

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

**Кафедра «Локомотивы»**

**А. П. ДЕДИНКИН, В. Н. ПОДОЛЬСКАЯ**

**ОРГАНИЗАЦИЯ,  
ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВОМ**

**Учебно-методическое пособие**

**Гомель 2019**

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Локомотивы»

А. П. ДЕДИНКИН, В. Н. ПОДОЛЬСКАЯ

# **ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВОМ**

*Одобрено советом механического факультета,  
методической комиссией заочного факультета  
в качестве учебно-методического пособия  
для студентов специальности 1-37 02 01  
«Тяговый состав железнодорожного транспорта (по направлениям)» и  
слушателей института повышения квалификации*

*3-е издание, переработанное и дополненное*

Гомель 2019

УДК 330.46 (075.8)  
ББК 65.050  
Д26

Рецензенты – зав. кафедрой «Графика» Учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта» канд. техн. наук, доцент В. А. Лодня;  
первый заместитель начальника дорожного центра по подготовке, переподготовке и повышению квалификации кадров ГО «Белорусская железная дорога» В. А. Халиманчик

**Дединкин, А. П.**

Д26 Организация, планирование и управление производством : учеб.-метод. пособие / А. П. Дединкин, В. Н. Подольская ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – 3-е изд., перераб. и доп. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 68 с.  
ISBN 978-985-554-620-8

Рассмотрены методики выполнения практических работ, посвященных основным аспектам планирования и организации производства на локомотиворемонтных предприятиях. Приведенные данные позволяют закрепить ключевой материал лекций.

Предназначено для студентов, изучающих дисциплину «Организация, планирование и управление производством», может быть использовано студентами специальности 1-37 02 01 «Тяговый состав железнодорожного транспорта (по направлениям)» дневной и заочной форм обучения, а также для слушателей института повышения квалификации.

**УДК 330.46 (075.8)**  
**ББК 65.050**

**ISBN 978-985-554-620-8**

©Чмыхов Б. А., Халиманчик В. А., 2003  
©Чмыхов Б. А., Халиманчик В. А., Иванов О.А., 2007, с изменениями  
©Дединкин А. П., Подольская В. Н., 2019, с изменениями  
©Оформление. БелГУТ, 2019

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	5
1 Оптимизация процесса сборки сложного изделия.....	7
2 Расчет параметров сетевого графика.....	13
3 Исследование влияния на производственный цикл вида перемещения, величины изготавливаемой и передаточной партий изделий.....	21
4 Разработка оптимального размещения оборудования предметно-замкнутого участка предприятия.....	24
5 Определение оптимального варианта замены оборудования цеха.....	28
6 Использование метода экспертных оценок деловых качеств кандидатов при подборе и выдвижении на должность.....	32
7 Составление и обработка фотографии рабочего времени.....	34
8 Метод моментных наблюдений.....	37
Список литературы.....	39

## **ВВЕДЕНИЕ**

Дисциплина «Организация, планирование и управление производством» играет важную роль в подготовке будущих специалистов-транспортников и предусматривает получение студентами знаний в области организации ремонта подвижного состава железных дорог, понимание принципов эффективного использования ремонтной базы, основ научной организации труда работников, а также ясное представление о путях совершенствования и перспективах развития организации работы локомотиворемонтных предприятий Белорусской железной дороги.

В данном пособии приведены методические рекомендации преподавателю и указания студентам при проведении и подготовке практических работ по дисциплине «Организация, планирование и управление производством». Методические указания составлены на основе учебной программы по соответствующей дисциплине для студентов специальности 1-37 02 01 «Тяговый состав железнодорожного транспорта (по направления)».

Практические работы по темам дисциплины, приведенные в пособии, помогают студентам в овладении знаниями как теоретических, так и практических основ современной организации, планирования и управления локомотиворемонтным предприятием, а также навыками превращения неорганизованного производства в организованное, обеспечения динамичности производственного процесса с целью получения высокой производительности труда.

