операций: токарной, сверлильной, фрезерной и шлифовальной. Длительность операций соответственно составляет:  $t_1=1,9$ ,  $t_2=1,1$ ,  $t_3=2,1$ ,  $t_4=1,3$  мин. Месячная программа – 12600 шт. В месяце 21 рабочий день. Режим работы линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8ч. Период оборота линии – 0,5 смены. Брак на операциях отсутствует.

Определить такт линии, число рабочих мест и их загрузку, количество рабочих-операторов; составить график регламентации работы рабочих мест и их загрузку, количество рабочих-операторов; составить график регламентации работы рабочих мест и рабочих-операторов на линии (построить стандарт-план работы ОППЛ); рассчитать величину межоперационных оборотных заделов и построить график их движения; определить величину среднего оборотного

задела на линии; величину незавершенного производства и длительность производственного цикла обработки партии деталей.

### Решение

1. Программа выпуска за период оборота линии, равный 0,5 смены, составляет

$$N_{\epsilon} = \frac{12600}{21 \cdot 2 \cdot 2} = 150 \text{ шт.}$$

2. Такт ОППЛ определяем по формуле (2.4):

$$r_{np} = \frac{F_{\epsilon}}{N_{\epsilon}} = \frac{8 \cdot 0,5 \cdot 60}{150} = 1,6 \text{ мин / шт.}$$

3. Число рабочих мест рассчитываем по формуле (2.12), подставив в нее соответствующие данные по первой операции,

$$C_{p1} = t_1 : r_{np} = 1,9 : 1,6 = 1,19.$$

Принимаем  $C_{p1} = 2$  рабочим местам.

Аналогично производим расчеты по всем операциям, а результаты заносим в гр. 5 и 6 на рис. 2.1.

4. Коэффициент загрузки рабочих мест определяем по формуле (2.13), подставив в нее данные, определенные в результате расчета по формуле (2.12):

$$K_{\epsilon 1} = 1,19 : 2 \approx 0,6.$$

Аналогично производим расчеты по всем операциям.

5. Составление графика-регламента загрузки рабочих мест и рабочих-операторов, т.е. стандарт - плана.

Стандарт-план строят в форме таблицы (см. рис. 2.1), в которую заносят все операции технологического процесса и нормы времени их выполнения. Затем проставляют такт потока и число рабочих мест по каждой операции (расчетное и принятое) и в целом по линии; строят график работы оборудования на каждой операции в соответствии с его загрузкой; рассчитывают необходимое количество рабочих-операторов на каждой операции и строят график-регламент их труда на линии путем подбора работ (как это показано на втором, третьем, пятом и шестом рабочих местах); определяют окончательную численность рабочих-операторов, работающих на линии; присваивают рабочим номера или буквенные индексы и устанавливают порядок обслуживания рабочих мест.

После регламентации труда на линии необходимо иметь четырех рабочих-операторов в смену.

6. Расчет списочной численности рабочих-операторов, необходимых для работы в две смены:

$$Ч_{cn} = 4 \cdot 2 \cdot 1,1 = 9 \text{ чел.}$$

7. Расчет межоперационных оборотных заделов производим по стандарт-плану ОППЛ между каждой парой смежных операций по формуле (2.36). Этот расчет рекомендуется вести в табличной форме (таблица 2.1).

8. Результаты расчета площадей эпюр оборотных заделов вписываем в таблицу 2.1. Исходя из площадей эпюр оборотных заделов, определяем среднюю величину межоперационных оборотных заделов между каждой парой смежных операций и в целом по линии.

9. Среднюю величину межоперационного оборотного задела в целом по линии определяем по формуле (2.38):

$$Z_{cp.ob} = \sum_{i=1}^m S_i : T_{об} = 18489 : 240 = 77шт.$$

10. Величину незавершенного производства без учета затрат труда в предыдущих цехах рассчитываем по формуле (2.31):

$$H = 77 \left( \frac{6,4}{2 \cdot 60} + 0 \right) = 4,1нормо - ч.$$

11. Длительность производственного цикла определяем по формуле (2.39):

$$t_{ц} = 77 \cdot 1,6 = 123,2мин = 2,05ч.$$

Таблица 2.1

## Расчет межоперационных оборотных заделов

Частный период	Длительность частного периода, мин	Расчет заделов (Z), шт.	Площадь эпюр, шт./мин
<b>Между 1 и 2 операциями</b>			
$T_1$	45,6	$Z'_{1,2} = \frac{45,6 \cdot 2}{1,9} - \frac{45,6 \cdot 1}{1,1} = +7$	1938
$T_2$	120	$Z''_{1,2} = \frac{120 \cdot 1}{1,9} - \frac{120 \cdot 1}{1,1} = -46$	2760
$T_3$	74,4	$Z'''_{1,2} = \frac{74,4 \cdot 1}{1,9} - \frac{74,4 \cdot 0}{1,1} = +39$	1450
Итого			6148
<b>Между 2 и 3 операциями</b>			
$T_1$	165,6	$Z'_{2,3} = \frac{165,6 \cdot 1}{1,1} - \frac{165,6 \cdot 1}{2,1} = +71$	5879
$T_2$	74,4	$Z''_{2,3} = \frac{47,4 \cdot 0}{1,1} - \frac{74,4 \cdot 2}{2,1} = -71$	2641
Итого			8520
<b>Между 3 и 4 операциями</b>			
$T_1$	45,6	$Z'_{3,4} = \frac{45,6 \cdot 2}{2,1} - \frac{45,6 \cdot 1}{1,3} = +22$	1140
$T_2$	120	$Z''_{3,4} = \frac{120 \cdot 1}{2,1} - \frac{120 \cdot 1}{1,3} = -36$	2160
$T_3$	74,4	$Z'''_{3,4} = \frac{74,4 \cdot 1}{2,1} - \frac{74,4 \cdot 0}{1,3} = +14$	512
Итого			3821
Всего			18489

№ операции	Операция	Норма времени ( $t_{шт}$ ), мин	Такт ( $r_{пр}$ ), мин шт.	Число рабочих мест		№ рабочего места	Загрузка рабочих мест		Кол-во рабочих на операции	Обозначение рабочих	Порядок обслуживания рабочих мест	График работы оборудования и перехода рабочих за период оборота линии, равный 0,5 смены (240мин)								Выпуск изделий за $T_0=240$ мин	
				расчетное ( $C_p$ )	принятое ( $C_{пр}$ )		%	мин				30	60	90	120	150	180	210	240		
1	Токарная	1,9	1,6	1,19	2	1	100	240	2	А	1									126	
						2	19	45,6				Б	2+6								
2	Сверлильная	1,1	1,6	0,69	1	3	69	165,6	1	В	3+5										
3	Фрезерная	2,1	1,6	1,31	2	4	100	240	2	Г	4									114	
						5	31	74,4				Д	5+3								
4	Шлифовальная	1,3	1,6	0,81	1	6	81	194,4	1	Е	6+2										
Итого рабочих на линии																					

Условные обозначения:

- время работы оборудования;
- время простоя оборудования;
- переход рабочего от одного рабочего места к другому



Рис. 2.1. Стандарт-план работы однопредметной прерывно-поточной линии

## Задачи для решения

### Задача 2.3

Определить нормативные уровни внутрилинейных заделов линии механической обработки деталей В и величину выработки по операциям обработки этих деталей. Построить стандарт-план работы линии по механической обработке деталей В.

