

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

КАФЕДРА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ И ЛОГИСТИКИ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

**«ЛОГИСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК.
Производственная логистика»**

для студентов специальности «Логистика»
дневной и заочной форм обучения



Брест 2018

УДК 658.5

Методические указания предназначены для студентов специальности 1-26 02 05 «Логистика» учреждения образования «Брестский государственный технический университет» дневной и заочной форм обучения для проведения практических занятий студентов и самостоятельной работы над учебным материалом по дисциплине «Логистика и управление цепями поставок. Производственная логистика»

Составители: Омелянюк А.М., к.э.н., доцент кафедры экономической теории и логистики

Шишко Е.Л., ассистент кафедры экономической теории и логистики

Рецензент: Варакулина М.В., доцент кафедры экономики и управления
УО Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, к.э.н.

Практическая работа №1

Решение задачи «To Make Or To Buy» «Сделать или купить»

Задача.

Определите экономическую целесообразность собственного производства комплектующих и их закупки у поставщика на основе следующих данных:

Таблица 1.1 – Задание на практическую работу.

Показатель	Ед. изм.	Вариант										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Выпуск изделий	шт.	1 000	2 000	5 000	5 000	6 000	50 000	20 000	10 000	5 000	30 000	50 000
Количество комплектующих, необходимых для производства единицы изделия	шт.	20	30	10	5	22	2	50	50	15	100	1
Стоимость производства одного комплектующего (собственными силами)	руб.	1 500	1 000	1 000	5 000	2 000	6 000	3 000	1 500	2 500	5 000	2 000
Сумма собственных средств предприятия	тыс. руб.	25 000	1 800	2 500	800	10 000	850	26 500	1 200	500	6 500	10 000
Стоимость одного комплектующего у посредника	руб.	500	300	400	200	300	300	1500	550	700	850	500
Расходы на доставку комплектующих от посредника в расчете на 1 км	руб./шт.	3	5	18	10	23	3	15	25	5	15	50
Расстояние до посредника	км	73	50	40	40	10	5	45	60	20	35	5

Пример решения:

Условие. Определите экономическую целесообразность собственного производства комплектующих и их закупки у поставщика. В таблице (вариант 0) приведены основные аналитические показатели.

Решение.

Рассмотрим вариант собственного производства.

1. Предприятию необходимо выпустить 1000 изделий. Следовательно, потребность в комплектующих составит 20 000 шт. ($1\ 000 * 20$).

2. Предприятие потенциально способно произвести 16 600 ед. комплектующих ($25\ 000\ 000 / 1\ 500$).

3. При необходимом количестве комплектующих 20 000 шт. в случае организации собственного производства необходимо закупить у посредника 3 400 шт. комплектующих ($20\ 000 - 16\ 600$). Соответственно расходы по закупке комплектующих у посредника составят 1 700 000 руб. ($3\ 400 * 500$) и доставке 744 600 руб. ($3\ 400 * 3 * 73$).

4. Расходы по изготовлению и приобретению комплектующих при организации собственного производства составят 27 444 600 руб. (25 000 000 + 1 700 000 + 744 600).

Рассмотрим вариант закупки комплектующих у посредника.

1. Расходы по приобретению комплектующих составят 10 000 000 руб. (20 000 * 500).

2. Расходы по доставке комплектующих от посредника до предприятия составят 4 380 000 руб. (20 000 * 3 * 73).

3. Расходы по приобретению комплектующих у посредника составят 14 380 000 руб. (10 000 000 + 4 380 000).

Таким образом, предприятию дешевле закупать комплектующие у посредника, так как расходы по приобретению комплектующих меньше расходов при организации собственного производства на 13 064 600 руб. (27 444 600 – 14 380 000).

Практическая работа №2 Расчет срока окупаемости капитальных вложений в производственную логистику

Задание: Руководство предприятия приняло решение об оптимизации процессов закупки комплектующих, производства товаров и их сбыта. Основные показатели до и после оптимизации приведены в таблице. Необходимо рассчитать срок окупаемости капитальных вложений в логистику на основе следующих данных:

Таблица 2.1 – Задание на практическую работу

Показатель	Единица измерения	Вариант										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Объем производства	ед./мес.	15000	5000	40000	200	1500	900	3000	8000	12000	10000	1000
Затраты на внедрение логистики на производстве	тыс. руб.	20000	40000	60000	6000	8000	10000	50000	75000	50000	85000	50000
Количество комплектующих, необходимых для производства единицы товара	шт.	10	5	10	50	40	20	20	20	5	20	50
Транспортные расходы по доставке одного комплектующего для производства товаров при первоначальной схеме работы предприятия	руб.	50	20	5	20	30	30	30	50	20	15	10
Транспортные расходы по доставке одного комплектующего для производства товаров после внедрения логистики	руб.	23	12	3	15	25	20	28	46	16	13	8

Продолжение таблицы 2.1

Расходы на производство единицы товара при первоначальной схеме работы предприятия (себестоимость)	руб.	100	50	40	30	50	45	40	34	100	100	550
Расходы на производство единицы товара после внедрения логистики (себестоимость)	руб.	75	40	25	20	47	35	37	30	95	98	520
Расходы по переработке, хранению и отпуску единицы товара с производственного звена при первоначальной схеме работы предприятия	руб.	20	15	10	15	22	15	10	10	15	35	40
Расходы по переработке, хранению и отпуску единицы товара с производственного звена после внедрения логистики	руб.	10	10	6	10	19	10	9	9	12	25	38

Пример решения:

Условие. Руководство предприятия приняло решение об оптимизации процессов закупки комплектующих, производства товаров и их сбыта на основе принципов логистики. Основные показатели до и после оптимизации приведены в таблице (вариант 0). Необходимо рассчитать срок окупаемости капитальных вложений в логистику.

Решение. Рассчитаем расходы предприятия по производству и отпуску товаров по первоначальной схеме.

1. Транспортные расходы. Количество комплектующих, необходимых для выполнения объема производства, составит 150 000 шт./мес. ($10 * 15\ 000$).

Затраты на транспортировку комплектующих до производства составят 7 500 000 руб./мес. ($150\ 000 * 50$) или 90 000 000 руб./год. ($7\ 500\ 000 * 12$).

2. Расходы на производство. Стоимость производства товаров составит 1 500 000 руб./мес. или 18 000 000 руб./год. ($15\ 000 * 100$).

3. Расходы по переработке, хранению и отпуску товара. Стоимость переработки, хранения и отпуска товаров составит 300 000 руб./мес. или 3 600 000 руб./год. ($15\ 000 * 20$).

4. Общие расходы. По первоначальной схеме общие расходы составят 9 300 000 руб./мес. или 111 600 000 руб./год ($7\ 500\ 000 + 1\ 500\ 000 + 300\ 000$).

Рассчитаем расходы предприятия по производству и отпуску товаров после оптимизации (внедрения логистики).

1. Транспортные расходы. Количество комплектующих, необходимых для выполнения объема производства, не изменится и составит 150 000 шт./мес.

Затраты на транспортировку комплектующих до производства составят 3 450 000 руб./мес. или 41 400 000 руб./год (150 000 * 23).

2. Расходы на производство. Стоимость производства товаров составит 1 125 000 руб./мес. или 13 500 000 руб./год (15 000 * 75).

3. Расходы по переработке, хранению и отпуску товара. Стоимость переработки, хранения и отпуска товаров составит 150 000 руб./мес. или 1 800 000 руб./год (15 000 * 10).

4. Общие расходы. По предлагаемой схеме общие расходы составят 4 725 000 руб./мес. или 56 700 000 руб./год (3 450 000 + 1 125 000 + 150 000).

Таким образом, расходы после внедрения логистического подхода сократились на 54 900 000 руб./год. (111 600 000 – 56 700 000).

Срок окупаемости ($\text{срок окупаемости} = \frac{\text{капитальные вложения}}{\text{годовую прибыль}}$) вложений в логистику в данной задаче будет равняться $20\,000\,000 / 54\,900\,000$ руб. = 0,36 года, так как сумма затрат на реорганизацию производства меньше, чем экономический эффект от ее внедрения. В результате вложения в логистику в размере 20 000 000 руб. покрываются разницей в 54 900 000 руб. Абсолютный эффект от внедрения логистики составит 34 900 000 руб. (54 900 000 – 20 000 000).

Практическая работа № 3 Организация производственного процесса во времени

Задача. Обработка изделия производится на шести операциях. Длительность операций по вариантам приведена в таблице 1. Работа производится в две смены по 8 часов. Количество рабочих дней в 2015 году – 260. Размер обрабатываемой и передаточной партий, а также среднее подготовительно-заключительное время приведены по вариантам в таблице 2. Принимается, что подготовительно-заключительное время одинаково для всех операций. Количество станков (одинаковое для всех вариантов): 1-я операция – 3 станка; 2-я операция – 1 станок; 3-я операция – 1 станок; 4-я операция – 2 станка; 5-я операция – 1 станок; 6-я операция – 1 станок.

Таблица 3.1 – Норма времени на операции по вариантам

№ операции	ВАРИАНТ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Норма времени $t_{шт}$, мин									
1	12	6	15	18	9	12	6	15	6	21
2	8	4	10	7	3	7	8	11	10	2
3	6	8	9	2	4	6	3	9	9	8
4	10	5	6	5	16	8	4	8	8	9
5	5	7	12	10	8	15	11	6	5	7
6	3	9	4	6	5	3	5	7	2	3

Таблица 3.2 – Исходные данные по вариантам

Показатель	ВАРИАНТ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Размер обрабатываемой партии n , шт.	200	150	150	160	120	100	160	180	90	200
Размер передаточной партии p , шт.	25	15	15	20	15	10	20	20	5	20
Среднее подготовительно-заключительное время $t_{пз}$, мин.	5	3	2	4	6	3	4	5	2	4

Требуется: 1. Определить длительность технологического цикла в минутах и календарных днях при трех видах движения: последовательном; параллельном, параллельно-последовательном и построить графики для каждого вида.

2. Определить длительность технологического цикла в минутах и календарных днях при трех видах движения, если объем передаточной партии увеличится вдвое, и построить графики.

3. Определить длительность технологического цикла в минутах и календарных днях при трех видах движения, если обработка на всех операциях будет проводиться на одном станке, и построить графики.

4. Сделать выводы о влиянии размера передаточной партии и количества станков, участвующих в выполнении операции, на технологический цикл.

Результаты вычислений свести в таблицу.

Таблица 3.3 – Результаты вычислений

№ задания	Технологический цикл					
	T _{ц(посл)}		T _{ц(пар)}		T _{ц(пар-посл)}	
	МИН.	ДНИ	МИН.	ДНИ	МИН.	ДНИ
1						
2						
3						

Продолжительность технологического цикла обработки партии деталей при последовательном виде движения (в мин.) определяется по формуле:

$$T_{ц(посл)}^{тех} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{npi}}, \quad (3.1)$$

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

t_i – штучное время (продолжительность обработки) на i -й операции, мин.;

C_{npi} – число рабочих мест, на которых ведется обработка деталей на i -й операции;

m – число операций в технологическом процессе.

Продолжительность технологического цикла обработки партии деталей при последовательном виде движения (в календарных днях) определяется по формуле:

$$T_{ц(посл)}^{произв} = \left(n \sum_{i=1}^m t_i + mt_{мо} \right) \frac{1}{Rt_{см} S C_{npi}}, \quad (3.2)$$

где $t_{мо}$ – средняя продолжительность одного межоперационного перерыва;

R – коэффициент перевода рабочих дней в календарные, равный отношению числа рабочих дней к числу календарных дней в году ($R=260/365=0,7$);

$t_{см}$ – продолжительность одной смены, мин.; S – число смен в сутках.

Формула для расчета длительности технологического цикла при параллельном виде движения партии деталей:

$$T_{ц(пар)}^{тех} = (n - p) \left(\frac{t_i}{C_{npi}} \right)_{max} + p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{npi}}, \quad (3.3)$$

где $(t_i/C_{npi})_{max}$ – операция с наибольшей продолжительностью.

Формула для расчета длительности технологического цикла при параллельном виде движения (в календарных днях) партии деталей:

$$T_{ц(пар)}^{произв} = \left[(n - p) \left(\frac{t_i}{C_{npi}} \right)_{max} + p \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{npi}} \right] \frac{1}{Rt_{cm} S} . \quad (3.4)$$

Продолжительность технологического цикла при параллельно-последовательном виде движения партий деталей определяется по формуле:

$$T_{ц(пар-посл)}^{тех} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{npi}} - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{kpi}}{C_{npi}} , \quad (3.5)$$

где p – размер транспортной партии (шт.), которой передаются детали с предыдущей операции на последующую;

t_{kpi} – штучное время операции с наименьшим временем выполнения, т. е. кратчайшей операции из каждой пары смежных операций (первой и второй операции, второй и третьей и т. д.);

C_{npi} – число рабочих мест на кратчайшей i -й операции t_{kpi} .

Продолжительность технологического цикла при параллельно-последовательном виде движения (в календарных днях) определяется по формуле:

$$T_{ц(пар-посл)}^{произв} = \left[n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{C_{npi}} - (n - p) \sum_{i=1}^{m-1} \frac{t_{kpi}}{C_{npi}} \right] \frac{1}{Rt_{cm} S} . \quad (3.6)$$

Пример решения:

Условие. Последовательность движения предметов. Построить графики движения партий деталей и рассчитать длительность технологического цикла по всем трем видам движений, если известно, что партия деталей состоит из 9 штук, технологический процесс обработки деталей включает 5 операций, длительность которых соответственно составляет: $t_1=2$, $t_2=1$, $t_3=3$, $t_4=2$, $t_5=2,5$ мин. Размер транспортной партии 3 штуки. Количество станков: 1-я операция – 2 станка, 2-я операция – 1 станок, 3-я операция – 1 станок, 4-я операция – 2 станка, 5-я операция – 1 станок.

Решение.

Последовательное движение предметов:

$$T_{ц(посл)}^{тех} = 9 * \left(\frac{2}{2} + \frac{1}{1} + \frac{3}{1} + \frac{2}{2} + \frac{2,5}{1} \right) = 76,5 \text{ мин}$$

Параллельное движение предметов:

$$T_{ц(пар)}^{тех} = (9 - 3) * \left(\frac{3}{1} \right) + 3 * \left(\frac{2}{2} + \frac{1}{1} + \frac{3}{1} + \frac{2}{2} + \frac{2,5}{1} \right) = 43,5 \text{ мин}$$

Параллельно-последовательное движение предметов

$$T_{ц(пар-посл)}^{тех} = 9 * \left(\frac{2}{2} + \frac{1}{1} + \frac{3}{1} + \frac{2}{2} + \frac{2,5}{1} \right) - (9 - 3) * \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{1} + \frac{2}{2} + \frac{2}{2} \right) = 52,5 \text{ мин}$$

Последовательное движение предметов

Номер операции	ti, мин	Спрі, шт	ti/Спрі	Длительность технологического цикла, мин															
				9	18	27	36	45	54	63	72	81							
1	2	2	1		1*9														
2	1	1	1	1*9			3*9												
3	3	1	3						1*9										
4	2	2	1									2,5*9							
5	2,5	1	2,5	Тц (полс) = 76,5мин															

Параллельное движение предметов

Номер операции	ti, мин	Спрі, шт	ti/Спрі	Длительность технологического цикла, мин															
				3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	
1	2	2	1		1*3			1*3			1*3			1*3					
2	1	1	1	1*3			1*3			1*3			1*3						
3	3	1	3																
4	2	2	1				3*3			3*3			3*3						
5	2,5	1	2,5	Тц (пар) = 43,5мин															
										2,5*3			2,5*3						2,5*3

Параллельно-последовательное движение предметов

Номер операции	ti, мин	Спрі, шт	ti/Спрі	Длительность технологического цикла, мин															
				3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48
1	2	2	1																
2	1	1	1																
3	3	1	3																
4	2	2	1				3*3			3*3			3*3			2,5*3			2,5*3
5	2,5	1	2,5	Тц (пар-полс) = 52,5 мин															
																2,5*3			

Практическая работа № 4

Поточное производство и управление межоперационными заделами

Задача. Обработка деталей на производственной линии включает в себя 6 технологических операций. Данные о нормативной трудоемкости выполнения операций, режиме работы предприятия и заданной месячной программе выпуска деталей представлены в таблице 1. Период оборота линии равен одной смене и составляет 8 часов (480 мин.). Допустимая перегрузка рабочих мест линии составляет 3%.