# 1 ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СБОРКИ СЛОЖНОГО ИЗДЕЛИЯ

- Цель работы:** 1 Изучить методику построения графика процесса сборки сложного изделия и диаграммы плотности работ.  
2 Освоить методику оптимизации использования ограниченного количества трудовых ресурсов по критерию их максимальной загрузки.

## Основные сведения

**Производственный процесс** представляет собой совокупность всех действий людей и орудий труда, необходимых для изготовления и ремонта продукции, а также определяет технический уровень производства, структуру предприятия и отдельных цехов, участков.

Производственный процесс определяет технический уровень производства, структуру предприятия и отдельных цехов, участков. От его совершенства зависят многие технико-экономические показатели: количество оборотного капитала, число работников, производственная площадь, количество потребляемого сырья, материалов и энергоносителей, а также рентабельность работы предприятия.

**Технологический процесс** – часть производственного процесса, содержащая целенаправленные действия по изменению и определению состояния предмета труда.

По характеру объекта производства процессы бывают **простые** и **сложные**.

**Простой** процесс состоит из последовательно выполняемых операций (например, изготовление одной детали, партии одинаковых деталей, группы разных по конструкции деталей, имеющих технологическое сходство). Структура (порядок выполнения операций) такого процесса определяется технологией изготовления детали.

**Сложный** процесс состоит из последовательно и параллельно выполняемых операций (например, изготовление сборочной единицы, состоящей из нескольких деталей, или всего изделия, которое включает определенное количество деталей и сборочных единиц). Структура его зависит не только от состава технологических процессов изготовления и сборки, но и от порядка их выполнения, определяемого конструкцией сборочной единицы или изделия.

Линейный график организации производственного процесса или график загрузки ресурсов (эпюра потребности ресурсов) дает наглядное представление о необходимых трудовых ресурсах в производственном процессе, имеет масштаб по осям абсцисс (времени) и ординат (плотности работ).

Исходные данные для построения графика процесса сборки сложного изделия и диаграммы плотности работ приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Исходные данные для расчета практической работы № 1