Исходные данные. Такт потока – 1,04 мин/шт. Масса детали – 0,38кг. Режим работы линии – двухсменный. Продолжительность одной смены – 8ч. Нормы штучного времени и число станков по операциям обработки детали В приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2

Исходные данные для расчетов

Номер операции	Операция	Число станков ( $C_{пр.i}$ )	Норма штучного времени ( $t_i$ ), мин	Разряд работы
1	Токарная 1	4	4,2	4
2	Токарная 2	1	0,9	4
3	Токарная 3	4	3,8	4
4	Сверлильная 1	1	0,8	3
5	Сверлильная 2	1	0,9	3
6	Фрезерная	1	1,0	3
7	Шлифовальная	4	3,3	4
8	Токарная 4	1	1,1	5
9	Сверлильная 3	1	1,1	4
10	Нарезание резьбы	1	0,75	4
11	Сверлильная 4	1	0,7	4
12	Сверлильная 5	1	1,0	4

Выбор периода обслуживания линии зависит от размеров и массы обрабатываемой детали (таблица 2.3).

Таблица 2.3

Выбор периода обслуживания поточной линии

Размер детали	Примерная масса детали, кг	Продолжительность периода обслуживания ( $T_{об}$ ), смен
Очень крупная	Более 20	0,1-0,2
Крупная	15-20	0,3-0,5
Средняя	3-15	0,5-1,0
Мелкая	1-3	1-1,5
Очень мелкая	Менее 1	1-2,0

### Задача 2.4

Сборка блока прибора осуществляется на непрерывно-поточной линии, оснащенной распределительным (нерабочим) конвейером. Шаг конвейера – 1,2 м. Радиус приводного и натяжного барабанов – 0,38 м каждый. Программа выпуска блоков – 375 шт. в сутки. Режим работы линии – двухсменный.

Продолжительность одной смены – 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых – 30 мин в смену. Технологический процесс сборки блока состоит из девяти операций, нормы времени которых соответственно составляют:  $t_1=4,8$ ,  $t_2=2,4$ ,  $t_3=4,8$ ,  $t_4=9,6$ ,  $t_5=2,4$ ,  $t_6=4,8$ ,  $t_7=2,4$ ,  $t_8=7,2$ ,  $t_9=2,4$  мин. Время на снятие и установку блока на площадку конвейера учтено в нормах времени технологического процесса.

Определить такт потока, число рабочих мест на каждой операции и на всей поточной линии; скорость движения конвейера, длину рабочей части и всей замкнутой ленты конвейера; составить систему адресования ячеек конвейера с закреплением номеров за рабочими; построить стандарт-план и рассчитать длительность производственного цикла; определить размер внутрелинейных заделов и величину незавершенного производства.

### **Задача 2.5**

Сборка блока производится на рабочем конвейере непрерывного действия. Шаг конвейера – 1,5 м. Диаметр приводного и натяжного барабанов – 0,4 м каждый. Технологический процесс сборки блока состоит из восьми операций, нормы времени которых (с учетом времени возвращения на прежнее – исходное место) соответственно составляют:  $t_1=3,6$ ,  $t_2=7,2$ ,  $t_3=5,4$ ,  $t_4=9$ ,  $t_5=1,8$ ,  $t_6=5,4$ ,  $t_7=3,6$ ,  $t_8=7,2$  мин. Программа выпуска за сутки – 500 блоков. Режим работы поточной линии – двухсменный по 8 ч. Регламентируемые перерывы на отдых – 30 мин в смену.

Определить такт потока, число рабочих мест на операциях и на всей поточной линии; длину рабочей зоны каждой операции и всей рабочей части поточной линии; длину замкнутой ленты конвейера; скорость движения конвейера; размер заделов и величину незавершенного производства; длительность технологического цикла сборки блока на конвейере.

### **Задача 2.6**

На прерывно-поточной линии обрабатывается шестерня. Технологический процесс обработки деталей состоит из шести операций, нормы времени которых соответственно составляют:  $t_1=13,25$ ,  $t_2=7,5$ ,  $t_3=3,5$ ,  $t_4=5,25$ ,  $t_5=2,5$ ,  $t_6=3,5$  мин. Программа выпуска за сутки – 250 шт. Режим работы линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч.

Определить такт поточной линии, число рабочих мест на каждой операции в целом на линии; коэффициент загрузки рабочих мест; число рабочих операторов; составить график-регламент загрузки рабочих мест и рабочих операторов на линии; рассчитать величину оборотных заделов и построить график их изменений; рассчитать площадь эпюр движения заделов и среднюю величину оборотных заделов на линии; рассчитать величину незавершенного производства; определить длительность технологического цикла обработки шестерни на поточной линии.



### **Задача 2.7**

На переменнo-поточной линии обрабатываются детали А и В. Программа выпуска деталей за месяц соответственно составляет  $N_A=1500$  шт. и  $N_B=2500$  шт. Суммарная трудоемкость обработки изделия А составляет 40 мин, изделия В – 35 мин. Режим работы линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч. Число рабочих дней в месяце – 21. Потери рабочего времени на переналадку линии составляют 5 % длительность смены. Шаг конвейера – 1,1 м. Среднее время наладки одного рабочего места – 25 мин.

Рассчитать календарно-плановые нормативы первой и второй групп и построить стандарт-план работы МНПЛ.

### **Задача 2.8**

На переменнo-поточной линии обрабатываются детали А, Б, В, Д. Суммарная трудоемкость обработки деталей соответственно составляет 40, 50, 50, 30 мин. Программа выпуска деталей в месяц – соответственно 2500, 2000, 3000, 3500 шт. Режим работы линии – двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч. Число рабочих дней в месяце – 22. Потери рабочего времени на переналадку оборудования составляют 6 % длительности смены. Шаг конвейера – 1,2 м. Средняя длительность наладки одного рабочего места – 20 мин.

Рассчитать календарно-плановые нормативы первой и второй групп и построить стандарт-план работы МНПЛ.

### **Задача 2.9**

Длительность технологического цикла сборки изделия на поточной линии, оснащенной рабочим пульсирующим конвейером, составляет 80 мин. Число рабочих мест на линии – 20. Длительность выполнения каждой операции на рабочем месте – 3,5 мин. Режим работы линии – двухсменный по 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых составляют 30 мин в смену.

Определить такт потока, время перемещения изделия с одного рабочего места на другое и выпуск изделий за сутки.

### **Задача 2.10**

Поточная линия, оснащенная рабочим пульсирующим конвейером, имеет следующие данные: шаг конвейера – 1,4 м; радиус приводного и натяжного барабанов – 0,44 м каждый, скорость движения ленты конвейера – 61,6 мин; время выполнения каждой операции на рабочем месте в 10 раз больше времени перемещения изделия с одного рабочего места на другое. Линия работает в две смены по 8 ч. Регламентированные перерывы – 30 мин в смену.