Требуется рассчитать основные показатели поточной линии: 1) программу выпуска деталей за период оборота линии; 2) такт поточной линии; 3) количество рабочих мест на операции (расчетное и принятое); 4) коэффициент загрузки, средний коэффициент загрузки; 5) построить план-график организации поточной линии с учетом размещения рабочих мест; 6) рассчитать межоперационные оборотные заделы (запасы); 7) построить эпюры распределения оборотных запасов.

Таблица 4.1 – Исходные данные о работе технологической линии

№ варианта	Выпуск деталей за месяц, шт.	Число рабочих дней	Количество смен за сутки	% брака на операции	Нормативное штучное время выполнения технологических операций, мин.					
					токарная	сверлильная	фрезерная	шлифовальная	слесарная	зуборезная
1	17600	22	2	8	2,7	4,2	1,8	4,2	5,4	2,4
2	12000	20	1	7	2,5	3,8	1,4	2,5	5,0	2,1
3	18900	21	3	9	2,4	4,0	1,6	2,8	5,2	2,4
4	17600	22	1	10	2,4	4,2	1,8	2,7	4,8	2,4
5	16000	20	2	11	2,4	4,2	1,8	3,0	4,8	2,4
6	12600	21	3	8	3,6	4,2	3,6	2,4	5,4	2,4
7	13200	22	3	7	3,6	4,8	7,2	2,4	5,4	2,4
8	16000	20	1	9	1,8	4,8	2,4	3,6	4,2	3,0
9	12600	21	2	10	2,4	4,4	1,6	3,2	5,2	2,4
10	15840	22	3	11	2,5	3,8	1,6	3,5	3,9	2,9
11	14000	20	1	8	2,3	3,9	1,5	3,6	3,2	3,0
12	14100	21	2	7	2,2	4,0	1,7	3,7	3,3	2,3
13	14500	22	3	9	2,4	4,1	1,8	2,5	3,7	2,4
14	14600	20	1	10	2,6	4,2	1,9	2,8	4,2	2,5
15	14700	21	2	11	2,8	4,3	2,0	3,8	4,6	2,6
16	14400	22	3	8	2,9	4,4	2,1	2,5	5,0	2,4
17	14200	20	1	7	2,7	4,1	1,6	2,6	4,9	2,1
18	14300	21	2	9	2,5	3,8	1,4	2,7	4,8	2,2
19	14400	22	3	10	2,3	3,9	1,5	2,8	4,7	2,3
20	14800	20	1	11	2,2	4,0	1,7	2,9	4,6	2,4
21	14900	21	2	8	2,4	4,1	1,8	3,0	4,4	2,5
22	15000	22	3	7	2,6	4,2	1,9	3,1	4,1	2,6
23	13900	20	1	9	2,8	4,3	2,0	3,2	4,0	2,7
24	14000	21	2	10	2,9	4,4	2,1	3,5	3,9	2,8
25	14100	22	3	11	2,7	4,1	2,0	3,6	3,2	2,9
26	14500	20	1	8	2,5	3,8	1,6	3,7	3,3	3,0
27	14600	21	2	7	2,3	3,9	1,5	2,5	3,7	2,3

Используемые формулы:

Такт поточной линии:
$$r_{np} = \frac{F_э}{N_з}, \quad (4.1)$$

где $F_э$ – эффективный фонд времени работы линии за плановый период, мин.
 $N_з$ – программа запуска изделий за плановый период, шт.

$$F_э = П_{см} * П_{обл} * 60, \quad (4.2)$$

где $П_{см}$ – длительность рабочей смены (час/см).
 $П_{обл}$ – период оборота линии (см/об). 60 – количество минут в 1 часе.

Программа выпуска за период оборота:
$$N_э = \frac{N_{вмес} * П_{обл}}{K_{р\delta} * K_{см}}, \quad (4.3)$$

где $N_{вмес}$ – программа выпуска деталей за рабочий месяц (шт/мес),
 $K_{р\delta}$ – количество рабочих дней в месяце (дн/мес),
 $K_{см}$ – коэффициент сменности (см/дн).

Программа запуска изделий за плановый период:
$$N_з = \frac{N_э * 100}{100 - \alpha}, \quad (4.4)$$

где α – процент брака на операции.

При отсутствии брака программа запуска приравнивается к программе выпуска за период оборота линии.

Определение количества рабочих мест:
$$C_{pi} = \frac{t_{умi}}{r_{np}}, \quad (4.5)$$

где $t_{умi}$ – норма штучного времени на i -й операции, мин.
 r_{np} – такт выпуска изделий, мин/шт.

Как правило, расчетные величины C_{pi} получаются дробными числами, чтобы рассчитать принятое количество рабочих мест C_{npi} , их необходимо округлить.

Коэффициент загрузки рабочих мест:
$$K_з = \frac{C_{pi}}{C_{npi}}. \quad (4.6)$$

Средний коэффициент загрузки рабочих мест:
$$\overline{K_з} = \frac{\sum_{i=1}^m C_{pi}}{\sum_{i=1}^m C_{npi}}. \quad (4.7)$$

Средний коэффициент загрузки рабочих мест на линии должен соответствовать условию $\overline{K_з} \geq 0,7$.

Размер оборотного задела между каждой парой смежных операций (i и $i+1$) и в каждом частном периоде (T_j):
$$Z_{обi,i+1}^j = \frac{T_j * C_i}{t_{ум,i}} - \frac{T_j * C_{i+1}}{t_{ум,i+1}}, \quad (4.8)$$

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

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

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

Пример решения:

Условие. Необходимо рассчитать календарно-плановые нормативы ОППЛ (однопредметной прерывно-поточной линии) для изготовления детали «Втулка» в объеме 10800 шт. В месяце 21 рабочий день, работа ведется в 2 смены, длительность смены 8 часов, период оборота линии равен 1 смене. Технологический процесс представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Технологический процесс изготовления детали «Втулка»

Номер операции	Наименование операции	Норма времени, мин.	% брака
1	2	3	4
1	Токарная	3,0	0
2	Сверлильная	1,0	0
3	Фрезерная	4,6	0
4	Шлифовальная	1,4	0

Решение.

1. Рассчитаем программу выпуска деталей за период оборота линии.

$$N_B = \frac{10800 \cdot 1}{21 \cdot 2} = 240 \text{ шт./оборот}$$

В связи с тем, что на промежуточных операциях технологического процесса брак отсутствует, программа запуска за период оборота равна программе выпуска. $N_3 = N_B = 240 \text{ шт./оборот}$

2. Рассчитаем такт линии $r_{np} = \frac{8 \cdot 60}{240} \cdot 1 = 2 \text{ мин./шт.}$

3. Определим количество рабочих мест на линии.

$$C_{p1} = \frac{3,0}{2,0} = 1,5 \text{ ед.} \quad C_{np1} = 2 \text{ ед.}$$

$$C_{p2} = \frac{1,0}{2,0} = 0,5 \text{ ед.} \quad C_{np2} = 1 \text{ ед.}$$

$$C_{p3} = \frac{4,6}{2,0} = 2,3 \text{ ед.} \quad C_{np3} = 3 \text{ ед.}$$

$$C_{np4} = 1 \text{ ед.}$$

$$C_{p4} = \frac{1,4}{2,0} = 0,7 \text{ ед.}$$

Общее количество рабочих мест на линии $C_{pl} = 5, C_{np.l} = 7$. Перегрузка линии составляет 3%.

4. Рассчитаем коэффициент загрузки.

$$K_{31} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ или } 75\%$$

$$K_{32} = \frac{0,5}{1} = 0,5 \text{ или } 50\%$$

$$K_{33} = \frac{2,3}{3} = 0,76 \text{ или } 76\%$$

$$K_{34} = \frac{0,7}{1} = 0,7 \text{ или } 70\%$$

Средний коэффициент загрузки рабочих мест $\overline{K}_3 = \frac{5}{7} = 0,714$.

5. Рассчитаем индивидуальную загрузку рабочих на каждой операции.

На 1 операции индивидуальная загрузка рабочих: $1,5 \cdot 100\% = 150\%$, т. е. на каждого $100\% + 50\%$.

На 2 операции индивидуальная загрузка рабочих: $0,5 \cdot 100\% = 50\%$, т. е. на одного работника 50% .

На 3 операции индивидуальная загрузка рабочих: $2,3 \cdot 100\% = 230\%$, т. е. на каждого $100\% + 100\% + 30\%$.

На 4 операции индивидуальная загрузка рабочих: $0,7 \cdot 100\% = 70\%$, т. е. на одного работника 70% .

6. Рассчитаем межоперационные оборотные заделы.

Таблица 4.3 – Расчет межоперационных оборотных заделов

Частные периоды	Длительность частного периода	Расчет заделов по частным периодам
Между 1-й и 2-й операциями		
T ₁	240	$Z_{об1,2}^1 = \frac{240 \cdot 2}{3} - \frac{240 \cdot 0}{1} = +160$
T ₂	240	$Z_{об1,2}^2 = \frac{240 \cdot 1}{3} - \frac{240 \cdot 1}{1} = -160$
Между 2-й и 3-й операциями		
T ₁	144	$Z_{об2,3}^1 = \frac{144 \cdot 0}{1} - \frac{144 \cdot 3}{4,6} = -94$
T ₂	96	$Z_{об2,3}^2 = \frac{96 \cdot 0}{1} - \frac{96 \cdot 2}{4,6} = -42$
T ₃	240	$Z_{об2,3}^3 = \frac{240 \cdot 1}{1} - \frac{240 \cdot 2}{4,6} = +136$
Между 3-й и 4-й операциями		
T ₁	144	$Z_{об3,4}^1 = \frac{144 \cdot 3}{4,6} - \frac{144 \cdot 0}{1,4} = +94$
T ₂	336	$Z_{об3,4}^2 = \frac{336 \cdot 2}{4,6} - \frac{336 \cdot 1}{1,4} = -94$

План-график работы ОППЛ

№ операции	Наименование операции	Норма времени тшт, мин	Такт потока гпр, мин./шт.	Количество рабочих мест		№ рабочего места	Загрузка рабочих мест		Кол-во рабочих на операции, чел.	Порядок обслуживания рабочих мест	График работы оборудования и перехода рабочих с одного рабочего места на другое за период оборота линии, равный 1 смене (480 мин.)								Программа выпуска деталей
				Ср	Спр		%	мин.			60	120	180	240	300	360	420	480	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	токарная	3,0	2,0	1,5	2	1	100	480	2	1	[График: сплошная линия от 12 до 19]								160
						2	50	240		2,3	[График: пунктирная линия от 12 до 19]								80
2	сверлильная	1,0	2,0	0,5	1	3	50	240	1	3,2	[График: пунктирная линия от 12 до 15, переход на 16, сплошная линия от 16 до 19]								240
3	фрезерная	4,6	2,0	2,3	3	4	100	480	3	4	[График: сплошная линия от 12 до 19]								104
						5	100	480		5	[График: сплошная линия от 12 до 19]								104
						6	30	144		6,7	[График: пунктирная линия от 12 до 15, переход на 16, пунктирная линия от 16 до 19]								32
4	шлифовальная	1,4	2,0	0,7	4	7	70	336	1	7,6	[График: пунктирная линия от 12 до 14, переход на 15, сплошная линия от 15 до 19]								240
	Итого	10	2	5	7		71,4		7										

Условные обозначения	
	Время работы оборудования
	Время простоя оборудования
	Переход рабочего от одного рабочего места к другому

План-график движения оборотных заделов

№ операции	Наименование операции	Норма времени tшт, мин	Такт потока гпр, мин./шт.	Количество рабочих мест		№ рабочего места	Загрузка рабочих мест		Кол-во рабочих на операции, чел.	Порядок обслуживания рабочих мест	График работы оборудования и перехода рабочих с одного рабочего места на другое за период оборота линии, равный 1 смене (480 мин.)								Программа выпуска деталей
				Ср	Спр		%	мин.			60	120	180	240	300	360	420	480	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	токарная	3,0	2,0	1,5	2	1	100	480	2	1									160
						2	50	240		2,3									80
2	сверлильная	1,0	2,0	0,5	1	3	50	240	1	3,2									240
3	фрезерная	4,6	2,0	2,3	3	4	100	480	3	4									104
						5	100	480		5									104
						6	30	144		6,7									32
4	шлифовальная	1,4	2,0	0,7	4	7	70	336	1	7,6									240
	Итого	10	2	5	7		71,4		7										

Практическая работа № 5

Планирование материальных ресурсов с использованием метода MRP-1

Задача выполняется двумя студентами (каждый предоставляет и защищает решение работы отдельно).

1. Выбрать производство любой продукции (товара).
2. Построить спецификацию производства данного изделия (не менее двух сборочных операций в численности и сборке).

3. Рассчитать потребность всех материальных ценностей производства данного изделия в таблице. Учесть: 2 заказа на эти изделия в месяц по дням рождения обоих студентов и количество производимых изделий = номер месяца рождения * 10. В таблице пометить, какие детали закупаются а какие производятся. Указать приблизительно срок закупки.

4. Построить график организации производства с расчетом опережения и датой начала производства. Ограничений по оборудованию, производственным и складским помещениям нет.

Оформить работу в виде схемы спецификации (рисунок 5.1.) и двух таблиц – потребности в комплектующих и материально-временных потребностей (таблицы 5.1. и 5.2.).

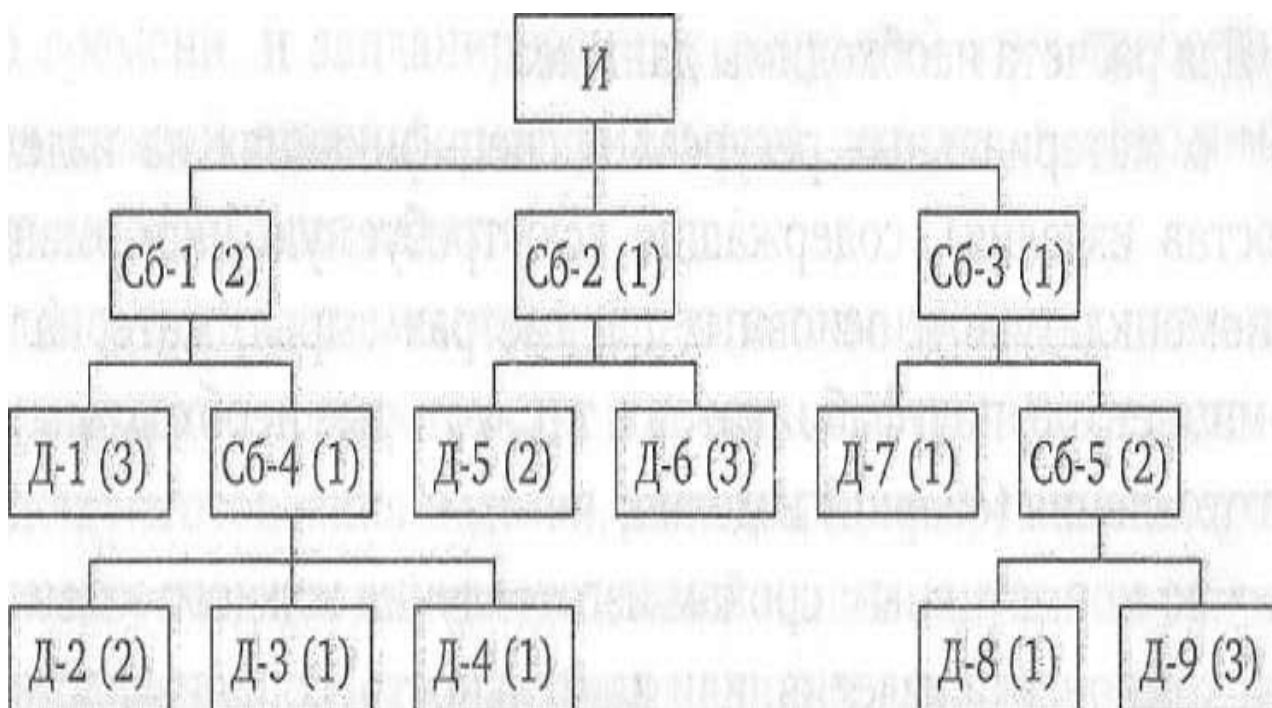


Рисунок 5.1 – Спецификация производства изделия (потребность в деталях и сборочных узлах)

Таблица 5.1 – Потребность в комплектующих для выполнения производственного задания