Вариант	Трудоёмкость операций и ориентировочное число рабочих																						Числ. бригады		
	Д 11		Д 12		СЕ 1		Д 21		Д 22		Д 23		СЕ 2		Д 31		Д 32		СЕ3		СЕ 4			И	
	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.	чел.-ч	чел.		чел.-ч	чел.
1	5	1	6	3	8	2	3	1	5	1	9	3	4	1	12	2	3	1	8	2	5	1	48	3	6
2	3	1	9	3	3	1	3	1	6	2	4	1	8	2	5	1	6	3	10	2	5	1	34	2	5
3	3	1	3	1	12	3	3	1	2	1	2	1	4	2	7	1	7	1	12	2	9	1	42	2	4
4	8	2	5	1	3	1	4	1	5	1	5	1	4	2	6	2	6	-3	12	3	4	1	32	2	5
5	3	1	5	1	6	3	3	1	4	1	3	1	6	2	2	1	7	1	10	2	7	1	32	2	4
6	4	1	3	1	3	1	2	1	5	1	3	1	6	3	6	2	10	2	2	1	12	2	54	3	5
7	2	1	3	1	4	2	3	1	2	1	3	1	2	1	7	1	5	1	6	2	3	1	38	2	4
8	6	2	4	2	5	1	5	1	2	2	5	1	6	2	4	2	9	3	12	2	4	1	30	2	5
9	4	2	7	1	6	2	6	2	2	1	4	2	6	2	7	1	6	3	15	3	21	3	51	3	6
10	3	1	6	2	6	1	4	1	4	2	4	2	6	2	5	1	8	2	6	3	8	1	32	2	4
11	2	1	3	1	4	2	3	1	2	2	3	1	4	2	5	1	3	1	8	2	3	1	30	2	4
12	3	1	4	1	6	3	2	1	6	1	2	2	4	2	8	1	3	1	8	2	6	1	36	2	4
13	4	2	5	1	12	3	4	2	7	1	3	1	12	3	10	2	8	2	12	2	14	2	30	2	6
14	4	2	3	1	2	2	2	1	2	2	3	1	6	2	3	1	2	2	10	2	3	1	32	2	4
15	4	2	2	2	6	2	3	1	2	1	3	1	6	2	4	2	6	2	8	2	4	1	45	3	5
16	6	1	4	2	6	3	3	1	5	1	6	1	6	2	12	2	7	1	12	2	5	1	48	3	6
17	3	1	4	2	4	2	6	2	3	1	4	1	6	2	5	1	4	2	12	2	8	2	36	2	5
18	4	2	6	3	15	3	3	1	6	2	6	2	3	1	12	2	5	1	12	2	6	1	51	3	6
19	2	1	4	1	4	2	6	2	6	1	3	1	9	3	6	1	6	1	12	2	8	2	51	3	6
20	3	1	4	2	8	2	2	1	2	1	2	2	4	2	4	2	2	1	8	2	10	2	30	2	4
21	4	1	4	2	5	1	4	1	4	2	4	2	6	1	7	1	9	3	15	3	5	1	30	2	5
22	2	1	3	1	9	3	3	1	3	1	6	2	6	2	9	1	16	4	12	3	3	1	30	2	6
23	2	1	2	2	4	2	2	1	2	2	4	2	3	1	3	1	8	1	6	2	8	2	30	2	4
24	2	2	3	1	4	1	3	1	2	2	4	2	6	3	4	2	4	2	6	3	15	3	45	3	5
25	5	1	2	2	3	1	6	1	4	2	2	2	4	2	7	1	8	1	9	3	12	3	32	2	5
26	8	2	2	1	4	2	4	2	6	1	4	2	6	2	6	1	8	2	24	3	8	2	30	2	6
27	6	2	4	1	4	2	6	3	4	1	2	2	3	1	9	1	12	3	12	4	12	1	36	2	5
28	6	3	3	1	4	2	3	1	4	1	4	2	6	1	6	2	6	1	12	4	18	3	30	2	5
29	9	2	3	1	4	2	2	1	9	2	5	1	4	2	12	2	6	2	8	2	16	2	30	2	5
30	4	2	2	1	6	2	8	2	3	1	3	2	4	2	16	2	5	1	9	3	6	1	15	1	4

## Пример выполнения работы

1 В таблице 1.2 приведено количество сборочных единиц (СЕ) в изделии (И), их деление на детали (Д), а также трудоемкость (числитель) и плотность работ (знаменатель) для них.

2 Предельные сроки подачи сборочных единиц на сборку изделия:

**СЕ1** – к **пятому** часу от начала сборки изделия;

**СЕ2** – к **восьмому** часу от начала сборки изделия;

**СЕ3** – к **пятнадцатому** часу от начала сборки изделия;

**СЕ4** – к **началу** сборки изделия.

3 Детали должны быть готовы до начала сборки своих сборочных единиц.

4 Разрешается изменять количество трудовых ресурсов на 50% (за исключение сборочной единицы СЕ4 и изделия И).

Таблица 1.2 – Исходные данные

Структура изделия	Трудоемкость, чел·ч / Плотность работ, чел
<b>СЕ1:</b>	4 / 1
Д11	2 / 1
Д12	3 / 1
<b>СЕ2:</b>	4 / 1
Д21	2 / 1
Д22	4 / 1
Д23	6 / 1
<b>СЕ3:</b>	6 / 2
Д31	7 / 1
Д32	8 / 2
<b>СЕ4 (моноблок)</b>	12 / 2
<b>И</b>	54 / 3
Максимальное число работников в бригаде – 5	

## Порядок выполнения работы

1 Выбираем масштаб для построения графика сборки изделия (по сумме продолжительностей непрерывно выполняемых работ **СЕ4+И**).