Определить такт потока, число рабочих мест на линии, длину рабочей части и всей замкнутой ленты конвейера, выпуск изделий за сутки.

### **3. ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СОНТ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ СПУ**

В этой теме приведены задачи по разработке плана работ по СОНТ в виде сетевых графиков, по расчету и оптимизации сетевых графиков по параметру «время – ресурсы».

#### **Краткие теоретические положения**

В основу системы сетевого планирования и управления (СПУ) положена модель, описывающая объект управления в виде сетевого графика. Благодаря этому система и получила свое название – система сетевого планирования и управления.

Сетевой график по сравнению с ленточным (все еще широко применяемым) имеет ряд преимуществ, в частности на нем широко просматриваются взаимосвязи между работами; в график легко вводятся ранее не предусмотренные работы; на графике может быть легко выявлена технологическая последовательность работ, которая определяет конечные сроки всей разработки – критический путь; по сетевому графику можно определять резервы времени работ, не лежащих на критическом пути, что позволяет наиболее рационально перераспределять наличные людские, материальные и финансовые ресурсы; этот график дает возможность оптимизировать план предстоящих работ.

Сетевой график (сеть) представляет собой план работ по созданию сначала промежуточной продукции с определенной степенью готовности, а в конце – по полному его завершению, т.е. достижению конечной цели.

Наиболее распространенный способ изображения плана работ – это сетевой график в терминах работ и событий.

Термин «работа» используется в сетевом графике в широком смысле слова и имеет следующие значения:

- 1) действительная работа – производственный процесс, требующий затрат времени и ресурсов (например, проектирование рабочих чертежей, изготовление деталей и т.д.);
- 2) ожидание – процесс, требующий затрат времени, но не требующий затрат ресурсов (процессы старения металла, охлаждения деталей после термообработки и т.д.);
- 3) зависимость (фиктивная работа) – условный элемент, который вводится для отражения взаимосвязи между работами. Зависимость не требует ни затрат времени, ни ресурсов.

Действительная работа и ожидание изображаются в сети сплошными стрелками, а зависимость – пунктирными.

Термин «событие» обозначает факт свершения одной или нескольких работ, без чего невозможно начало последующих. События изображаются на графике кружками или другими геометрическими фигурами. Событие в отличие от работы не является процессом, оно не имеет длительности, так как совершается мгновенно и не сопровождается затратами времени и ресурсов.

При построении сетевых графиков необходимо соблюдать несколько весьма несложных логических правил:

- 1) график должен быть простым, без лишних пересечений;
- 2) стрелки (работы) должны быть направлены слева направо;
- 3) между двумя событиями может быть изображена только одна работа (рис.3.1)

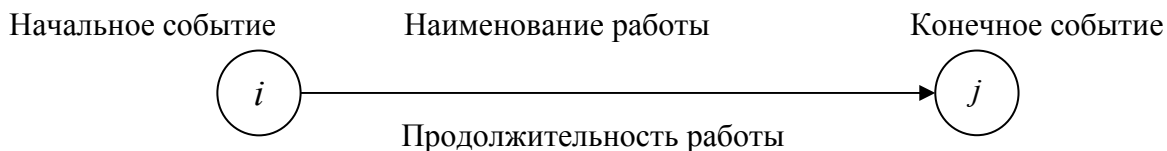


Рис. 3.1. Сетевой график

- 4) для параллельно выполняемых работ вводятся дополнительное событие и зависимость (рис.3.2)

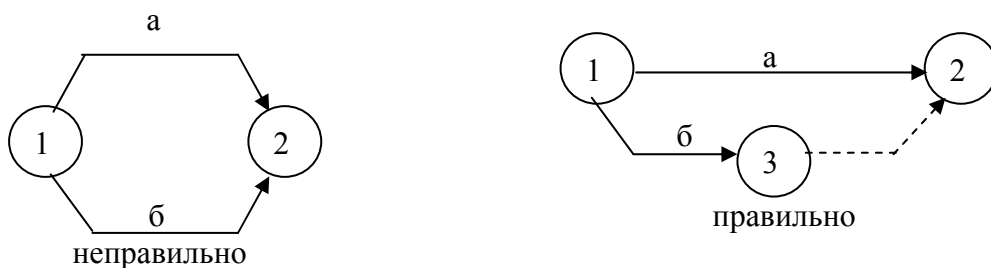


Рис. 3.2. Сетевой график

- 5) в сетевом графике не должно быть тупиков, т.е. событий, из которых не выходит ни одной работы (за исключением завершающих событий) или в которые не входит ни одна работа (за исключением исходных событий), например на рис. 3.3 событие 4 является тупиковым, а в событие 2 не входит ни одна работа

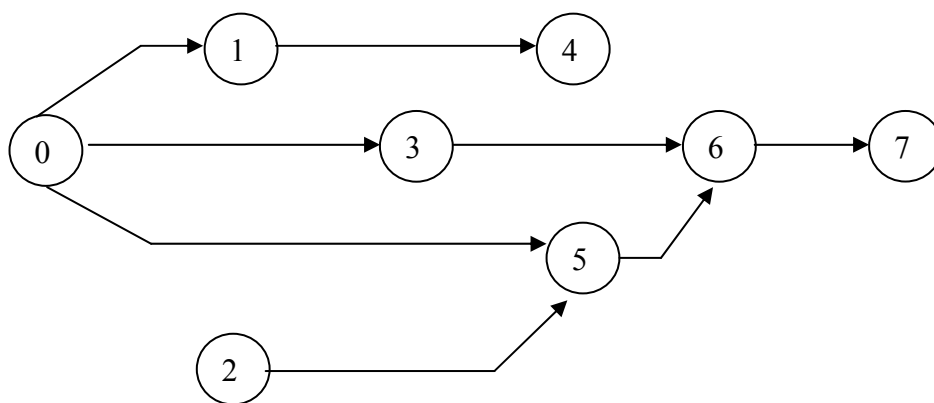


Рис. 3.3. Сетевой график

- 6) в сетевом графике не должно быть замкнутых контуров (на рис. 3.4. работы 1-2, 2-3, 3-1 образуют замкнутый контур)

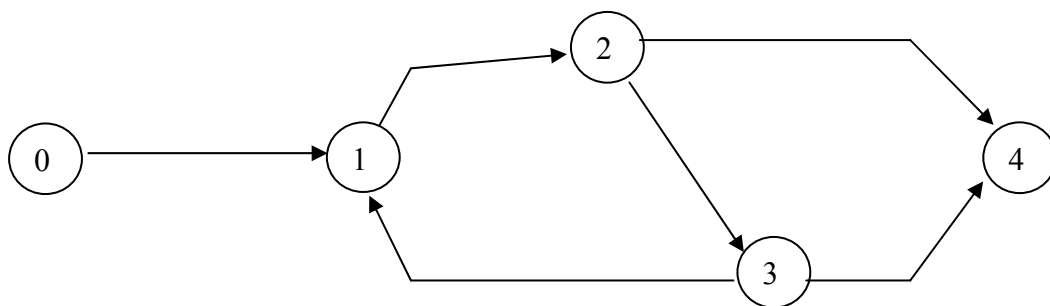


Рис. 3.4. Сетевой график

7) в сетевом графике не должно быть событий, обозначенных одинаковыми кодами (на рис. 3.5. одинаково закодированы два события)