Элемент	Количество	Количество
И	X (для 4-й недели)	Y (для 8-й недели)
Сб-1	2X	2Y
Сб-2	1X	1Y
Сб-3	1X	1Y
Д-1	(3 x 2)X	(3 x 2)Y
Сб-4	(1 x 2)X	(1 x 2)Y
...		
Д-2	(2 x 1 x 2)X	(2 x 1 x 2)Y

Таблица 5.2 – Материально-временные потребности изготовления изделия

Время изготовления или поставки (t_i)	Наличный запас на момент расчета (z_{ni})	Элемент	Наименование расчетных данных	Недели								
				1	2	3	4	5	6	7	8	
t_i	z_{ni}	И	Полная потребность				X					Y
			Наличный запас									
			Чистая потребность									
			Опережение начала изготовления или заказа у поставщика									
$t_{Сб-1}$	$z_{нСб-1}$	Сб-1	Полная потребность									
			Наличный запас									
			Чистая потребность									
			Опережение начала изготовления или заказа у поставщика									

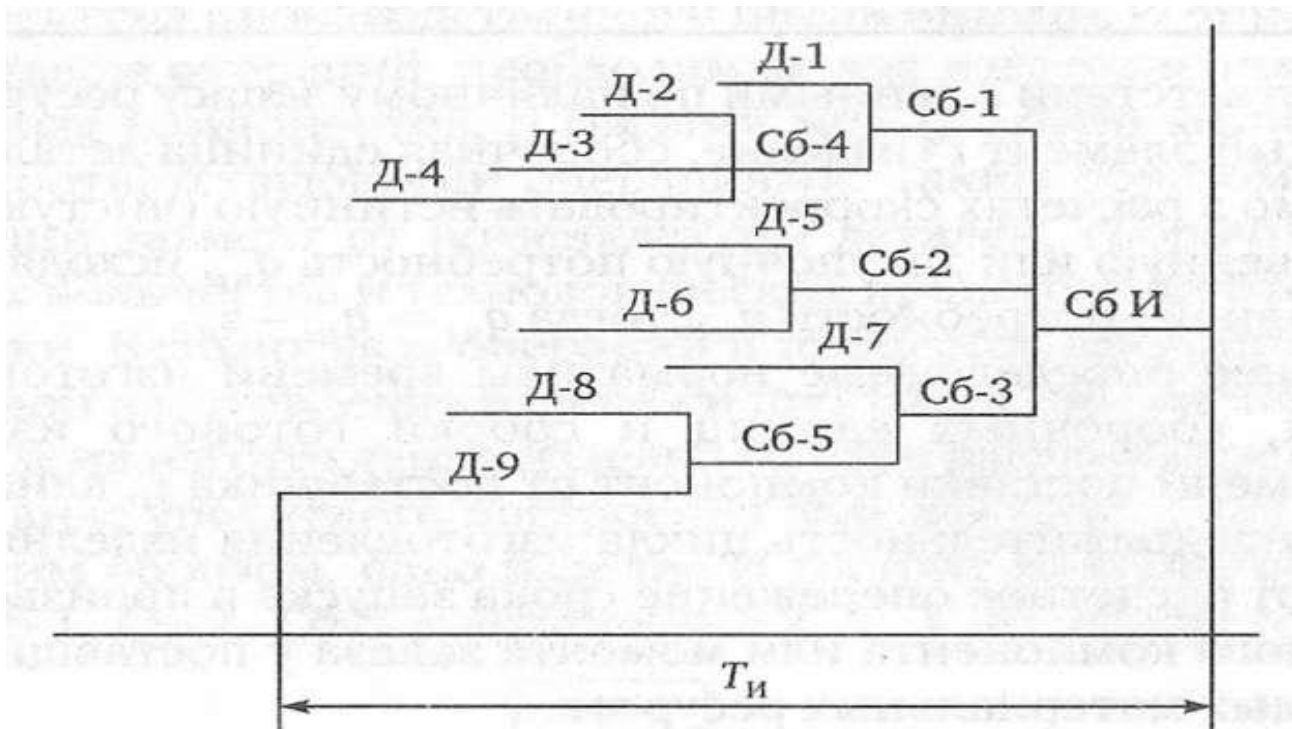


Рисунок 5.2 – График организации производства изделия с применением MRP-1

Практическая работа № 6 Организация производства с использованием метода MRP-1

Задача. Планирование материальных потребностей MRPI. Исходные данные для задачи приведены в таблицах 1, 2. Разработать календарный план потребности в материальных расходах и построить цикловой график организации производства с расчетом опережения и датой начала производства.

Работа выполняется в 5 вариантах. Условия для каждого варианта представлены ниже.

Таблица 6.1 – Производственное расписание на изготовление изделия А

Количество изделия А (по вариантам)	Недели										
	1	...	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	–	...	–	50	–	–	50	–	100	–	–
2	–	...	100	–	–	–	50	–	–	90	–
3	–	...	50	–	–	100	–	–	–	–	60
4	–	...	–	50	–	–	100	–	110	–	–
5	–	...	–	90	–	–	50	–	–	–	100

Таблица 6.2 – Время обработки и наличный запас для каждого элемента по вариантам

Элемент варианты	Время обработки элементов / наличный запас (t/z)				
	1	2	3	4	5
А	1/10	2/–	1/–	1/–	2/–
В	2/20	1/0	1/0	1/20	1/0
С	3/–	2/20	1/10	2/20	1/20
Д	1/100	1/0	2/20	1/50	1/60
Е	1/10	1/100	1/50	1/0	1/50
F	1/50	2/100	1/0	1/10	2/0
G	–	1/0	2/0	2/10	1/0

Примерные спецификации изделия А по вариантам:

Вариант 1

A(1)				
B(1)			C(1)	
D(2)	C(2)			
	E(1)	F(1)	E(1)	F(1)

Вариант 2

A(1)				
B(1)		C(1)		D(1)
E(1)	F(2)	F(1)	G(2)	

Вариант 3

A(1)				
B(1)	C(1)		D(1)	
	E(1)	G(1)	E(1)	F(1)

Вариант 4

A(1)				
B(2)		C(2)		E(1)
F(1)	E(1)	F(3)	G(1)	

Вариант 5

A(1)				
B(1)		C(2)		E(1)
F(1)	E(1)	F(3)	G(3)	

Пример решения (вариант 1)

Изделие А состоит из сборочных единиц В и С, В включает D и С, С – Е и F. Количество составных элементов для изготовления компонентов или изделия более высокого уровня для сборочных единиц и деталей указано в скобках.

Расчет количества составных элементов для сборки изделия А в количестве 50 штук для 14-й и 17-й недель и 100 шт. для 19-й недели сводится в таблице 3.

Таблица 6.3 – Расчет полной потребности в составных элементах (без учета наличного запаса) для изготовления партии изделия А

Элемент	Количество	
	50 шт.(14, 17-я недели)	100 шт. (19 неделя)
А	50 шт.(14, 17-я недели)	100 шт. (19 неделя)
B(1)	1*50=50	1*100=100
D(2)	1*2*50=100	1*2*100=200
C(2)	1*2*50=100	1*2*100=200
E(1)	1*2*1*50=100	1*2*1*100=200
F(1)	1*2*1*50=100	1*2*1*100=200
C(1)	1*50=50	1*100=100
E(1)	1*1*50=50	1*1*100=100
F(1)	1*1*50=50	1*1*100=100

В рамках календарно-плановых расчетов сначала находим полную потребность (брутто-потребность) по каждому структурному элементу, затем чистую потребность (нетто-потребность) и время опережения, т. е. время начала процесса изготовления структурного элемента. Совокупные расчеты по календарному планированию сводим в таблицу 4.

Вывод: нами был разработан календарный план потребности материальных ресурсов, который позволяет обеспечить своевременную и точную поставку необходимого количества материалов.

Таблица 6.4 – Табличная форма календарно-плановых расчетов

t	z	Эле- мент	Наименование расчетных данных	Недели														
				7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
1	10	А	Полная потребность										50			50	100	
			Наличный запас										10					
			Чистая потребность											40			50	100
			Опережение									40			50		100	
2	20	В	Полная потребность									40a			50a		100a	
			Наличный запас									20						
			Чистая потребность										20a			50a		100a
			Опережение						20a				50a		100a			
3	0	С	Полная потребность						40в			40a	100в		200в 50a		100a	
			Наличный запас															
			Чистая потребность							40в			40a	100в		200в 50a		100a
			Опережение								40в	40a	100в		200в 50a		100a	
1	100	D	Полная потребность						40в				100в		200в			
			Наличный запас							40				60				
			Чистая потребность												40в		200в	
			Опережение										40в		200в			
1	10	E	Полная потребность		40с		40с	100с				250с		100 с				
			Наличный запас		10													
			Чистая потребность		30с		40с	100с				250с		100с				
			Опережение	30с		40с	100с		250с		100с							
1	50	F	Полная потребность		40с		40с	100с				250с		100с				
			Наличный запас		40		10											
			Чистая потребность				30с	100с				250с		100с				
			Опережение			30с	100с		250с		100с							

Практическая работа № 7

Определение производственной мощности

Задача 1. В цехе машиностроительного завода три группы станков: шлифовальные – 5 ед., фрезерные – 11 ед., токарные – 15 ед. Норма времени на обработку единицы изделия в каждой группе станков соответственно 0,5ч, 1,1 ч и 1,5 ч. Определить годовую производственную мощность цеха, если известно, что режим работы двухсменный, продолжительность смены – 8 ч; регламентированные простои оборудования составляют 7% режимного фонда времени, число рабочих дней в году – 255.

Действительный годовой фонд рабочего времени:

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{н}} * \left(1 - \frac{n}{100}\right) * N_{\text{об}}, \quad (7.1)$$

где $\Phi_{\text{н}}$ – номинальный фонд рабочего времени, ч.
 n – регламентированные простои оборудования, %;
 $N_{\text{об}}$ – количество оборудования в цехе, шт.

Номинальный фонд рабочего времени:

$$\Phi_{\text{н}} = \Phi_{\text{нд}} * C * t, \quad (7.2)$$

где $\Phi_{\text{нд}}$ – номинальный фонд рабочего времени в днях в году.
 C – количество смен в рабочем дне.
 t – длительность смены, ч.

Годовая производственная мощность цеха:

$$ВП = \frac{\Phi_{\text{д}}}{H_{\text{ч}}}, \quad (7.3)$$

где $\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени;
 $H_{\text{ч}}$ – норма времени на обработку изделия, норма-час./шт.

Задача 2. Определить годовую производственную мощность цеха и его годовой выпуск товарной продукции, если коэффициент использования производственной мощности – 0,95. Данные для расчета приведены в таблице:

№ п/п	Показатели	Значения
1	Количество станков, шт.	25
2	Режим работы цеха, смен	2
3	Длительность смены, час.	8
4	Норма времени на обработку изделия, норма-час/шт.	0,5
5	Номинальный фонд рабочего времени, дней в году	230
6	Регламентированные простои оборудования в ремонте, %	4

Годовой выпуск товарной продукции:

$$ТП = ВП * K_{\text{инм}}, \quad (7.4)$$

где $K_{\text{ипм}}$ – коэффициент использования производственной мощности;
 ВП – годовая производственная мощность цеха.

Задача 3. На основании исходных данных, приведенных в таблице, определить выходную, среднегодовую производственную мощность предприятия и коэффициент использования производственной мощности.

№ п/п	Показатели	Значения
1	Производственная мощность предприятия на начало года (входная), млн руб.	10
2	Производственная мощность, которая нарастает в результате модернизации и совершенствования технологии, млн руб.	0,4
3	Количество месяцев использования этой мощности	4
4	Производственная мощность, которая вводится в результате нового строительства и реконструкции, млн руб.	0,5
5	Месяц введения	ноябрь
6	Производственная мощность, выведенная из производства, млн руб.	0,3
7	Месяц снятия с производства	февраль
8	Производственная программа предприятия, млн руб.	9,4

Различают входную, выходную и среднегодовую производственную мощность. Входная мощность – это мощность на начало года. Выходная мощность – это мощность на конец года.

Выходная производственная мощность.

$$M_{\text{вых}} = M_n + M_m + M_p - M_l, \quad (7.5)$$

где M_n – производственная мощность предприятия на начало года, руб.

M_m – мощность, которая нарастает в результате модернизации оборудования, усовершенствования технологии, руб.

M_p – мощность, которая вводится в результате нового строительства или реконструкции предприятия, руб.

M_l – мощность, которая выведена с производства, руб.

Среднегодовая производственная мощность:

$$M_c = M_n + \frac{M_m * n1}{12} + \frac{M_p * n2}{12} - \frac{M_l * n3}{12} \quad (7.6)$$

где $n1, n2$ – количество полных месяцев использования введенной мощности.

$n3$ – количество полных месяцев, в течение которых не используется мощность, выведенная с производства.

Коэффициент использования производственной мощности:

$$K_{\text{ипм}} = \frac{ОП}{M_c} \quad (7.7)$$

где ОП – объем производства.

M_c – среднегодовая производственная мощность.

Задача 4. Мощность предприятия на начало года насчитывала 35 800 т. конечной продукции. В течение года были введены следующие мощности: в июне – 3500 т., в августе – 5420 т., в октябре – 2750 т. Было выведено мощностей: в апреле – 2250 т., в ноябре 8280 т. Необходимо определить: среднегодовую производственную мощность и мощность предприятия на конец года.

Производственная мощность на конец года. Для этого прибавим к производственной мощности на начало года добавленные мощности и вычтем выведенные мощности.

Задача 5. Предприятие производит электродвигатели. На основе данных, представленных в таблице, определить выходную и среднегодовую производственную мощность предприятия и коэффициент использования производственной мощности.

№ п/п	Показатели	Значения
1	Производственная мощность предприятия на начало года (входная), млн. руб./год	12
2	Производственная мощность, которая увеличивается в результате модернизации и усовершенствования производственной технологии: с первого октября, млн. руб.	0,8
3	Производственная мощность, которая вводится с первого сентября в результате реконструкции, млн. руб.	0,6
4	Производственная мощность, выведенная с первого марта, млн. руб.	0,4
5	Производственная программа предприятия, млн. руб.	10

Задача 6. В первый квартал предприятие произвело по факту 245 тыс. руб., по плану 250 тыс.руб. Во втором квартале по факту 260 тыс. руб., по плану 250 тыс.руб. В третьем по факту 260 тыс. руб., по плану 260 тыс. руб. В четвертом произвело по факту 235 тыс. руб., по плану 240 тыс. руб. Необходимо определить коэффициент ритмичности и аритмичности.

Коэффициент ритмичности:

$$K_{\text{ритм}} = \frac{\sum \text{ВП}_{\text{факт, в пределах пл.}}}{\sum \text{ВП}_{\text{план}}}, \quad (7.8)$$

где $\text{ВП}_{\text{факт, в пределах плана}}$ – фактический выпуск продукции за период при условии, что он не превышает плановое задание,

$\text{ВП}_{\text{пл}}$ – плановый выпуск продукции.

Коэффициент аритмичности:

$$K_{\text{аритм}} = \frac{\sum \left| 1 - \frac{\text{ВП}_{\text{факт}}}{\text{ВП}_{\text{пл}}} \right|}{\text{общее количество смен}} \quad (7.9)$$

Задача 7. Цех работает 5 дней. На неделю запланировано – 60000 единиц продукции. Фактическое производство: пн. – 10000 шт., вт. – 11000 шт., ср. – 14000 шт., чт. – 20000 шт., пт. – 10000 шт. Планируется ритмичное производство (одинаковый выпуск в день). Необходимо определить коэффициент ритмичности и аритмичности.

Задача 8. Годовой объем выпуска продукции 3000 млн руб., входная производственная мощность – 3500 млн руб. В конце февраля введена дополнительная производственная мощность – 900 млн руб., в конце сентября выведена производственная мощность – 4000 млн руб. Определить: среднегодовую производственную мощность и коэффициент использования производственной мощности.

Задача 9. Сдано готовых изделий на склад для реализации на сумму 50 млн руб. Прочая продукция для реализации другим предприятиям – 2,5 млн руб. Стоимость оказанных услуг другим предприятиям – 0,84 млн руб. Стоимость полуфабрикатов для реализации другим предприятиям – 0,68 млн руб. Остатки готовой продукции на складе: на начало года – 0,48 млн руб.; на конец года – 0,54 млн руб. Определить объем товарной и реализованной продукции.