2 Наносим вертикальные линии ограничений времени подачи сборочных единиц **СЕ1, СЕ2, СЕ3, СЕ4** на сборку изделия **И**.

3 Строим график сборки сложного изделия с учетом ограничений по подаче сборочных единиц и деталей на сборку (рисунок 1.1).

4 Чтобы судить об интенсивности потребления трудовых ресурсов в производственном процессе, под графиком сборки строим эпюру потребности в ресурсах (график загрузки ресурсов), имеющую масштаб не только по оси абсцисс (времени), но и по оси ординат (плотности работ). При этом построении параллельно оси абсцисс проводим отрезки прямой линии, соответ-

ствующие интенсивности использования данного трудового ресурса в каждый момент времени. Изменение количества используемого ресурса возможно в моменты окончания и начала работ. В результате построения получаем отрезки прямой линии, параллельные оси абсцисс. Это и есть график загрузки (использования) трудовых ресурсов. Площадь, заключенная между осями координат и ломанной линией, определяет в масштабе трудоемкость работ, выполняемых отдельными работниками или бригадами.

5 Проводим оптимизацию использования ограниченного количества трудовых ресурсов по критерию их максимальной загрузки:

- за счет «сдвига по времени» (изменения начала и окончания выполнения работ в пределах имеющихся резервов времени);
- «сдвига по ресурсу» (изменения численности рабочих на отдельных работах). Число работников на операциях указывается соответствующим количеством параллельных линий;
- **временного прерывания** выполнения отдельных работ (время перерыва указывается многоточием).

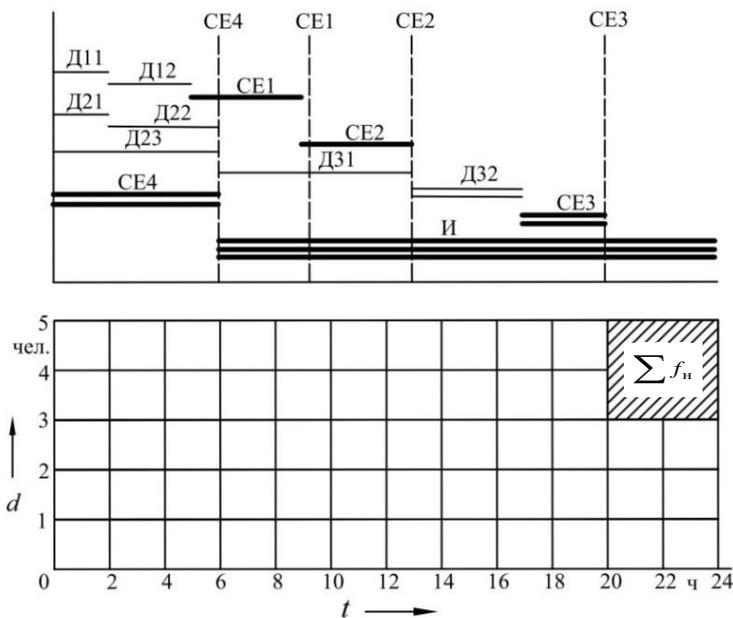


Рисунок 1.1 – Графики сборки изделия и загрузки трудовых ресурсов

6 Определяем полную использования имеющегося количества трудовых ресурсов

$$A = \left( 1 - \frac{\sum f_n}{td} \right) \cdot 100\%; \quad (1.1)$$

$$A = \left( 1 - \frac{4 \cdot 2}{24 \cdot 5} \right) \cdot 100 = 93,3\%.$$

## 2 РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СЕТЕВОГО ГРАФИКА

**Цель работы:** Изучить методику определения параметров сетевого графика

### Основные сведения

**Графический метод** расчета параметров сети – наиболее наглядный, однако требует вычерчивания графических изображений событий в большом масштабе для вписывания в них результатов расчета. Поэтому применяется для сетей с небольшим числом событий.