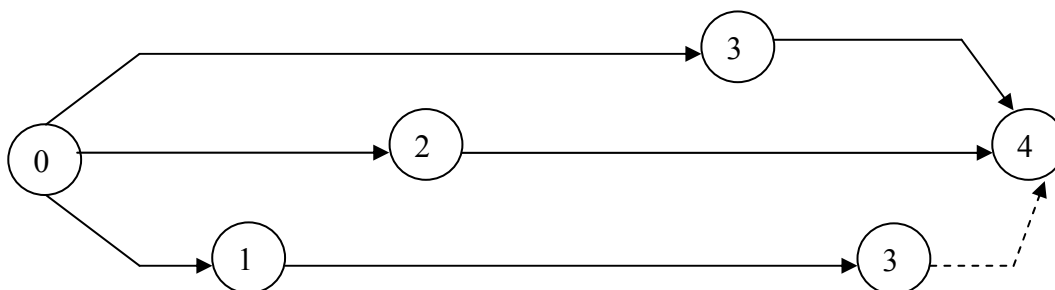


Рис.3.5. Сетевой график

8) сетевой график должен кодироваться так, чтобы стрелка (работа) выходила из события, закодированного меньшим числовым значением, и входила в событие с большим числовым значением.

Параметры сетевого графика рассчитываются одним из способов: аналитическим, табличным, методом расчета на самом графике, с применением ЭВМ и др.

Наиболее широко применяют метод расчета сетевого графика на самом графике и табличный метод. В них полностью используются формулы аналитического метода.

Методические указания по расчету и оптимизации параметров сетевого графика приводятся по ходу решения задач.

### Пример задачи с решением

#### Задача 3.1

Разработать план выполнения ОКР по созданию нового образца телевизора в виде сетевого графика на основе перечня работ и трудоемкости их выполнения, приведенных в таблице 3.1, гр. 1,3-6.

Произвести расчет продолжительности каждой работы ( $i-j$ ) исходя из заданной трудоемкости и установленной численности (см. таблица 3.1, гр. 5 и 6); построить сетевой график на данный комплекс работ; закодировать построенный график; рассчитать параметры данного графика (наиболее ранние

и наиболее поздние сроки свершения событий; наиболее ранние и наиболее поздние сроки начала и окончания работ; общие и частные резервы времени работ; продолжительность критического пути); произвести оптимизацию сетевого графика по параметру «время - ресурсы».

Таблица 3.1

Перечень работ для выполнения ОКР

№ п/п	Код работ	Работа	Номера предшествующих работ	Трудоемкость, чел. – недель	Численность исполнителей, чел.	Продолжительность выполнения работ, недель
1	2	3	4	5	6	7
1	0-1	Разработка технического здания	0	9	3	3
2	1-5	Патентный поиск	1	10	2	5
3	1-2	Выбор и расчет скелетной схемы	1	6	2	3
4	1-3	Разработка эскизного проекта	1	16	4	4
5	2-4	Разработка принципиальной схемы	3	12	4	3
6	4-5	Расчет принципиальной схемы и определение допусков на электронные параметры	5	8	4	2
7	3-5	Блочное проектирование макета нового телевизора	3,4	20	4	5
8	5-7	Разработка и расчет конструкторской документации для изготовления макета	2,6,7	24	6	4
9	5-6	Проектирование технологии и специальной оснастки	2,6,7	20	4	5
10	6-7	Изготовление оснастки	9	30	6	5
11	2-7	Обработка данных расчета скелетной схемы и подготовка к макетированию	3	8	2	4
12	7-8	Изготовление макета нового телевизора	8,10,11	40	8	5
13	8-9	Испытание макета нового телевизора, изучение свойств и параметров, корректировка схем, расчетов, документации	12	15	5	3

**Решение**

1. Продолжительность выполнения каждой работы ( $i - j$ ) определяется по формуле:

$$t_{(i-j)} = \frac{T_{(i-j)}}{C_{(i-j)} K_v}, \quad (3.1)$$

где  $T_{(i-j)}$  – трудоемкость работы  $(i-j)$ , чел. - недель;

$C_{(i-j)}$  – численность исполнителей работы  $(i-j)$  чел.;

$K_v$  – коэффициент выполнения норм времени (принимается равным 1).

Подставив в формулу (3.1) соответствующие данные по первой работе из таблицы 3.1, получим

$$t_{(0-1)} = \frac{9}{3 \cdot 1} = 3 \text{ недели.}$$

Аналогично производим расчеты по всем остальным работам, а результаты заносим в гр. 7 табл. 3.1.

2. Построение сетевого графика осуществляется на основании данных, приведенных в гр. 1,3 и 4 табл. 7.1 и на рис. 3.6.

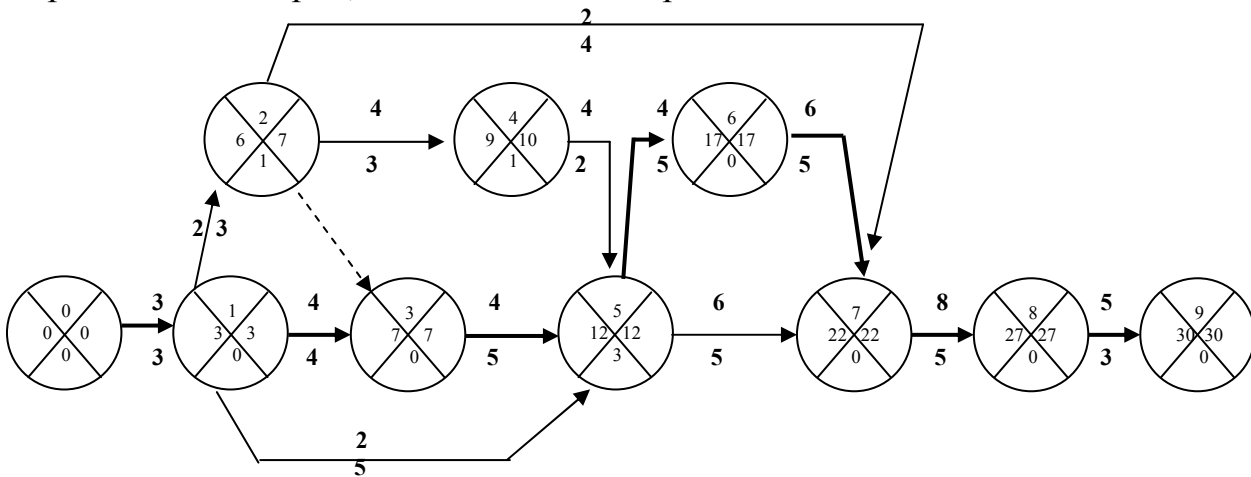


Рис. 3.6. Сетевой график на выполнение ОКР по созданию нового образца телевизора

3. Кодирование сетевого графика выполняется в соответствии с правилом №8. Коды событий проставляются в возрастающем порядке от  $i$  до  $j$  (см. рис. 3.6), а также в гр. 2 табл. 3.1.