Товарная продукция:

$$Q_m = Q_{n(p.y)} + Q_{kc} + Q_{n./ф.}, \quad (7.10)$$

где $Q_{n(p.y)}$ – стоимость готовой продукции (работ, услуг) для реализации, руб.; Q_{kc} – стоимость готовых изделий для нужд капитального строительства и непроизводственного хозяйства своего предприятия, руб.;

$Q_{п/ф}$ – стоимость полуфабрикатов и продукции подсобных хозяйств своей выработки для реализации другим предприятиям, руб.

Реализованная продукция:

$$Q_p = Q_m + [(Q_{зппн} - Q_{зпк}) + (Q_{отгрн} - Q_{отгрк})], \quad (7.11)$$

где $Q_{зппн}$ и $Q_{зпк}$ – стоимость готовой продукции на складе на начало и конец года, руб.;

$Q_{отгрн}$ и $Q_{отгрк}$ – стоимость отгруженной продукции на начало и конец года, руб.

Задача 10. В цехе имеются станки: 25 фрезерных, 35 строгальных, 15 шлифовальных и 45 токарных. В году 257 рабочих дней, цех работает в две смены по 7,5 ч. Регламентированный процент простоев на ремонт оборудования – 8, норма времени на обработку одной детали по группам станков 1,3 ч, 0,9 ч, 1,2 ч и 1,6 ч соответственно. Определить производственную мощность механического цеха по группам оборудования.

Производственная мощность оборудования:

$$M = \frac{\Phi_o * n}{N_v}, \quad (7.12)$$

где n – количество единиц оборудования, шт.;

N_v – норма времени на обработку единицы детали, ч.

Практическая работа № 8

Сетевые методы организации производства

Задача. Разработать план производства изделия (в двух формах представления – СРМ и PERT), состоящего из 13 процессов (работ) в виде сетевого графика по вариантам (27 вариантов) на основе приведенных в таблице данных.

Работа		A	E	B	D	C	G	F	I	H	L	M	J	K
Предшествующие ей работы		–	A	A	A	B	C	D	G F E	G F E	H	B	I M L	J
B1	Продолжительность в днях (t)	10	60	25	15	30	20	15	70	30	90	20	5	7
	Численность работников (M)	3	2	2	4	4	4	4	6	4	6	2	8	5
B2	t	15	30	15	20	25	30	45	45	25	60	40	7	15
	M	2	3	2	4	5	3	2	4	5	8	2	8	3
B3	t	20	44	22	17	34	28	23	64	26	78	32	9	10
	M	3	4	2	4	2	4	3	5	5	7	3	7	2
B4	t	25	24	17	18	26	19	31	69	33	82	15	3	5
	M	3	4	2	3	3	2	3	4	4	6	2	8	3
B5	t	30	36	24	19	25	12	18	55	24	80	22	4	10
	M	2	3	2	7	2	3	3	4	5	6	3	8	2
B6	t	25	57	32	24	18	28	21	59	24	35	27	6	15
	M	2	4	2	4	2	3	3	5	5	7	2	7	2
B7	t	30	29	18	14	37	16	44	38	29	51	22	8	10
	M	3	2	3	4	2	5	3	5	8	7	3	7	2
B8	t	15	37	20	17	18	21	16	40	27	28	30	7	5
	M	5	4	3	4	2	4	3	5	2	7	4	7	2
B9	t	10	18	19	31	30	35	29	38	21	43	19	4	10
	M	3	6	6	4	2	4	3	5	5	6	3	7	2
B10	t	15	21	27	14	34	22	35	30	27	12	40	6	5
	M	3	6	6	6	2	4	3	6	5	7	3	7	2
B11	t	10	22	25	15	35	24	35	40	27	12	45	6	5
	M	3	5	4	4	2	4	3	6	5	7	4	7	2
B12	t	15	20	26	14	36	22	35	20	27	12	46	6	10
	M	3	6	6	2	2	4	5	6	5	7	3	7	2
B13	t	10	21	29	18	34	28	35	60	27	12	41	5	10
	M	3	5	6	6	5	4	3	6	1	7	1	7	2
B14	t	18	21	27	18	34	22	35	28	27	12	44	6	5
	M	3	4	4	6	2	4	4	6	5	7	3	7	2
B15	t	10	21	29	14	34	29	35	90	24	12	43	4	15
	M	3	4	6	6	4	4	3	4	5	7	2	7	2
B16	t	15	27	27	14	35	22	35	50	25	13	42	6	5
	M	3	4	6	2	2	4	3	2	5	7	3	7	2

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
B17	t	10	21	27	15	35	22	35	40	27	12	45	6	5
	M	3	7	6	6	5	4	3	6	3	7	3	7	2
B18	t	15	22	27	14	35	22	35	82	27	12	42	6	10
	M	3	6	6	7	2	4	8	6	9	7	9	7	2
B19	t	15	25	27	14	35	22	38	72	58	12	40	6	5
	M	3	6	1	6	2	4	3	6	5	7	3	7	2
B20	t	15	21	27	14	34	22	35	70	27	12	40	6	5
	M	3	3	6	3	2	4	3	6	5	7	3	7	2
B21	t	15	21	27	25	34	25	35	50	27	12	45	6	10
	M	3	6	6	7	2	7	3	6	7	7	3	7	2
B22	t	15	21	23	14	34	22	35	80	14	14	40	4	5
	M	3	6	5	6	2	5	3	6	5	5	3	7	2
B23	t	15	31	27	14	34	22	35	40	27	12	40	6	5
	M	3	6	5	5	2	4	3	5	5	7	3	7	2
B24	t	15	21	27	14	33	22	35	23	27	12	40	6	5
	M	3	6	3	6	2	4	3	3	5	7	3	7	2
B25	t	15	22	22	14	34	22	35	50	22	12	42	6	20
	M	3	6	2	6	2	4	3	6	5	7	3	7	2
B26	t	15	22	27	12	32	22	35	60	25	15	45	6	5
	M	3	5	5	6	2	4	3	6	10	7	3	7	2
B27	t	15	21	24	14	34	22	36	80	26	16	46	6	5
	M	3	6	8	8	2	4	3	6	5	7	3	7	2

Произвести расчет продолжительности каждой работы исходя из заданной продолжительности и установленной численности. Построить сетевой график данного комплекса работ и произвести привязку сетевого графика к календарю.

Алгоритм решения задачи:

- 1) 1 шаг. Построить логическую схему последовательности работ.
- 2 шаг. Проставить продолжительность работ.
- 3 шаг. Рассчитать ранние сроки всех работ проекта.
- 4 шаг. Рассчитать поздние сроки всех работ проекта и резервы времени работ.
- 5 шаг. Определить продолжительность проекта и выделить критический путь.
- 2) Построить сетевой график альтернативным способом.
- 3) Произвести привязку сетевого графика к календарю.
- 4) Рассчитать коэффициент неравномерности

$$K = N_{\max} / N_{\text{ср}}, \quad (8.1)$$

где N_{\max} – максимальное количество рабочих по графику, чел.,

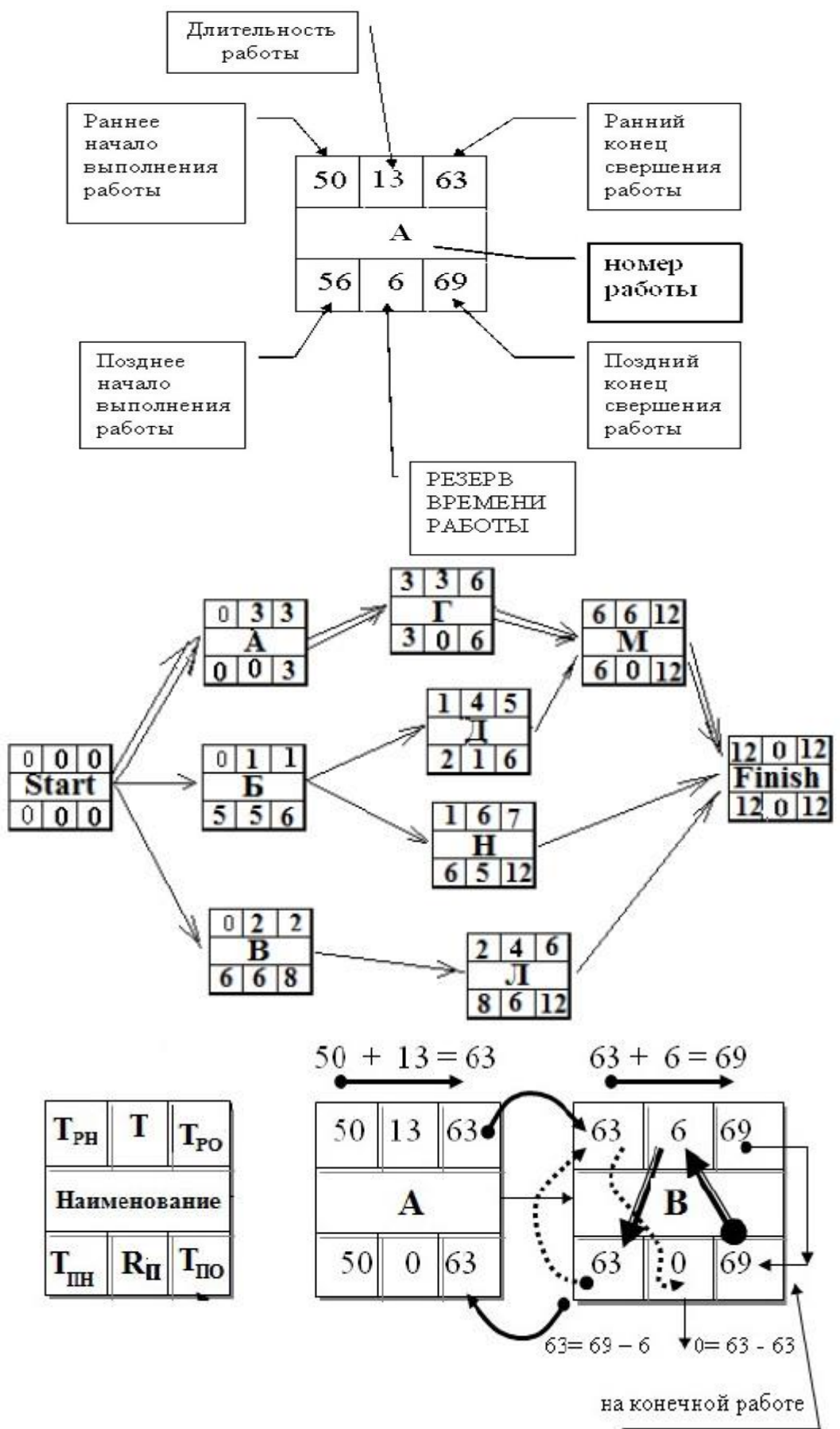
$N_{\text{ср}}$ – среднее количество рабочих, чел.

$$N_{\text{ср}} = Z / T_{\text{крит}}, \quad (8.2)$$

где Z – трудоемкость, чел-дни;

$T_{\text{крит}}$ – критический путь, продолжительность выполнения работы, дни.

В случае превышения нормативного значения коэффициента (1,5) производится оптимизация сетевого графика за счет частных резервов.



Пример решения.

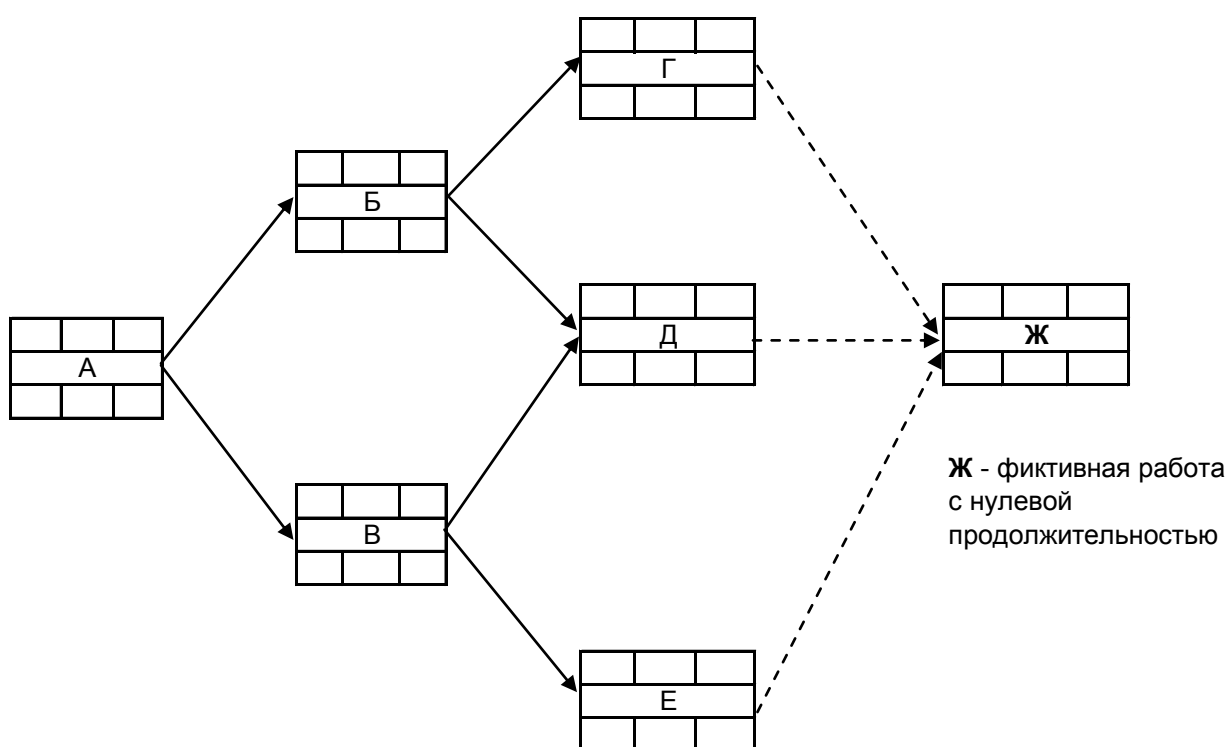
Условие. Построить и рассчитать сетевую диаграмму по схеме «работа-вершина». Ниже приведена таблица исходных данных.