4. Расчет параметров сетевого графика.

Для пояснения методики расчета рассмотрим два метода:

- 1) расчет параметров сетевого графика на самом графике;
- 2) табличный метод расчета.

Первый метод предусматривает расчет следующих параметров:

- ранних сроков свершения событий ( $t_i^p$ );
- поздних сроков свершения событий ( $t_i^n$ );
- резервов времени свершения событий ( $R_i$ ).

Для расчета параметров сетевого графика по первому методу все события (кружки) делятся на четыре сектора (см. рис. 3.6). В верхних секторах проставляются коды событий. В левые секторы в процессе расчета вписываются наиболее ранние сроки свершения событий ( $t_i^p$ ), а в правые –

наиболее поздние сроки свершения событий ( $t_i^n$ ). В нижних секторах проставляют календарные даты или резервы событий ( $R_i$ ).

Расчет наиболее ранних сроков свершения событий ведется слева направо, начиная с исходного события и заканчивая завершающим событием. Ранний срок свершения исходного события принимается равным нулю ( $t_i^p=0$ ). Ранний срок свершения  $j$ -го события определяется суммированием продолжительности работы ( $t_{(i-j)}$ ), ведущей к  $j$ -му событию, и раннего срока предшествующего ему  $i$ -го события [ $t_j^p = t_i^p + t_{(i-j)}$ ]. Это при условии, если в  $j$ -е событие входит одна работа (например, для события №2  $t_2^p=3+3+6$ ), а если  $j$ -му событию предшествует несколько работ, то определяют ранние сроки выполнения каждой работы и из них выбирают максимальный по абсолютной величине и записывают в левом секторе события [ $t_j^p = \max t_{(i-j)}^{p.o}$ ].

Например,  $t_{(1-5)}^{p.o}=3+5=8$ ;  $t_{(3-5)}^{p.o}=7+5=12$ ;  $t_{(4-5)}^{p.o}=9+2=11$ . Из этих значений выбирают максимальное – 12 – и вписывают в левый сектор события №5. Аналогично расчет ведется до завершающего события.

Расчет наиболее поздних сроков свершения событий ведется справа налево, начиная с завершающего события и заканчивая исходным. Поздний срок свершения завершающего события принимается равным раннему сроку этого события ( $t_i^n = t_i^p$ ). Например,  $t_9^n = t_9^p=30$ . Это значение записывают в правый сектор события.

Наиболее поздний срок свершения  $i$ -го события определяется как разность между сроком последующего  $j$ -го события, записанным в правом секторе, и продолжительностью работы, ведущей из  $i$ -го события к  $j$ -му событию, т.е.  $t_i^n = t_j^n - t_{(i-j)}$ . Это значение вписывают в правый сектор  $i$ -го события, если из этого события выходит одна работа, а если из  $i$ -го события выходит несколько работ, то выбирают минимальное значение и записывают в правый сектор  $i$ -го события, это и будет поздним сроком свершения  $i$ -го события.

Например, из события №2 выходят три работы с поздними сроками свершения событий:  $t_{(2-7)}^{n.n}=22-4=18$ ;  $t_{(2-4)}^{n.n}=10-3=7$ ;  $t_{(2-3)}^{n.n}=7-0=7$ . Из трех значений выбирают минимальное, равное 7, и вписывают его в правый сектор события №2. Аналогично расчет ведется до исходного события.

Расчет резервов времени на свершение событий.

Резерв времени  $i$ -го события определяется непосредственно на сетевом графике вычитанием величины раннего срока свершения  $i$ -го события из величины позднего срока свершения  $i$ -го события ( $R_i=t_i^n - t_i^p$ ).

Следует отметить, что все события, которые не имеют резервов времени, лежат на критическом пути, однако этого недостаточно, чтобы выделить работы, находящиеся на критическом пути. Например, несмотря на то, что у работы (5-7) ранние и поздние сроки свершения событий равны, она не лежит на критическом пути. Для выделения критических работ необходимо, чтобы  $t_j^p - t_i^p = t_{(i-j)}$ .

Например, для работы (5-7):  $22-12=10$ , а  $t_{(5-7)}=4$ , следовательно, данная работа имеет резерв и потому не является критической. Критический путь проходит по работам (0-1), (1-3), (3-5), (5-6), (6-7), (7-8), (8-9).

Второй метод расчета параметров сетевого графика (табличный) предусматривает расчет следующих параметров:

- наиболее ранних сроков начала  $i - j$  работ ( $t_{(i-j)}^{p.H}$ );
- наиболее ранних сроков окончания  $i - j$  работ ( $t_{(i-j)}^{p.O}$ );
- наиболее поздних сроков начала  $i - j$  работ ( $t_{(i-j)}^{п.Н}$ );
- наиболее поздних сроков окончания  $i - j$  работ ( $t_{(i-j)}^{п.О}$ );
- общих резервов времени  $i - j$  работ ( $R_{(i-j)}$ );
- частных резервов времени первого  $r'_{(i-j)}$  и второго  $r''_{(i-j)}$  вида работы  $i-j$ .

Все указанные параметры сетевого графика определяются в табличной форме (табл.3.2).

Расчет параметров сетевого графика начинают с заполнения первых трех граф таблицы. В гр. 1 и 2 записывают коды событий, строго по их возрастанию, а в гр. 3 проставляют продолжительность выполнения работ. Далее рассчитывают наиболее ранние сроки начала и окончания работ (см. табл. 3.2, гр. 4 и 5). Расчет ведется сверху вниз.

Для работ, опирающихся на исходное событие, наиболее раннее начало принимают равным нулю ( $t_{(i-j)}^{p.H}=0$ ) и проставляют в гр. 4 табл.3.2. Ранний срок окончания работ получается в результате сложения  $t_{(i-j)}^{p.H}$  и  $t_{(i-j)}$  в каждой строке [ $t_{(i-j)}^{p.O}=t_{(i-j)}^{p.H}+t_{(i-j)}$ ]. Полученный результат записывают в гр. 5 табл. 3.2.

Таблица 3.2

Расчет параметров сетевого графика табличным методом

Код		$t_{(i-j)}$	$t_{(i-j)}^{p.H}$	$t_{(i-j)}^{p.O}$	$t_{(i-j)}^{п.Н}$	$t_{(i-j)}^{п.О}$	$R_{(i-j)}$	$r''_{(i-j)}$	$r'_{(i-j)}$
$i$	$j$								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	1	3	0	3	0	3	0	0	0
1	2	3	3	6	4	7	1	0	1
1	3	4	3	7	3	7	0	0	0
1	5	5	3	8	7	12	4	4	4
2	3	0	6	6	7	7	1	1	0
2	4	3	6	9	7	10	1	0	0
2	7	4	6	10	18	22	12	12	11
3	5	5	7	12	7	12	0	0	0
4	5	2	9	11	10	12	1	1	0
5	6	5	12	17	12	17	0	0	0
5	7	4	12	16	18	22	6	6	6
6	7	5	17	22	17	22	0	0	0
7	8	5	22	27	22	27	0	0	0
8	9	3	27	30	27	30	0	0	0



Для определения раннего срока начала последующих работ в вышерасположенных строках таблицы находится обозначение работы, у которой последующее событие  $j$  имеет номер предыдущего события  $i$  рассчитываемой работы, и значение  $t_{(i-j)}^{p.o}$  из этой строки (гр.5) переносят в гр. 4  $t_{(i-j)}^{p.H}$  строки рассчитываемой работы.

Если начальному событию рассматриваемой работы предшествует несколько работ, то в качестве  $t_{(i-j)}^{p.H}$  выбирают наибольшее значение  $[t_{(i-j)}^{p.H} = \max t_{(h-i)}^{p.o}]$ . Например,  $t_{(5-6)}^{p.H}=12$ , так как работе (5-6) предшествуют три работы: (1-5), (3-5) и (4-5), из которых работа (3-5) имеет максимальное раннее окончание, равное 12, а работы (1-5) и (4-5) соответственно имеют  $t_{(i-j)}^{p.o}$ , равное 8 и 11.

Расчет наиболее поздних сроков начала и окончания работ ведется снизу вверх в гр. 6 и 7 табл. 3.2.

Для завершающего события наиболее ранний срок свершения равен наиболее позднему сроку и равен продолжительности критического пути, т.е.  $t_{(j-k)}^{p.o} = t_{(j-k)}^{n.o} = t_{кр}$ .

Для нашего случая  $t_{(8-9)}^{p.o} = t_{(8-9)}^{n.o} = 30$ . Это значение записывают в гр.7 табл. 3.2. Позднее начало определяется как разность между  $t_{(i-j)}^{n.o}$  и ее продолжительностью, т.е.  $t_{(i-j)}^{n.H} = t_{(i-j)}^{n.o} - t_{(i-j)}$ .

Позднее окончание для каждой работы  $(i-j)$  определяется путем отыскания поздних начал работ – последующих за данной работой. Если за ней следует одна работа, то  $t_{(i-j)}^{n.H}$  будет являться  $t_{(i-j)}^{n.o}$  для рассматриваемой работы и ее значение из гр. 6 переносят в гр. 7 табл. 3.2. Например, данная работа (5-7), за ней следует одна работа (7-8), у которой  $t_{(7-8)}^{n.H}=22$ , следовательно,  $t_{(5-7)}^{n.o}=22$ . Если за данной работой следует несколько работ, то выбирают минимальное значение позднего их начала. Например, за работой (4-5) следуют две работы: (5-6) и (5-7), т.е.  $t_{(5-6)}^{n.H}=12$  и  $t_{(5-7)}^{n.H}=18$ . Выбирают минимальное значение, равное 12, и переносят из гр. 6 в гр. 7 для работы (4-5), т.е.  $t_{(4-5)}^{n.o}=12$ .

Полный (общий) резерв времени работы  $(i-j)$  определяют как разность между наиболее поздним (гр. 7) и наиболее ранним (гр.5) окончанием работы  $(i-j)$ , а результат записывают в гр. 8 табл. 3.2. Например,  $R_{(1-5)} = t_{(1-5)}^{n.o} - t_{(1-5)}^{p.o} = 12 - 8 = 4$ .

Расчет частных резервов времени работы  $(i-j)$  ведется в табличной форме снизу вверх с использованием формул для определения частного резерва времени первого вида (результат записывают в гр. 10 табл. 3.2)

$$r^1_{(i-j)} = t_{(i-j)}^{n.o} - t_{(h-i)}^{n.o} - t_{(i-j)}$$

Например,  $r^1_{(2-7)} = 22 - 7 - 4 = 11$ .

Частный резерв времени второго вида рассчитывается по формуле (результат заносят в гр. 9 табл. 3.2)

$$r^2_{(i-j)} = t_{(j-k)}^{p.H} - t_{(i-j)}^{p.o}$$

Например,  $r^2_{(2-7)} = 22 - 10 = 12$ .

5. Оптимизация сетевого графика по параметру «время – ресурсы».

Эта оптимизация производится эвристическим методом. Сначала график оптимизируют по параметру «время», а затем, если он удовлетворяет длительности критического пути, - по ресурсам (людским, материальным и др.). По параметру «время» существует несколько способов приведения графика в соответствие с заданными сроками, например, пересмотр топологии сети, сокращение продолжительности работ, лежащих на критическом пути, и др.

В нашем случае  $t_{кр}=30$  недель устраивает разработчика, и график пока не оптимизирует по параметру «время».

Оптимизация сетевого графика по параметру «людские ресурсы» сводится к расчету численности исполнителей по календарным периодам и приведению ее к заданным ограничениям. Для этого сетевой график наносят на календарную сетку (рис. 3.7, а), при этом работы изображаются стрелками в масштабе времени их свершения по наиболее ранним срокам, а резервы времени работ (частные резервы времени работ второго вида) изображают пунктирными линиями со стрелкой.

После построения графика в масштабе времени над стрелками (работами) проставляют числа исполнителей, которые затем суммируют по календарным периодам, и результаты сравнивают с располагаемой численностью. Под сетевым графиком строят график загрузки людских ресурсов по плановым периодам (рис. 3.7, б). Если расчетные числа превышают располагаемую численность исполнителей в каком-либо периоде (в нашем случае располагаемая численность – 8 человек), то начало работ сдвигают на более ранние или более поздние сроки в пределах имеющихся резервов времени выполнения работ с таким расчетом, чтобы сумма людских ресурсов по календарным периодам не превышала наличную численность работников. В нашем случае имеются превышение численности в отдельные плановые периоды (см. рис. 3.7, б) и недогрузка исполнителей в отдельные недели.

В этой связи было перемещено начало выполнения отдельных работ в пределах имеющихся резервов времени. В частности, работа (1-5) перемещена на более раннее ее начало с изменением топологии сетевого графика; начало работ (4-5) и (2-7) перемещено соответственно на величину их резервов; время выполнения работы (5-7) увеличено с 4 до 6 недель с сокращением численности исполнителей; срок выполнения завершающей работы (8-9) сокращен с 3 до 2 недель с увеличением численности исполнителей.

Сетевой график и график загрузки людских ресурсов после оптимизации представлены на рис. 3.8. Приоритет передвижения работ по оси времени отдавался работам с наибольшими резервами времени.