Таблица 8.1 – Исходные данные

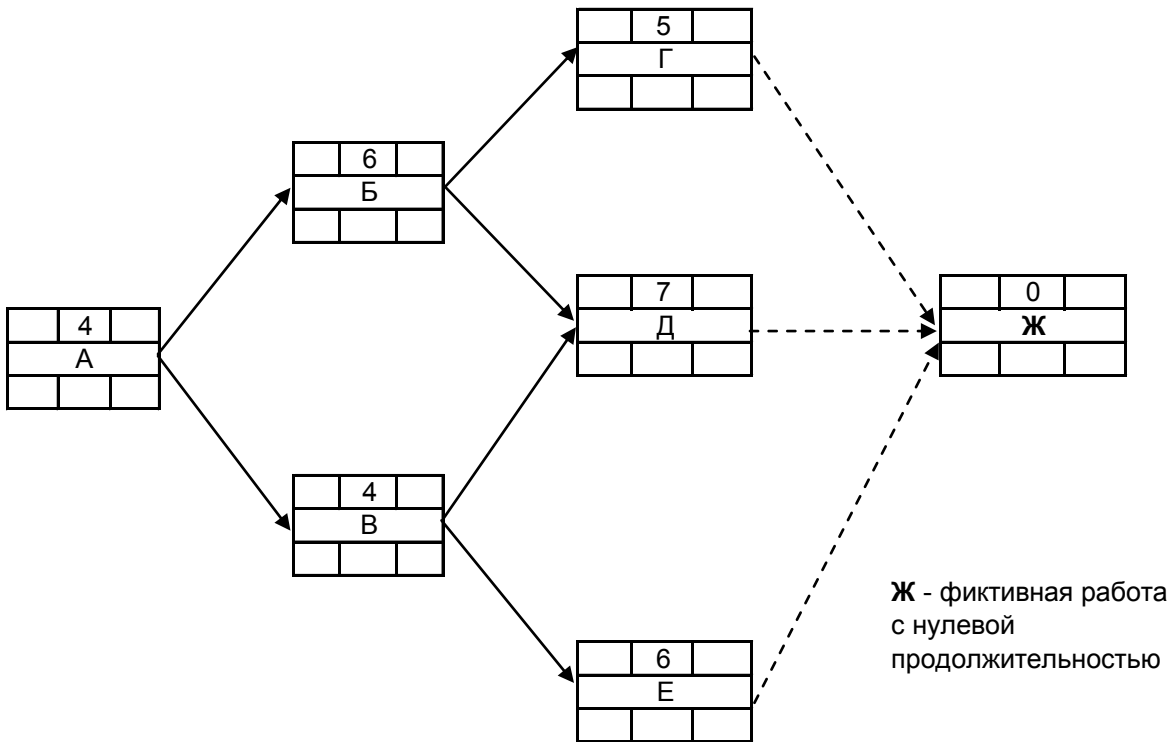
Работа	Предшествующие ей работы	Продолжительность в днях (t)	Численность работников (М)
1	2	3	4
А	–	4	2
Б	А	6	4
В	А	4	3
Г	Б	5	6
Д	Б, В	7	5
Е	В	6	4
Ж	Г, Д, Е	–	–

Решение: 1 способ. Алгоритм выполнения задачи:

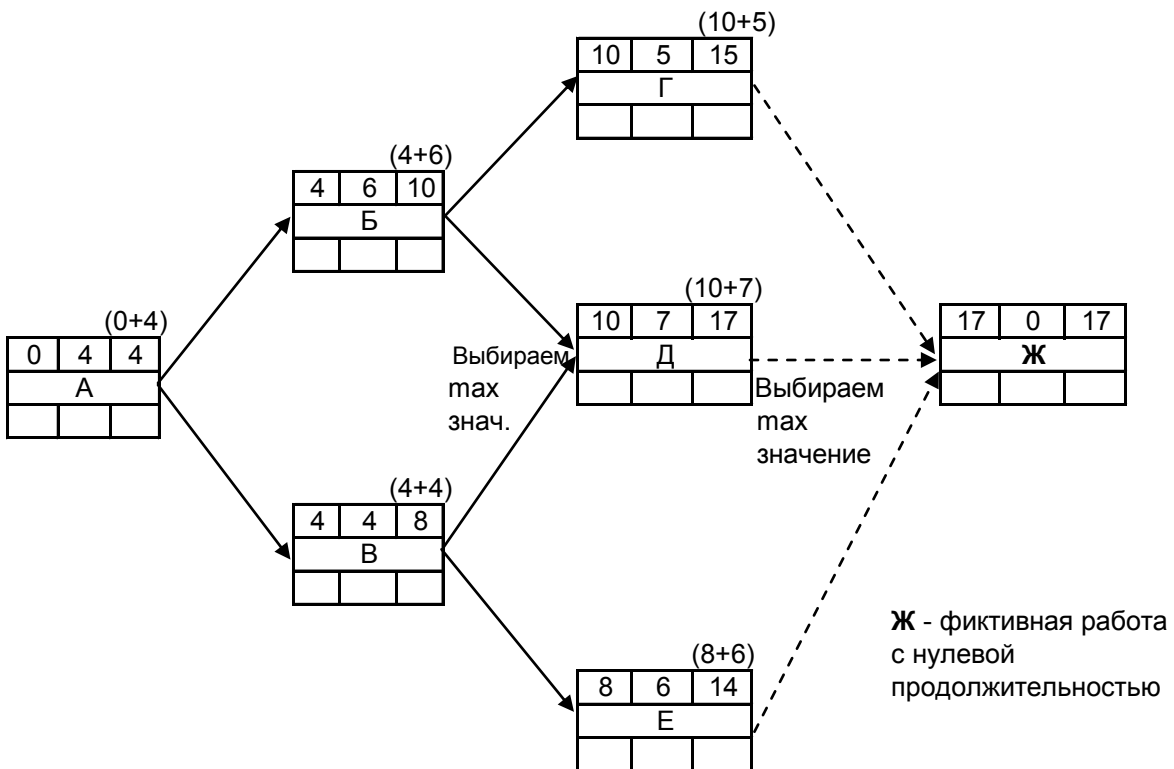
1. Построить логическую схему последовательности работ, используя данные 1 и 2 столбца.



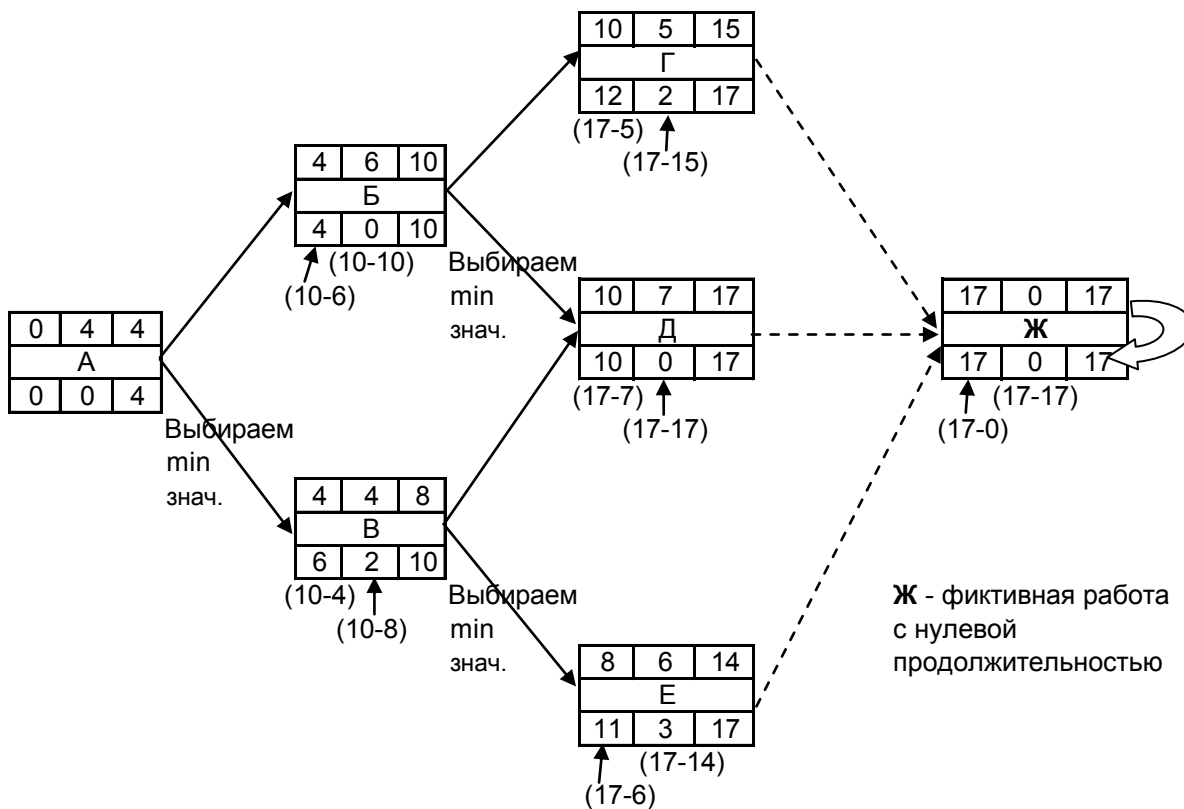
2. Проставить продолжительность работ из 3 столбца исходных данных.



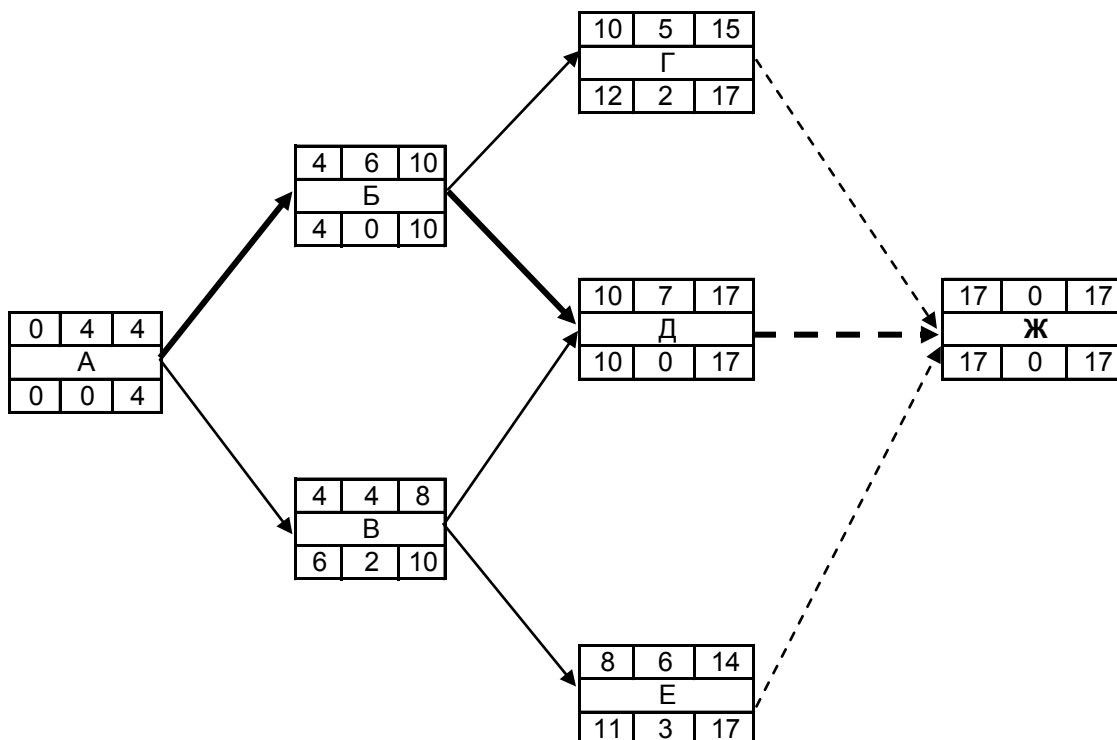
3. Рассчитать ранние сроки всех работ проекта, используя формулы.



4. Рассчитать поздние сроки всех работ проекта и резервы времени работ, используя формулы.



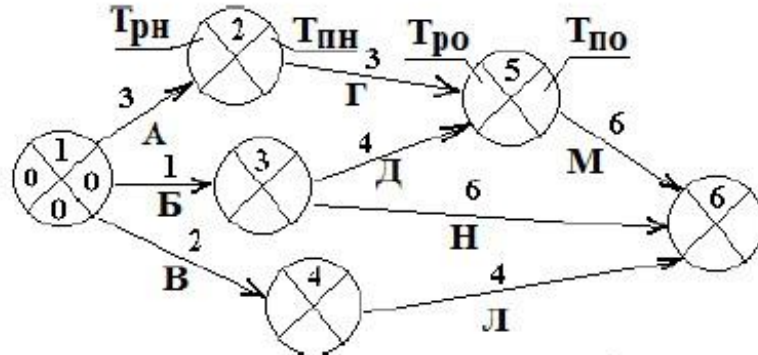
5. Определить продолжительность проекта и выделить критический путь.



Продолжительность проекта 17 дней.
Критический путь А-Б-Д-Ж

2 способ.

Рассмотрим пример. Сетевая модель графика с трудоемкостью работ представлена на рисунке 1. Особенностью модели является наличие двух видов элементов графика: «работа» (А, Б, ... Н, Л) и событие (1, 2, ... 5, 6).



Обозначение: T_{рн} – раннее начало, T_{ро} – раннее окончание (для работы «Г»);
 T_{пн} – позднее начало, T_{по} – позднее окончание (для работы «Г»).

Рис. 1. Исходные данные сетевой модели.

Решение: Расчет критического пути сетевого графика производится последовательно: сначала определяются ранние сроки свершения событий (раннее начало и раннее окончание) от исходного до завершающего события, затем, в обратной последовательности определяются поздние сроки свершения событий (позднее начало и позднее окончание) (см. рис. 2).

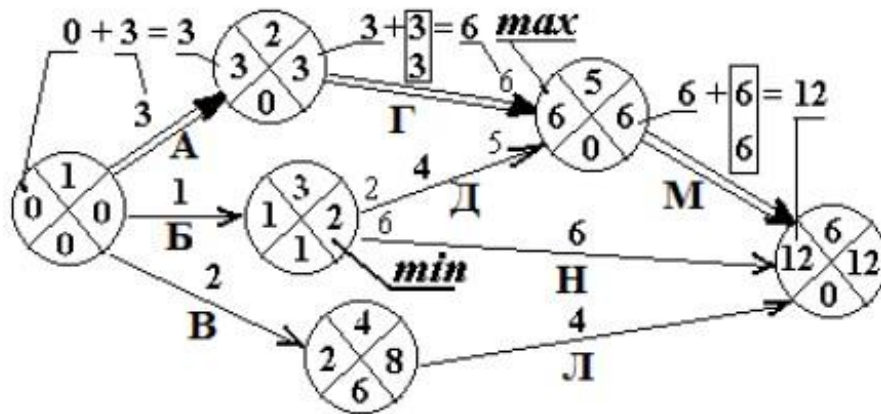


Рис. 2. Расчет критического пути классической сетевой модели

Практическая работа № 9

Организация подготовки производства к выпуску новой продукции

Задача 1. Оценить экономическую целесообразность использования параллельного и параллельно-последовательного метода при освоении производства изделия P2 вместо снимаемого с производства изделия P1.

Достигнутый заводом выпуск изделия P1 – 400 шт. в месяц, планируемый выпуск изделия P2 – 480 шт. в месяц. Поставка заказчику единицы изделия приносит прибыль по изделию P1 – 180 \$, по изделию P2 – 205 \$.

Возможность использования резервных участков позволяет начать выпуск изделия Р2 одновременно с сокращением выпуска изделия Р1, а также свести время кратковременной остановки сборочной линии до 0,5 мес.

Исходные данные – в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Варианты перехода на выпуск новой продукции

Показатели	Параллельный метод	Параллельно-последовательный метод
Интенсивность свертывания производства по изделию Р1, шт./мес.	25	10
Продолжительность выпуска Р2 на резервных участках, мес.	–	4
Интенсивность нарастания объемов выпуска Р2 на резервных участках, шт./мес.	–	15
Интенсивность нарастания объемов выпуска Р2 в основном производстве, шт./мес.	30	60
Продолжительность совместного выпуска изделий Р1 и Р2, мес.	6	–
Дополнительные текущие затраты, связанные с созданием резервных участков, тыс. \$	–	510

Пример решения:

Параллельный метод

1. Определим количество месяцев, в течение которых будет происходить производство изделия Р1 до его полного свертывания: $T = \frac{400}{25} = 16 \text{ мес.}$

2. Определим количество месяцев, на протяжении которых будет происходить нарастание производства изделия Р2 до достижения его запланированного объема: $T_2 = \frac{480}{30} = 16 \text{ мес.}$

3. Определим начало выпуска изделия Р2.

Поскольку продолжительность совместного выпуска двух изделий – 6 месяцев (по условию), то общее количество месяцев на снятие с производства изделия Р1 и достижение запланированных объемов производства изделия Р2 составит: $16 + 16 - 6 = 26 \text{ мес.}$

Отметим, что производство изделия Р2 начнется с 10-го месяца поскольку $16 - 6 = 10 \text{ мес.}$

4. Найдем объем выпуска изделия Р1 составит: $V_1 = \frac{400 + 25}{2} * 16 = 3400 \text{ шт.}$

5. Найдем объем выпуска Р2: $V_2 = \frac{480 + 30}{2} * 16 = 4080 \text{ шт.}$

6. Рассчитаем прибыль, получаемую предприятием при параллельном методе перехода на выпуск новой продукции:

$$Pr. = 3400 * 180 + 4080 * 205 = 1448400\$.$$

Построим график параллельного метода.