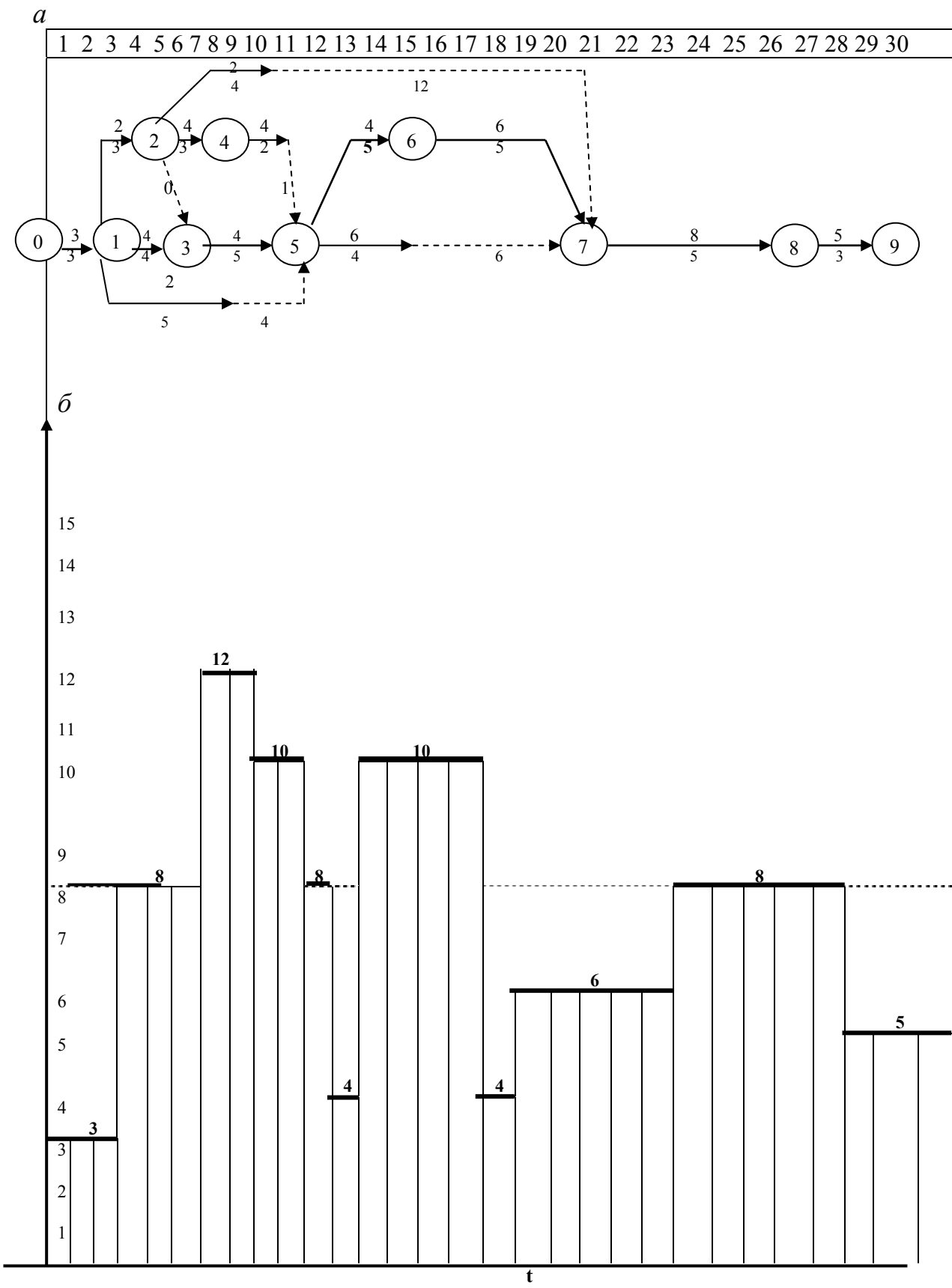


Рис. 3.7. Сетевой график и график движения людских ресурсов до оптимизации по параметру «время – ресурсы»

## Задачи для решения

### Задача 3.2

Построить сетевой график по данным, приведенным в карточке-определителе (табл. 3.3), рассчитать его параметры (ранние и поздние сроки начала и окончания работ, резервы времени работ и событий, длительность критического пути). Провести оптимизацию сетевого графика по рудовым ресурсам и времени. Введено ограничение по числу конструкторов – 7 человек.

Таблица 3.3

Карточка – определитель работ

№ п/п	Код работ*	Работа	Номер работы, предшествующей данной работе	Продолжительность выполнения работы, недель	Численность исполнителей, чел.
1	0-1	Разработка ТЗ на РТМ	0	1,5	2
2	1-2	Доработка и уточнение ТЗ на РТМ	1	3,5	3
3	1-4	Составление ТЗ на разработку АЛУ	1	1,0	2
4	1-3	Составление ТЗ на разработку электросхем	1	0,5	1
5	1-10	Разработка проектов стандартов	1	2,5	2
6	10-14	Выверка и уточнение проектов стандартов	5	4,0	2
7	8-9	Внесение изменений в макет АЛУ	10	1	1
8	2-14	Разработка технического проекта	2	4,5	5
9	4-6	Разработка конструкции АЛУ (проекта)	2,3	0,5	2
10	6-8	Изготовление макета АЛУ	9	2,0	3
11	3-5	Разработка электротехнических схем	4	1	2
12	5-7	Раскладка ТЭЗов	11	1,0	2
13	7-9	Изготовление ТЭЗов	12	0,5	2
14	9-11	Сборка ТЭЗов в макете АЛУ	13	0,5	2
15	11-12	Отладка макета АЛУ	14	1,5	2
16	12-13	Испытание макета АЛУ	15	1,5	2
17	13-14	Корректировка ТД по АЛУ	16	2,0	3
18	14-15	Передача ТПР заказчику	6, 8, 17	0,5	2

### Задача 3.3

Построить сетевой график конструкторской подготовки производства нового изделия, выполняемой 12 конструкторами; рассчитать параметры сетевого графика; провести оптимизацию по параметру «время – ресурсы».

Исходные данные приведены в карточке – определителе работ и событий (табл. 3.4).

\* Заполняется после составления графика.

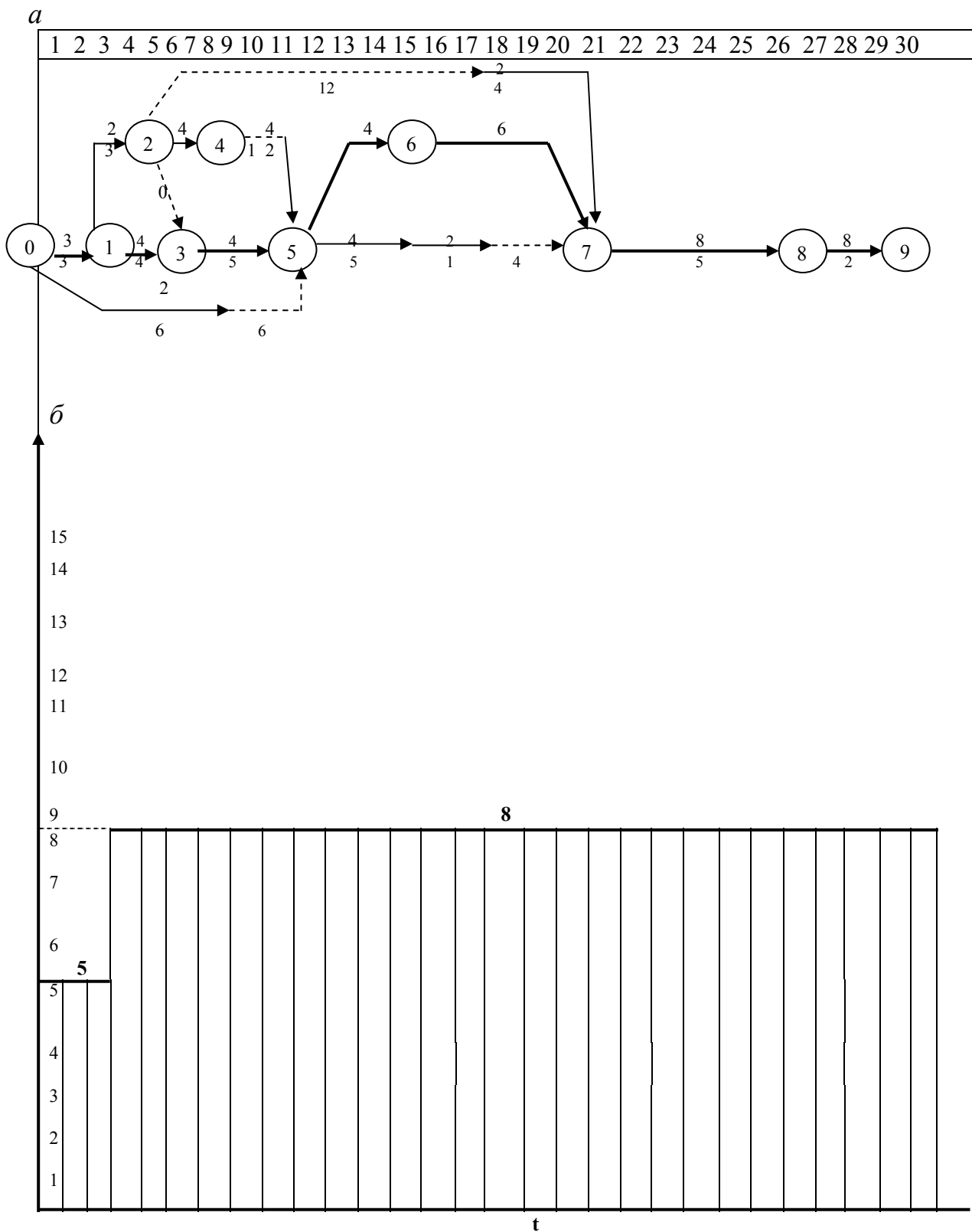


Рис. 3.8. Сетевой график и график движения людских ресурсов после оптимизации по параметру «время – ресурсы»

### Задача 3.4

Даны работы А, Б, В, Г и Д. Работы А, Б и В могут выполняться параллельно, начиная из одного события. Выполнение работы Г можно начать после

окончания работ А и Б, а работы Д – после окончания работ Б и В. Построить график.

### Задача 3.5

Даны работы А, Б, В, Г и Д. Работы А, Б и В могут выполняться параллельно. Выполнение работы Г может начаться после окончания работ А, Б и В, а работы Д – после окончания работ Б и В. Построить график.

### Задача 3.6

Даны работы А, Б, В, Г, Д и Е. Работы А, Б и В могут выполняться параллельно. Выполнение работы Г и Д может начаться после окончания работ А и Б, а работы Е – после окончания работ В и Г. Построить график.

### Задача 3.7

Даны работы А, Б, В, Г, Д и Е. Работы А, Б и В могут выполняться параллельно, начиная из одного события. Выполнение работы Г может начаться после окончания работ А и Б, работы Д – после окончания работ Б, а работы Е – после окончания работ Б и В. Построить график.

Таблица 3.4

Определитель работ и событий

Код работ		Работа	$t_{ож, не де ль}$	Чис ленн ость испо лнит елей	Код со бы ти й	Событие
$i$	$j$					
0	1	Разработка технического задания	2	5	0	Задание на разработку технического задания
0	2		1	3		
1	2	Размещение заказа на покупку комплектующих изделий Разработка ТПР	2	5	1	Техническое задание разработано
1	3		6	12		
2	7	Приемка комплектующих изделий	1	3	2	Заказы на приемку комплектующих изделий приняты
3	4	Отливка заготовок Штамповка заготовок	3	3	3	ТПР разработан
3	5		2	2		
4	6	Обработка деталей	4	5		Отливка заготовок
5	7	Отделка деталей	1	2	5	Штамповка заготовок закончена
6	7	Отделка деталей	1	2	6	Обработка деталей закончена
7	8	Сборка опытного образца	6	10	7	Комплектность образца подготовлена
8	9	Испытание опытного образца изделия	4	8	8	Опытный образец собран
9	10	Составление рабочего проекта	3	10	9	Опытный образец испытан
					10	Рабочий проект составлен

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афилов Э.А., Новицкий Н.И., Цыганков В.Д. Организация вспомогательных цехов и обслуживающих хозяйств предприятия: Учебное пособие по курсу «Организация и планирование производства. Управление предприятием». – Минск: МРТИ, 1992. – 60с.
2. Блехерман М.Х. Гибкие производственные системы. Организационно-экономические аспекты. – М.: Экономика, 1988. – 222с.
3. Войчинский А.М., Диденко Н.И., Лузин В.П. Гибкие автоматизированные производства. – М.: Радио и связь, 1987. – 272с.
4. Гарбер К.Д., Новицкий Н.И. Учебное пособие по курсу: Организация, планирование и управление радиотехническим предприятием. Ч. I. – Минск: МРТИ, 1984. – 88с.
5. Грункин М.Н. Экономика, организация и планирование промышленного производства. – М.: Высшая школа, 1985.
6. Ипатов М.И. Организация и планирование машиностроительного производства. – М.: Высшая школа, 1988.
7. Лабораторный практикум по курсу: Основы менеджмента / Э.А. Афилов, Н.И. Новицкий, Л.И. Наливайко и др.; Под ред. Н.И. Новицкого. – Минск: БГУИР, 1996. – 60с.
8. Новицкий Н.И., Чигрин В.П. Методическое пособие к проведению практических занятий по курсу: Организация и планирование производства. Управление предприятием / Под ред. Н.И. Новицкого. – Минск: БГУИР, 1996. – 74с.
9. Организация и планирование машиностроительного производства / Под ред. М.И. Ипатова, В.И. Постникова, М.К. Захарова. – М.: Высшая школа, 1988. – 368с.
10. Организация, планирование и управление машиностроительным производством: Учебное пособие. М.: Машиностроение, 1989.
11. Проблемы создания гибких автоматизированных производств / Под ред. И.М. Макарова, К.В. Фролова, П.Н. Беянина. – М.: Наука, 1987. – 254с.
12. Производственный менеджмент / Под ред. С.Д. Ильенковой. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 583 с.

Алексей Степанович Таранов

## **ОРГАНИЗАЦИЯ И ПЛАНИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА**

Методические указания к выполнению практических работ  
для студентов специальности 210200  
«Автоматизация технологических процессов и производств»

Редактор Н.М. Устюгова

---

Подписано в печать	Формат 60 * 84 1/16	Бумага тип. №1
Заказ	Усл. печ. л. 2,5	Уч.-изд. л. 2,5
Печать трафаретная	Тираж 100	Цена свободная

---

Редакционно-издательский центр КГУ.  
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.  
Курганский государственный университет.