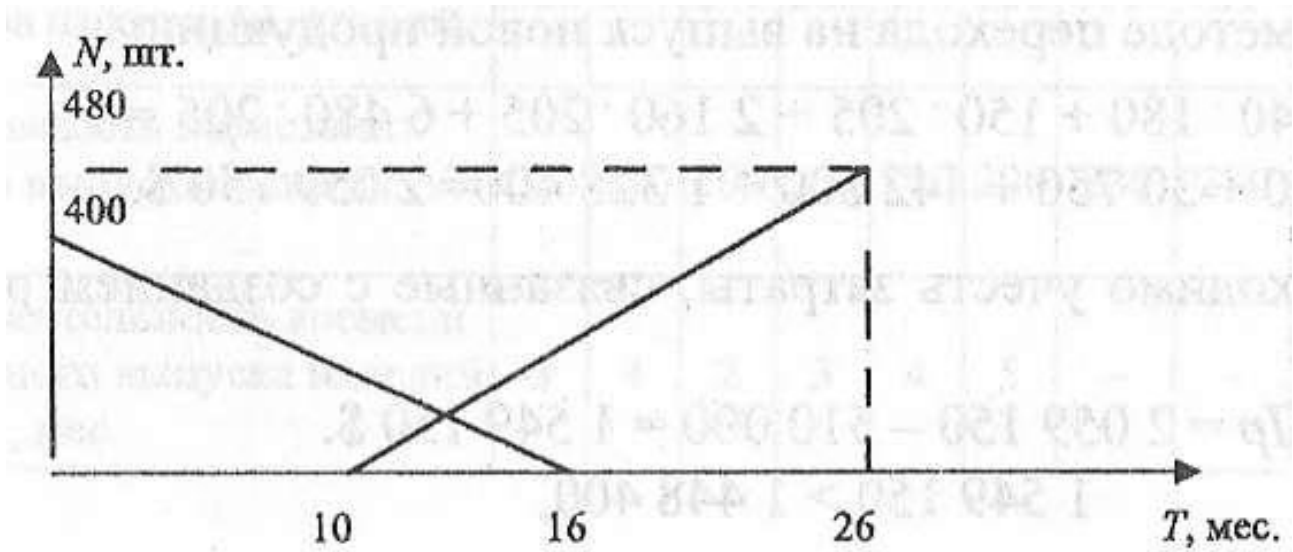


Рисунок 9.1 – График параллельного метода

Параллельно-последовательный метод

1. Определим количество продукции P1, выпускаемой на основном участке за 4 месяца: $V_{10} = \frac{400+370}{2} * 4 = 1540 \text{ шт.}$

2. Определим количество продукции P2, выпускаемой на резервном участке за 4 месяца: $V_{2P} = \frac{15+60}{2} * 4 = 150 \text{ шт.}$

3. Найдем продолжительность выпуска изделия P2.

С 4,5 мес. начинается производство изделия P2 в основном производстве (изделие P1 в основном производстве не выпускается), поскольку 0,5 мес. составляет краткосрочная остановка сборочной линии для перехода в основное производство.

Продолжительность выпуска изделия P2 составит: $T_2 = \frac{480}{60} = 8 \text{ мес.}$

4. Найдем объем выпуска изделия P2 в основном производстве:

$$V_{20} = \frac{60+480}{2} * 8 = 2160 \text{ шт.}$$

5. Найдем суммарную продолжительность выпуска изделий P1 и P2 в резервных цехах и основном производстве: $4,5 + 8 = 12,5 \text{ мес.}$

Чтобы сравнить прибыли, полученные по двум методам, необходимо рассмотреть аналогичные периоды. Поскольку при параллельном методе мы рассматривали период в 26 мес., то и при параллельно-последовательном методе необходимо рассмотреть такой же период. Поэтому необходимо учесть объем в $(26 - 12,5) * 480 = 6480 \text{ шт.}$ (поскольку, начиная с 12,5 мес., предприятие будет производить одинаковый объем продукции – 480 шт., который по условию является запланированным).

6. Рассчитаем прибыль, полученную предприятием при параллельно-последовательном методе перехода на выпуск новой продукции:

$$\begin{aligned} \Pi_p &= 1\,540 * 180 + 150 * 205 + 2\,160 * 205 + 6\,480 * 205 = \\ &= 277\,200 + 30\,750 + 442\,800 + 1\,328\,400 = 2\,059\,150 \text{ \$}. \end{aligned}$$

Однако необходимо учесть затраты, связанные с созданием резервного участка, т. е. $\Pi_p = 2\,059\,150 - 510\,000 = 1\,549\,150 \text{ \$}$; $1\,549\,150 > 1\,448\,400$, соответственно параллельно-последовательный метод выгоднее, несмотря на наличие дополнительных затрат, связанных с созданием резервных цехов.

Построим график параллельно-последовательного метода.

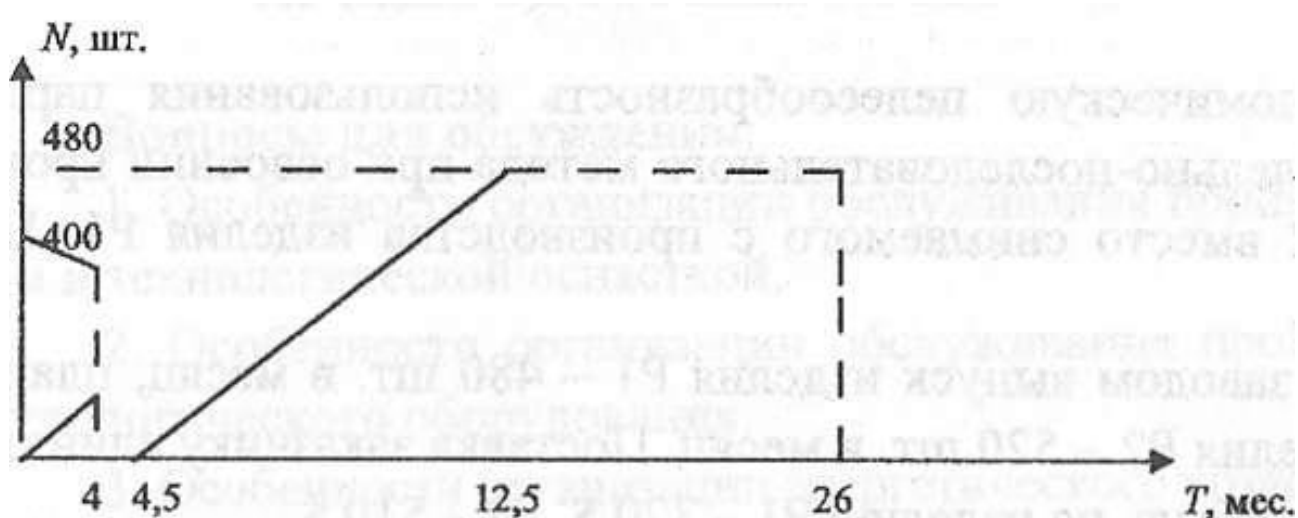


Рисунок 9.2 – График параллельно-последовательного метода

Вывод: параллельно-последовательный метод перехода на выпуск новой продукции выгоднее как с точки зрения времени перехода, так и с точки зрения полученной прибыли, т.е. этот метод позволяет переориентировать производство быстрее и прибыльнее.

Задача 2. Оценить экономическую целесообразность использования параллельного или параллельно-последовательного метода при освоении производства изделия P2 вместо снимаемого с производства изделия P1. Построить их графики.

Достигнутый заводом выпуск изделия P1 – 480 шт. в месяц, планируемый выпуск изделия P2 – 520 шт. в месяц. Поставка заказчику единицы изделия приносит прибыль по изделию P1 – 320 \$, P2 – 510 \$.

Возможность использования резервных участков при параллельно-последовательном методе позволяет начать выпуск изделий P2 одновременно с сокращением выпуска изделия P1, а также свести время кратковременной остановки сборочной линии до 1,5 мес. Исходные данные представлены в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Основные данные по предполагаемым методам перехода на выпуск новой продукции по вариантам

Показатели	Параллельный метод						Параллельно-последовательный метод					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Интенсивность свертывания производства по изделию P1, шт./мес.	25	30	35	20	25	30	10	15	20	25	30	10
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Продолжительность выпуска P2 на резервных участках, мес.	–	–	–	–	–	–	4	5	3	4	5	6
Интенсивность нарастания объемов выпуска P2 на резервных участках, шт./мес.	–	–	–	–	–	–	10	15	20	25	10	15
Интенсивность нарастания объемов выпуска P2 в основном производстве, шт./мес.	25	30	35	20	25	30	40	45	50	55	60	65
Продолжительность совместного выпуска изделий P1 и P2, мес.	4	5	6	7	8	6	–	–	–	–	–	–
Дополнительные текущие затраты, связанные с созданием резервных участков, тыс. \$	–	–	–	–	–	–	400	450	500	550	600	650

Задача 3. На предприятии планируется освоение нового изделия A2 взамен снимаемого с производства изделия A1. Достигнутый месячный объем выпуска изделия A1 – 1 850 шт./мес., проектный выпуск изделия A2 – 2 350 шт./мес. Изготовление единицы изделия A2 принесет предприятию прибыль 860 тыс. руб., а изделие A1 приносит 700 тыс. руб. прибыли.

Рассмотреть два возможных варианта перехода на выпуск новых изделий: параллельный и последовательный.

Исходные данные по вариантам – в таблице 3.

Таблица 9.3 – Варианты перехода на выпуск новой продукции

Показатели	Метод освоения новой продукции											
	параллельный						последовательный					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Интенсивность снятия с производства изделия A1, шт./мес.	260	250	240	260	240	250	440	460	450	470	440	450
Интенсивность нарастания объемов выпуска изделия A2, шт./мес.	220	210	200	230	210	220	280	270	260	275	285	265
Продолжительность времени совместного выпуска изделий A1 и A2, мес.	3	4	2	3	4	5	–	–	–	–	–	–

Построить графики перехода для каждого варианта, определить экономичный метод перехода для предприятия.

Выпуск изделий

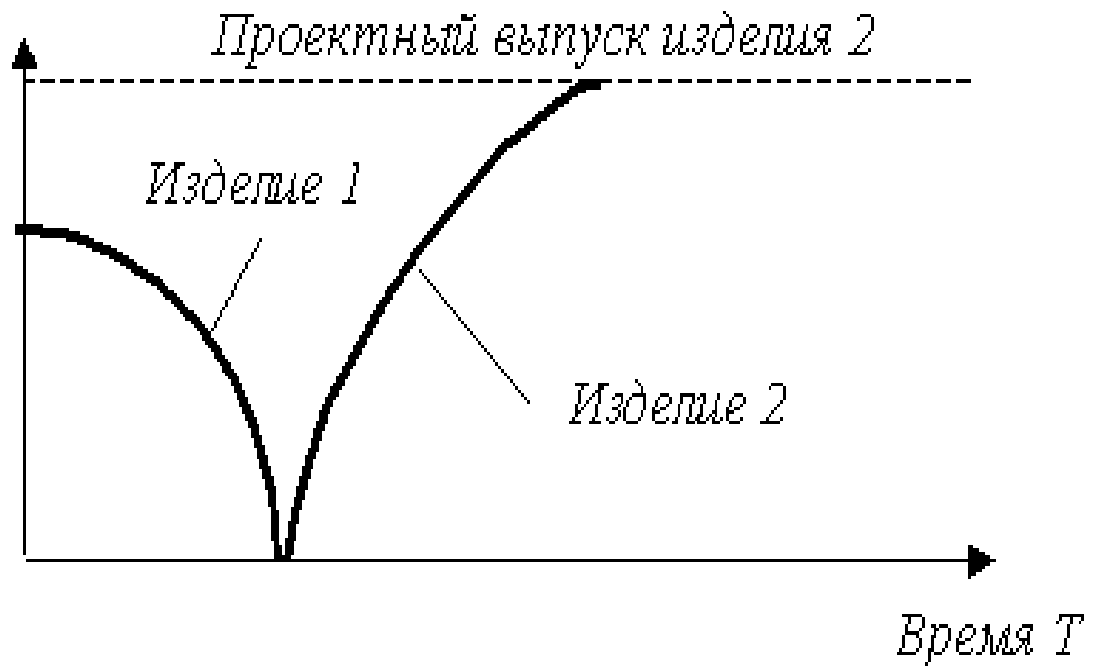


Рисунок 9.3 – Непрерывно-последовательный метод

Выпуск изделий

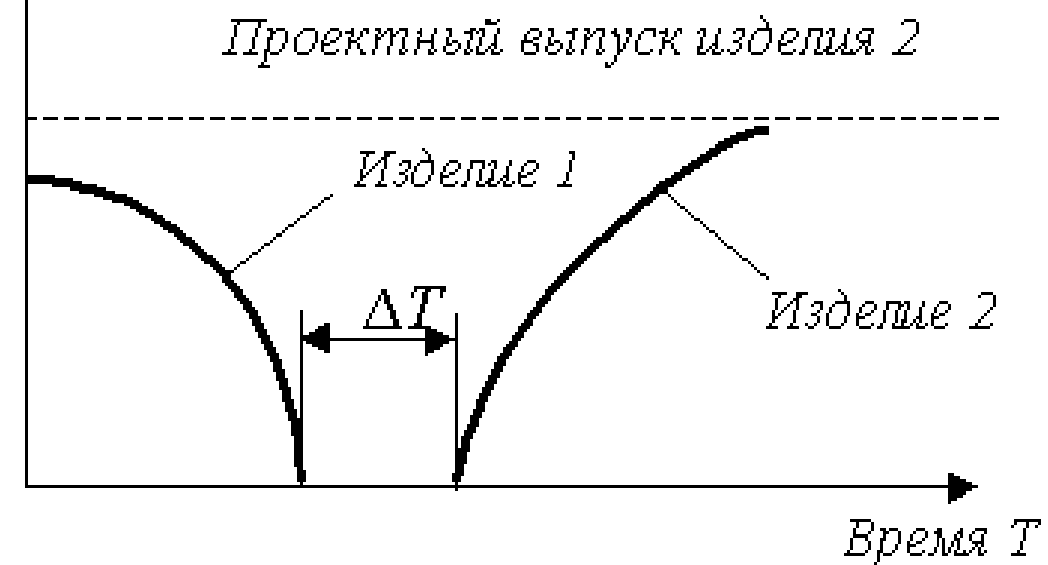


Рисунок 9.4 – Прерывно-последовательный метод

Практическая работа № 10

Логистика инструментального хозяйства

Задача 1. Определить расход инструмента на годовую программу. Произвести расчет цехового фонда режущего инструмента.

Исходные данные. Годовая программа: механическая обработка ступенчатых шлицевых валиков – 500 тыс. шт. Режим работы – двухсменный. Материал заготовки-штамповки – сталь 20Х. Технологический процесс механической обработки валиков приводится в таблице.

Таблица 10.1 – Технологический процесс механической обработки валиков

№ операции	Содержание операций	Оборудование	Инструменты	Время, мин.	
			режущий	машинное t_m	штучное t
1	Обточить начерно: передний суппорт – наружные диаметры с 90 до 87, с 75 до 72 и с 60 до 57 мм	Токарный многорезцовый станок	Резцы проходные с пластинками твердого сплава 16 x 25 (3 штуки)	1,85	3,64
	задний суппорт – подрезать торцы ступеней с 90 до 57, с 90 до 72, с 72 до 25 и с 57 до 25 мм	Токарный многорезцовый станок	Резцы подрезные с пластинками твердого сплава 16 x 25 (4 шт.)		
2	Обточить начисто: передний суппорт – наружные диаметры с 87 до 85, с 72 до 70 и с 57 до 55 мм	Токарный многорезцовый станок	Резцы проходные чистовые с пластинками твердого сплава 16 x 25 (3 шт.)	1,43	2,47
	задний суппорт – подрезать торцы ступеней с 85 до 55, с 85 до 70 в размер 150 мм; с 70 до 25 в размер 90 мм; с 55 до 25 в размер 65 мм	Токарный многорезцовый станок	Резцы подрезные чистовые с пластинками твердого сплава 16 x 25 (4 шт.)		
3	Шлифовать ступень диаметром 85 мм	Круглошлифовальный станок	Шлифовальный круг	1,82	2,64
4	Фрезеровать шлицы на ступени диаметром 85 мм	Шлицефрезерный станок	Фреза червячная Ø 90 мм	7,38	12,42

Решение:

1. Определение расхода режущего инструмента на программу. В массовом и крупносерийном производстве расход режущего инструмента на программу по каждому типоразмеру определяется по формуле:

$$K_p = \frac{N * t_m * i}{T_{изн} * (1 - k_y) * 60}, \quad (10.1)$$

где K_p – расход режущего инструмента определенного типоразмера, шт.;

N – число деталей, обрабатываемых данным инструментом по годовой программе, шт.;

t_m – машинное время на одну деталиеоперацию, мин.;

i – число инструментов, одновременно работающих на станке;

$T_{изн}$ – машинное время работы инструмента до полного износа, ч.;

k_y – коэффициент преждевременного выхода инструмента из строя ($k_y = 0,05$).

Машинное время работы режущего инструмента до полного износа определяется по формуле:

$$T_{изн} = (L/l + 1) * t_{cm}, \quad (10.2)$$

где L – величина допустимого стачивания режущей части инструмента, мм;

l – величина стачивания за одну переточку, мм;

t_{cm} – стойкость инструмента (машинное время работы инструмента между двумя переточками), ч.

Таблица 10.2 – Расчет величины машинного времени работы инструмента до полного износа

Наименование инструмента	L , мм	l , мм	$L/l+1$	t_{cm} , ч	$T_{изн}$, ч
Резцы, оснащенные твердым сплавом:					
проходные черновые 16 x 25	5,1	0,7	8	2,4	19
проходные чистовые 16 x 25	5,1	0,7	8	2,4	19
подрезные черновые 16 x 25	2,8	0,4	8	2,4	19
подрезные чистовые 16 x 25	2,8	0,4	8	2,4	19
Фреза червячная 90 мм	7,3	0,6	13	4	52

На основе исходных и полученных данных определяется расход режущего инструмента на программу по каждому типоразмеру. Например, расход резцов черновых проходных:

$$K_p = \frac{500000 * 1,85 * 3}{19 * (1 - 0,05) * 60} = 2562 \text{ шт.}$$

Таблица 10.3 – Расчет потребности режущего инструмента по всем типоразмерам

Наименование инструмента	t_m , мин.	i	$T_{изн}$, ч	K_p , шт.
Резцы, оснащенные твердым сплавом:				
проходные черновые 16 x 25	1,85	3	19	2562
проходные чистовые 16 x 25	1,43	3	19	1980
подрезные черновые 16 x 25	1,96	4	19	3619
подрезные чистовые 16 x 25	1,35	4	19	2249
Фреза червячная 90 мм	7,38	1	52	1245
Круги шлифовальные	1,82	1	130	123

2. Определение размера цехового фонда режущего инструмента. Цеховой оборотный фонд инструмента определяется по формуле:

$$Z_{ц} = Z_{p.m} + Z_{p.z} + Z_{к}, \quad (10.3)$$

где $Z_{p.m}$ – количество инструмента, находящегося на рабочих местах, шт.;

$Z_{p.z}$ – количество инструмента, находящегося в ремонте, заточке, проверке, шт.;

$Z_{к}$ – количество инструмента, находящегося в инструментально-раздаточной кладовой, шт.

Для режущего инструмента эти слагаемые определяются следующим образом. Количество инструмента на рабочих местах $Z_{p.m}$ при периодической его подноске по графику:

$$Z_{p.m} = \frac{t_{n.u}}{t_{cm.э}} * n_{u.o} + n_{p.m} \times (1 + K_{cm.э}) , \quad (10.4)$$

где $t_{n.u}$ – периодичность подноски инструмента к рабочим местам, ч;

$t_{cm.э}$ – периодичность съема инструмента со станка, устанавливаемая в соответствии с величиной стойкости инструмента, ч,

$$t_{cm.э} = \frac{t}{t_m} \times t_{cm} ; \quad (10.5)$$

$n_{u.o}$ – количество одноименного инструмента, одновременно применяемого на всех рабочих местах:

$$(n_{u.o} = n_{p.m} \times m_u) , \quad (10.6)$$

где m_u – количество одноименного инструмента, одновременно применяемого на рабочем месте;

$n_{p.m}$ – количество рабочих мест, на которых одновременно применяется данный инструмент;

$K_{cm.э}$ – коэффициент страхового запаса инструмента на рабочих местах (как правило, равен 1, а на многорезных станках – 2-4). Периодичность подноски инструмента к рабочим местам $t_{n.u}$ выбирается в зависимости от величины $t_{cm.э}$ и принимается равной или кратной длительности смены.

Таблица 10.4 – Расчет периодичности съема инструмента со станков

Наименование инструмента	t_{cm} , мин.	t_m , мин.	t , мин.	$t_{cm.э}$, ч	$t_{n.u}$, ч
Резцы, оснащенные твердым сплавом:					
проходные черновые 16 x 25	150	1,85	3,64	5,0	8
проходные чистовые 16 x 25	150	1,43	2,47	4,0	4
подрезные черновые 16 x 25	150	1,96	3,48	5,0	8
подрезные чистовые 16 x 25	150	1,35	2,53	4,0	4
Фреза червячная 90 мм	240	7,38	12,42	7,0	8
Круги шлифовальные	60	1,82	2,64	2,0	4

Число рабочих мест $n_{p.m}$ для выполнения производственной программы определяется по формуле:

$$n_{p.m} = \frac{t \times N}{F_{cm} \times 60} = \frac{3,64 \times 500000}{3950 \times 60} = 8 \text{ ед.}, \quad (10.7)$$

где F_{cm} – годовой расчетный фонд времени работы станка при двухсменном режиме ($F_{cm} = 3950$ ч).

По полученным данным производится расчет количества инструмента на рабочих местах. Для резцов проходных черновых:

$$Z_{p.m} = \frac{8}{5} \times 24 + 8 \times 3 = 62 \text{ шт.}$$

Таблица 10.5 – Количество инструмента на рабочих местах

Наименование инструмента	$t_{н.и}$, ч	$t_{см.э}$, ч	$n_{р.м}$, ед.	m_u , ед.	$n_{и.о}$, ед.	$K_{см.з}$, шт.	$Z_{р.м}$, шт.
Резцы, оснащенные твердым сплавом:							
проходные черновые 16 x 25	8	5	8	3	24	2	62
проходные чистовые 16 x 25	4	4	5	4	20	2	35
подрезные черновые 16 x 25	8	5	8	3	24	2	62
подрезные чистовые 16 x 25	4	4	5	4	20	2	35
Фреза червячная 90 мм	8	7	26	1	26	1	82
Круги шлифовальные	4	2	6	1	6	1	24

Количество инструмента, находящегося в ремонте, заточке, проверке определяется по формуле:

$$Z_{р.з} = \frac{t_3}{t_{н.и}} \times n_{и.о} , \quad (10.8)$$

где t_3 – цикл заточки инструмента ($t_3 = 8$ ч для простого и 16 ч для сложного инструмента).

Для резцов проходных черновых:

$$Z_{р.з} = \frac{8}{8} \times 24 = 24 \text{ шт.}$$

Таблица 10.6 – Количество инструмента в ремонте, заточке, проверке

Наименование инструмента	t_3 , ч	$Z_{р.з}$, шт.
Резцы, оснащенные твердым сплавом:		
проходные черновые 16 x 25	8	24
проходные чистовые 16 x 25	8	40
подрезные черновые 16 x 25	8	24
подрезные чистовые 16 x 25	8	40
Фреза червячная 90 мм	16	52
Круги шлифовальные	8	12

Количество инструмента, находящегося в кладовой, определяется по формуле:

$$Z_k = P_c \times t_n \times (1 + k_{см.з}) , \quad (10.9)$$

где P_c – среднесуточный расход инструмента, шт. ($P_c = K_p / 360$);

t_n – периодичность поставки инструмента из центрального инструментального склада в инструментально-раздаточную кладовую (ИРК) цеха (в данной задаче поставка производится 2 раза в месяц, т. е. $t_n = 15$ дн.);

$k_{см.з}$ – коэффициент страхового запаса в ИРК ($k_{см.з} = 0.1$).

Для резцов проходных черновых:

$$Z_k = \frac{2562 \times 15}{360} \times (1 + 0,1) = 118 \text{ шт.}$$

Таблица 10.7 – Количество инструмента в инструментально-раздаточных кладовых по видам

Наименование инструмента	$P_c = K_p / 360$	t_n	$1 + k_{cm.з}$	Z_k
Резцы, оснащенные твердым сплавом:				
проходные черновые 16 x 25	7,2	15	1,1	118
проходные чистовые 16 x 25	5,5	15	1,1	91
подрезные черновые 16 x 25	10,0	15	1,1	165
подрезные чистовые 16 x 25	6,2	15	1,1	102
Фреза червячная 90 мм	3,5	15	1,1	57
Круги шлифовальные	0,33	15	1,1	6

Таблица 10.8 – Суммарная величина всех цеховых запасов режущего инструмента (размер цехового оборотного фонда инструмента)

Наименование инструмента	$Z_{p.м}$, шт.	$Z_{p.з}$, шт.	Z_k , шт.	$Z_{ц}$, шт.
Резцы, оснащенные твердым сплавом:				
проходные черновые 16 x 25	62	24	118	204
проходные чистовые 16 x 25	35	40	91	166
подрезные черновые 16 x 25	62	24	165	251
подрезные чистовые 16 x 25	35	40	102	177
Фреза червячная 90 мм	82	52	57	191
Круги шлифовальные	24	12	6	42

Задача 2. Определить потребность фрез на годовую программу в условиях единичного производства для участка вертикально-фрезерных станков с размерами стола 300 x 1200 мм.

Исходные данные. Трудоемкость годовой программы участка T_n – 485000 нормо-ч. Удельный вес машинного времени в штучном k_m – 0,50.

Таблица 10.9 – Номенклатура и применяемость фрез k_n – на участке

Номенклатура фрез	Диаметр фрезы в мм	k_n
Цилиндрические	40-90	0,15
Торцовые со спиральным зубом	16-45	0,15
Торцовые с конусом	30-50	0,10
Торцовые с цилиндрическим хвостом	9-25	0,10
Канавочные с коническим хвостом	16-40	0,09
Канавочные с цилиндрическим хвостом	4-10	0,08
Фасонные	40-90	0,08
Угловые	40-70	0,07
Дисковые	40-90	0,07
Для канонических пазов	20-30	0,04
Фрезерные головки с вставными ножами	70-100	0,09

Решение:

В единичном производстве расчет потребности в инструменте производится по следующей формуле:

$$K_p = \frac{T_n \times k_m \times k_n}{T_{изн} \times (1 - k_y)} \quad (10.10)$$

Потребность во фрезах цилиндрических:

$$K_p = \frac{485000 \times 0,5 \times 0,15}{33 \times (1 - 0,05)} = 1160 \text{ шт.}$$

Таблица 10.10 – Расчет потребности в инструменте по видам

Наименование инструмента	$T_{изн}$, ч	K_p , шт.
Цилиндрические	33	1160
Торцовые со спиральным зубом	40	1404
Торцовые с конусом	40	539
Торцовые с цилиндрическим хвостом	40	539
Канавочные с коническим хвостом	19	1212
Канавочные с цилиндрическим хвостом	19	1077
Фасонные	51	401
Угловые	20	835
Дисковые	30	597
Для канонических пазов	15	582
Фрезерные головки с вставными ножами	52	443

Задача 3. Рассчитать потребность режущего инструмента на программу. Установить размеры запасов в ИРК по видам режущего инструмента, необходимого для выполнения технологического процесса механической обработки шестерен. Определить размер цехового оборотного фонда инструмента.

Исходные данные. Годовая программа – механическая обработка 560 тыс. шестерен.

Таблица 10.11 – Технологический процесс механической обработки шестерен

№ оп	Наименование операции	Оборудование	Инструмент режущий	Время	
				машин-шинное	штучное
1	Черновое точение: передний суппорт – обточить наружный диаметр со 105 до 102 мм	Токарный многорезцовый станок	Резцы проходные черновые, оснащенные твердым сплавом 16 х 25 (2 штуки)	1,18	2,46
	задний суппорт – подрезать торцы венца с Ø 105 до 43 мм в размер 36 мм	Токарный многорезцовый станок	Резцы подрезные черновые, оснащенные твердым сплавом 16 х 25 (4 шт.)	1,68	2,46
2	Чистовое точение: передний суппорт – обточить наружный диаметр со 102 до 100 мм	Токарный многорезцовый станок	Резцы проходные чистовые, оснащенные твердым сплавом 16 х 25 (2 шт.)	0,87	2,08
	задний суппорт – подрезать торцы венца с диаметра 102 до 43 мм в размере 35 мм	Токарный многорезцовый станок	Резцы подрезные чистовые, оснащенные твердым сплавом 16 х 25 (4 шт.)	1,43	2,08
3	Нарезать зубья шестерни	Зубофрезерный станок	Фреза червячная диаметром 55 мм	3,64	4,84

Режим работы – двухсменный. Продолжительность смены – 8 ч. Минимальный запас инструмента в ИРК равен месячной потребности в инструменте. Цикл выполнения заказа цеха центральным инструментальным складом – 1,5 месяца. Периодичность поставки инструмента из ЦИС – 1 месяц.

Задача 4. Определить оборотный фонд инструмента в связи с переточкой, если время нахождения инструмента в переточке составляет 12 ч. Периодичность смены инструмента 3 ч. На операции работают четыре станка с одновременной работой трех резцов.

Задача 5. На автоматической линии обработки удлинителя картера коробки передач стойкость сверла рассчитана на 200 шт. обрабатываемых деталей; количество возможных переточек сверла равно 10. Определить норму расхода сверл на 1000 деталей и годовой их расход при выпуске 200 000 деталей в год.

Задача 6. Определить расход фрез на программу. Исходные данные. Трудоемкость программы по фрезерным работам – 275 тыс. нормо-ч. Удельный вес машинного времени в штучном – 70 %. Время работы фрезы до полного износа – 55 ч.

Задача 7. Составить график подноски инструмента на рабочие места производственного участка.

Таблица 10.12 – Исходные данные к задаче

Наименование операций	Инструмент режущий	Время, мин.		Стойкость инструмента, мин.
		t	t_m	
Токарная	Резцы, оснащенные пластинками твердого сплава, 16x25	4,73	3,25	150
«	Резцы, оснащенные пластинками твердого сплава, 16x25	3,17	2,29	150
Токарная	Резцы, оснащенные пластинками твердого сплава, 16x25	2,73	2,14	150
Фрезерная	Фреза цилиндрическая диаметром 90 мм	5,18	3,42	240
Расточная	Резцы, оснащенные пластинками твердого сплава, 16x25	4,14	3,02	150
Шлифовальная	Круги шлифовальные	2,96	2,12	60
Сверлильная	Сверло из быстрорежущей стали	1,30	0,80	60
Строгальная	Резцы, оснащенные пластинками твердого сплава, 25x30	4,06	3,18	150

Количество деталей по программе – 750 тыс. шт.

Задача 8. Определить годовую потребность в режущем инструменте механического цеха при обработке детали. Стойкость инструмента между двумя переточками – 2,4 часа, машинное время обработки детали – 1,8 мин. Рабочая часть инструмента 5 мм, величина слоя, снимаемого при каждой переточке – 0,7мм. Величина оборотного фонда инструмента – 120 шт. Фактический запас инструмента на начало планового периода – 80 шт. Годовая программа выпуска изделий – 500 000 шт.

Практическая работа № 11 Организация ремонтного хозяйства

Задача 1. Определить среднегодовой объем слесарных, станочных и прочих работ по ремонту и межремонтному обслуживанию оборудования завода. Рассчитать потребное количество металлорежущих станков в ремонтно-механическом цехе. Определить численность ремонтных рабочих для ремонта и межремонтного обслуживания оборудования. Произвести расчет потребной площади ремонтно-механического цеха и его отделений. Определить годовую потребность завода в материалах для ремонтных нужд.

Исходные данные. В каждом цехе завода установлено оборудование, общая ремонтная сложность которого не более 800 ремонтных единиц (р.е.). Срок службы большинства станков не превышает 10 лет. Режим работы цехов двухсменный. Продолжительность смены 8 ч.

Таблица 11.1 – Состав станочного парка завода

Оборудование	Количество единиц установленного оборудования, c	Средняя категория сложности ремонта, R_{cp}	Приведенное количество ремонтных единиц, $\sum r$
Токарные станки	170	11	1870
Токарно-револьверные станки	151	10	1510
Токарно-лобовые станки	10	12	120
Токарно-карусельные станки	8	24	192
Токарные многорезцовые автоматы	35	13	455
Токарные автоматы	40	18	720
Плоскошлифовальные станки	40	10	400
Круглошлифовальные станки	64	10	640
Внутришлифовальные станки	60	9	54
Сверлильные станки	101	8	808
Фрезерные станки	110	10	1100
Протяжные станки	15	12	180
Прочие станки	305	13	3965
ИТОГО:	1109	11,3	12500

Средняя ремонтная сложность установленного на заводе оборудования – 11,3 р.е.

Таблица 11.2 – Нормы времени на выполнение ремонтных и профилактических работ (на одну ремонтную единицу)

Ремонтные операции	Нормы времени, ч			
	на слесарные работы	на станочные работы	на прочие работы	всего
Промывка как самостоятельная операция	0,35	-	-	0,35
Проверка на точность как самостоятельная операция	0,4	-	-	0,4
Осмотр	0,75	0,1	-	0,85
Малый ремонт	4	2	0,1	6,1
Средний ремонт	16	7	0,5	23,5
Капитальный ремонт	23	10	2	35

Нормы простоя оборудования в ремонте установлены на одну ремонтную единицу при работе ремонтной бригады в 2 смены и составляют: при малом ремонте – 0,14, при среднем – 0,33, при капитальном – 0,54 суток.

Решение:

1. Определение среднего годового объема слесарных, станочных и прочих работ по ремонту и межремонтному обслуживанию оборудования. Среднегодовой объем ремонтных работ $Q_2^{рем}$ определяется исходя из состава оборудования, его ремонтной сложности, структуры и продолжительности межремонтного цикла, межремонтных периодов, действующих трудовых нормативов по формуле

$$Q_2^{рем} = \frac{q_k \times n_k + q_c \times n_c + q_m \times n_m + q_o \times n_o}{T} \times \sum r, \quad (11.1)$$

где q_k, q_c, q_m, q_o – трудоемкость соответственно капитального, среднего, малого ремонта и осмотров на 1 р.е.;

n_k, n_c, n_m, n_o – число соответственно капитальных, средних, малых ремонтов и осмотров в течении межремонтного цикла (принимаются по структуре межремонтного цикла);

T – продолжительность межремонтного цикла, лет;

$\sum r$ – количество установленного оборудования, р.е.

Продолжительность межремонтного цикла определяется по формуле:

$$T = \beta_n \times \beta_m \times \beta_y \times \beta_m \times A, \quad (11.2)$$

где $\beta_n, \beta_m, \beta_y, \beta_m$ – коэффициент, учитывающий соответственно тип производства, свойства обрабатываемого материала, условия эксплуатации станка, характеристику станка;

A – нормативное время работы станка в течение межремонтного цикла. В условиях крупносерийного производства для станков возрастом до 10 лет, весом до 10 т, работающих в нормальных условиях, при обработке конструкционной стали, все эти коэффициенты равны 1, $A=24000$ ч. Таким образом, $T=24000$ ч, или 6 лет при двусменной работе оборудования.

Структура межремонтного цикла для средних и легких станков имеет следующий вид:

$$\begin{array}{cccccccccccc} K & - & O & - & M & - & O & - & M & - & O & - & C & - & O & - & M & - & O & - \\ & & M & - & O & - & C & - & O & - & M & - & O & - & M & - & O & - & K. \end{array}$$

Структура включает один капитальный, два средних, шесть малых ремонтов и девять осмотров. Продолжительность межремонтного периода определяется по формуле:

$$t_{мп} = \frac{T}{n_c + n_m + 1} = \frac{24000}{2 + 6 + 1} = 2666 \text{ ч, или 8 мес.} \quad (11.3)$$

Продолжительность межосмотрового периода определяется по формуле:

$$t_{\text{мо}} = \frac{T}{n_c + n_m + n_o + 1} = \frac{24000}{2 + 6 + 9 + 1} = 1333 \text{ч}, \text{ или } 4 \text{ мес.}$$

Среднегодовой объем ремонтных работ:

$$Q_2^{\text{рем}} = \frac{35 \times 1 + 23,5 \times 2 + 6,1 \times 6 + 0,85 \times 9}{6} \times 12500 = 262875 \text{ч},$$

В том числе:

$$\text{слесарные } Q_{2.\text{сл}}^{\text{рем}} = \frac{23 \times 1 + 16 \times 2 + 4 \times 6 + 0,75 \times 9}{6} \times 12500 = 178600 \text{ч},$$

$$\text{станочные } Q_{2.\text{ст}}^{\text{рем}} = \frac{10 \times 1 + 7 \times 2 + 2 \times 6 + 0,1 \times 9}{6} \times 12500 = 76775 \text{ч},$$

$$\text{прочие } Q_{2.\text{пр}}^{\text{рем}} = \frac{2 \times 1 + 0,5 \times 2 + 0,1 \times 6}{6} \times 12500 = 7500 \text{ч}.$$

При определении среднегодового объема ремонтных работ допускают, что их общий объем распределяется равномерно по годам в течение всего межремонтного цикла. Уточнение объема работ на каждый конкретный год производится по годовому плану-графику ремонта оборудования.

Годовой объем работ по межремонтному обслуживанию оборудования определяется по формуле:

$$Q_2^{\text{обсл}} = \frac{F_2 \times q_{\text{см}}}{H_{\text{обсл}}} \times \sum r, \quad (11.4)$$

где F_2 – годовой расчетный фонд времени работы одного рабочего, ч;

$H_{\text{обсл}}$ – норма обслуживания на 1 рабочего в 1 смену, р.е.;

$q_{\text{см}}$ – сменность работы обслуживаемого оборудования.

Объем работ по межремонтному обслуживанию оборудования по их видам:

$$\text{станочные } Q_{2.\text{ст}}^{\text{обсл}} = \frac{1835 \times 2}{1650} \times 12500 = 27750 \text{ч},$$

$$\text{слесарные } Q_{2.\text{сл}}^{\text{обсл}} = \frac{1835 \times 2}{500} \times 12500 = 91750 \text{ч},$$

$$\text{смазочные } Q_{2.\text{см}}^{\text{обсл}} = \frac{1835 \times 2}{1000} \times 12500 = 45875 \text{ч},$$

$$\text{шорные } Q_{2.\text{ш}}^{\text{обсл}} = \frac{1835 \times 2 \times 0,5}{30 \times 11,3} \times 12500 = 6750 \text{ч}.$$

Таким образом, $Q_2^{\text{обсл}} = 27750 + 91750 + 45875 + 6750 = 172125 \text{ч}.$

Общий годовой объем работ по ремонту и межремонтному обслуживанию оборудования (по видам работы) составит:

станочные $Q_{общст} = Q_{ст.рем} + Q_{ст.обсл} = 76775 + 27750 = 104525$ ч,

слесарные $Q_{общсс} = Q_{ст.рем} + Q_{ст.обсл} = 178600 + 91750 = 270350$ ч,

прочие $Q_{общпр} = Q_{ст.рем} + Q_{ст.обсл} = 7500 + 45875 + 6750 = 60125$ ч,

Итого: 435000 ч.

2. Расчет потребного количества станков в ремонтно-механическом цехе. Для условий данной задачи при отсутствии специализированных ремонтных предприятий и цехов, Единой системой ППР рекомендуется применять смешанную форму организации ремонтных работ и управления ремонтным хозяйством, при которой капитальный ремонт, модернизация оборудования и изготовление наиболее сложных запасных частей производятся в ремонтно-механическом цехе завода – централизованно, а средний и малый ремонты, изготовление несложных запасных частей и межремонтное обслуживание оборудования осуществляются цеховыми ремонтными базами, подчиненными начальникам цехов, – децентрализованно.

Общее количество станков, необходимое для выполнения ремонтных работ и работ по межремонтному обслуживанию оборудования, определяется по следующей формуле:

$$C_{рем} = \frac{Q_{общст}}{F_{ст} \times k_{см}} = \frac{104525}{2000 \times 0,9} = 53 \text{ станка}, \quad (11.5)$$

где $F_{ст}$ – годовой фонд времени работы станка, ч;

$k_{см}$ – коэффициент сменности работы оборудования в ремонтной службе завода ($k_{см} = 0,8-1,2$).

Общее количество станков распределяется между ремонтно-механическим цехом и цеховыми ремонтными базами. Для данных условий рекомендуется 70% станков иметь в ремонтно-механическом цехе (РМЦ) и 30% – в цеховых ремонтных базах (ЦРБ). Следовательно, в ремонтно-механическом цехе необходимо установить 38, а в цеховых ремонтных базах – 17 станков.

Типаж оборудования ремонтно-механического цеха устанавливается по таблице 11.3.

Таблица 11.3 – Типов оборудования ремонтно-механического цеха.

Наименование групп станков	Удельный вес, %	Количество, ед.
Токарные и револьверные	45	17
Расточные	4	2
Универсальные горизонтально-фрезерные	8	3
Зуборезные	7	3
Шлифовальные	11	4
Строгальные	8	3
Вертикально-сверлильные	7	2
Радиально-сверлильные	2	1
Прочие	8	3
Итого	100	38

3. Определение численности ремонтных рабочих $P_{рем}$ по видам работ определяется исходя из соответствующей трудоемкости, годового расчетного фонда времени работы одного рабочего и коэффициента выполнения норм рабочими, который равен 1,1, по следующей формуле:

$$\text{слесарей } P_{сл} = \frac{Q_{г.сл}^{рем}}{F_г \times k_{вн}} = \frac{178600}{1835 \times 1,1} = 88 \text{ чел.},$$

$$\text{станочников } P_{ст} = \frac{Q_{г.ст}^{рем}}{F_г \times k_{вн}} = \frac{67775}{1835 \times 1,1} = 38 \text{ чел.},$$

$$\text{прочих рабочих } P_{пр} = \frac{Q_{г.пр}^{рем}}{F_г \times k_{вн}} = \frac{7500}{1835 \times 1,1} = 4 \text{ чел.}$$

Итого $P_{рем} = 130$ чел.

Для межремонтного обслуживания оборудования число рабочих по видам работ определяется по нормам обслуживания на одного рабочего по формулам:

$$\text{слесарей } P_{сл} = \frac{\sum r \times q_{см}}{H_{обсл}} = \frac{12500 \times 2}{500} = 50 \text{ чел.};$$

$$\text{станочников } P_{ст} = \frac{\sum r \times q_{см}}{H_{обсл}} = \frac{12500 \times 2}{1650} = 15 \text{ чел.};$$

$$\text{смазчиков } P_{см} = \frac{\sum r \times q_{см}}{H_{обсл}} = \frac{12500 \times 2}{1000} = 25 \text{ чел.};$$

$$\text{шорников } P_{ш} = \frac{\sum r \times q_{см}}{H_{обсл}} = \frac{12500 \times 2}{300 \times 11,3} = 4 \text{ чел.}$$

Итого: $P_{обсл} = 94$ чел.

Общее число рабочих по ремонту и межремонтному обслуживанию оборудования $P_{общ} = P_{рем} + P_{обсл} = 130 + 94 = 224$ чел., в том числе слесарей – 138 чел., станочников – 53 чел., прочих – 33 чел.

4. Определение площади ремонтно-механического цеха и его отделений. Размер площади ремонтно-механического цеха равен сумме площадей всех его отделений.

Площадь станочного отделения

$$S_{ст} = s_{уд} \times c_{РМЦ} = 20 \times 38 = 760 \text{ м}^2, \quad (11.6)$$

где $s_{уд}$ – удельная площадь на 1 станок станочного отделения ($s_{уд} = 16 - 20$ кв.м);

$c_{РМЦ}$ – количество станков в ремонтно-механическом цехе, ед.

Размер площади других отделений РМЦ принимается в процентном отношении к размеру площади станочного отделения:

Таблица 11.4 – Распределение площади ремонтно-механического цеха

Наименование отделений и помещений ремонтно-механического цеха	% к площади станочного отделения	Размер площади, м ²
Станочное отделение	100	760
Демонтажное отделение	20	150
Слесарно-сборочное отделение	70	500
Заготовительное отделение со складом	7	50
Промежуточные склады	8	60
Склад запасных деталей и вспомогательных материалов	6	40
Инструментально-раздаточная кладовая с заточным отделением	5	35
Места мастеров	2	15
Итого		1610

5. Определение годовой потребности завода в материалах для ремонтных нужд. Годовая потребность в основных материалах на ремонт и межремонтное обслуживание оборудования можно определить укрупненным методом. Годовой расход материалов H_m на один станок, занятый в ремонтном производстве, принимается равным 10 т. Исходя из этого, общая годовая потребность в материалах для ремонтных нужд:

$$Q_{\text{общ}} = H_m \times c_{\text{рем}} = 10 \times 53 = 530 \text{ т.} \quad (11.7)$$

Распределение общей потребности по видам материалов при использовании данного метода следующее:

Таблица 11.5 – Общая потребность по видам материалов

Виды материала	%	т
Литье чугунное	30	165
Литье стальное	8	44
Литье цветное	3	16
Поковки	18	99
Сталь конструкционная (прокат)	22	121
Листовая сталь	3	16
Прокат цветных металлов	3	16
Трубы	2	13
Прочие материалы	3	16
Итого	100	530

Задача 2. Определить годовой объем слесарных, станочных и прочих работ по ремонту и межремонтному обслуживанию оборудования завода. Рассчитать количество дежурных слесарей, станочников, смазчиков и шорников в автоматном цехе, а также слесарей и станочников по ремонту оборудования завода. Определить количество и состав оборудования ремонтно-механического цеха, размер площади РМЦ и его отделений. Рассчитать потребность металлопроката, отливок и поковок на годовую программу ремонтного производства.

Исходные данные. Режим работы двухсменный. Распределение оборудования между РМЦ и ЦРБ – 65 – 35%. В автоматном цехе завода установлены все имеющиеся на заводе автоматы.

Таблица 11.6 – Состав и количество оборудования завода

Наименование групп оборудования	Средняя ремонтная сложность	Количество единиц оборудования
Станки токарные	8	25
Станки токарно-винторезные	10	75
Станки токарно-карусельные	14	20
Станки токарные многорезцовые	12	200
Станки револьверные	18	85
Автоматы токарные горизонтальные	24	45
Автоматы токарные револьверные	20	55
Автоматы токарные специальные	24	45
Станки плоскошлифовальные	9	60
Станки круглошлифовальные	10	70
Станки зубошлифовальные	12	25
Станки резьбошлифовальные	12	35
Станки вертикально-сверлильные	10	55
Станки радиально-сверлильные	10	35
Станки протяжные	11	20
Станки прочие	12	120

Задача 3. Определить продолжительность межремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов для оборудования предметно-замкнутого участка механического цеха; трудоемкость годовой программы ремонта оборудования участка. Составить годовой график ремонта оборудования. Исходные данные представлены в таблице.

Таблица 11.7 – Количество, состав и характеристика оборудования участка

Наименование оборудования	Инвентарный номер	Модель	Категория сложности ремонта	Дата последнего капитального ремонта	Вид	Дата последнего ремонта
Токарный винторезный станок	187	1А62	10,5	Июль 1998	М	Декабрь 2001
Токарный винторезный станок	194	1А62	10,5	Август 2000	М	Декабрь 2001
Токарный винторезный станок	116	1К62	11	Октябрь 1996	М	Июнь 2001
Токарный винторезный станок	127	1К62	11	Январь 2000	М	Апрель 2001
Токарный многорезцовый горизонтальный полуавтомат	214	1721	14	Август 1997	С	Август 2001

Задача 4. Определить численность дежурного персонала (слесарей, станочников, смазчиков, шорников) для межремонтного обслуживания оборудования завода.

Исходные данные. На заводе установлено 2350 единиц технологического оборудования. Средняя ремонтная сложность оборудования $R_{cp}=12$ р.е. Оборудование работает в две смены по 8 ч. Ремонтные приводы имеет 35% оборудования. Годовой фонд времени работы одного рабочего – 1835 ч.

Содержание

Практическая работа №1 Решение задачи «To Make Or To Buy» «Сделать или купить»	3
Практическая работа №2 Расчет срока окупаемости капитальных вложений в производственную логистику	4
Практическая работа № 3 Организация производственного процесса во времени	6
Практическая работа № 4 Поточное производство и управление межоперационными заделами	10
Практическая работа № 5 Планирование материальных ресурсов с использованием метода MRP-1.....	16
Практическая работа № 6 Организация производства с использованием метода MRP-1.....	18
Практическая работа № 7 Определение производственной мощности	21
Практическая работа № 8 Сетевые методы организации производства	25
Практическая работа № 9 Организация подготовки производства к выпуску новой продукции	31
Практическая работа № 10 Логистика инструментального хозяйства.....	37
Практическая работа № 11 Организация ремонтного хозяйства.....	44

Учебное издание

Составители:

Омельянюк Александр Михайлович

Шишко Елена Леонидовна

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по дисциплине

«ЛОГИСТИКА И УПРАВЛЕНИЕ ЦЕПЯМИ ПОСТАВОК.

Производственная логистика»

для студентов специальности «Логистика»

дневной и заочной форм обучения

Ответственный за выпуск: Омельянюк А.М., Шишко Е.Л.

Редактор: Боровикова Е.А.

Компьютерная вёрстка: Соколюк А.П.

Корректор: Никитчик Е.В.

Подписано в печать 31.10.2018 г. Формат 60x84 ¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 3,02. Уч. изд. л. 3,25. Заказ № 1308. Тираж экз.
Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский государственный
технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.