Расчет параметров при графическом методе ведут непосредственно по сетевому графику в **три этапа**, а получаемые при этом данные по каждому элементу сети заносят в определенные места графических изображений событий, а также у стрелок графика (рисунок 2.1).

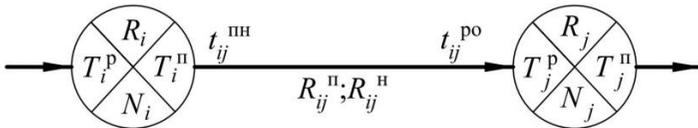


Рисунок 2.1 – Запись параметров сети при расчете ее графическим методом

Данные, относящиеся к событию, вписывают в его графическое изображение: внизу – **номер события**, слева – **ранний срок его свершения**, справа – **поздний срок**, сверху – **резерв времени события**.

Данные, относящиеся в работе, пишут у стрелки: **позднее начало** – в хвосте над стрелкой, **раннее окончание** – у острия над стрелкой, **продолжительность выполнения** – в средней части над стрелкой, **резервы времени** – в средней части под стрелкой.

Затем для **некритических работ** рассчитывают резервы времени.

Продолжительности и связи между работами определяются технологическим процессом изготовления или ремонта изделия.

Исходные данные для определения параметров сетевого графика приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Исходные данные для расчета практической работы № 2

Вариант	Номера работ																						
	0-1	0-3	0-4	1-2	1-3	1-8	2-5	2-8	2-9	3-4	3-6	3-8	4-6	5-9	5-10	6-7	6-8	6-9	7-9	7-10	8-9	9-10	
1	2	5	7	3	0	1	3	5	22	3	30	7	4	6	0	5	7	9	18	6	12	12	
2	11	10	4	15	0	12	16	8	20	12	4	7	5	7	0	10	10	8	1	3	6	10	
3	2	3	8	2	0	4	6	2	1	1	8	9	4	10	0	3	1	18	11	15	12	3	
4	23	3	7	18	0	4	9	25	3	6	22	8	9	4	0	18	12	23	14	1	27	2	
5	3	5	18	23	0	22	10	1	4	14	7	8	21	16	0	4	3-	15'	5	6	2	2	
6	4	8	22	6	0	4	6	8	25	7	33	5	9	11	3	8	13	12	21	9	15	5	
7	9	2	10	12	0	13	8	14	2	7	23	7	9	14	0	17	16	15	10	19	1	6	
8	8	5	9	1	0	22	5	4	10	8	18	2	5	17	0	12	7	5	5	1	2	8	
9	2	5	12	11	0	18	22	4	2	6	9	5	13	8	0	19	4	13	8	21	10	2	
10	10	2	3	19	0	13	15	1	0	7	2	5	19	3	0	4	7	12	6	8	9	3	
11	1	8	10	6	0	4	6	8	0	6	2	5	7	9	0	8	10	12	21	9	15	15	
12	14	13	7	18	0	15	19	11	0	15	7	10	8	10	0	13	13	11	4	6	9	13	
13	5	6	11	5	0	7	9	5	4	4	11	12	1	13	0	6	4	21	14	18	15	6	
14	26	6	10	21	0	7	12	28	6	9	25	11	12	7	0	21	15	26	17	4	30	5	
15	6	8	8	21	26	0	25	13	4	7	17	10	11	24	19	0	7	6	18	8	9	5	5
16	7	11	25	9	0	7	9	11	2	10	36	8	12	14	0	11	16	15	24	12	18	8	
17	12	5	13	15	0	16	11	17	5	10	26	10	12	17	0'	20	19	18	13	14	4	9	
18	11	8	12	4	0	25	8	7	0	11	21	5	8	20	0	10	10	23	8	4	5	11	
19	5	8	15	14	0	21	25	7	5	9	25	8	12	11	0	22	7	16	11	24	13	5	
20	13	5	6	22	0	16	18	4	3	10	5	8	22	6	0	7	10	15	9	11	12	6	
21	3	10	12	8	0	6	8	10	0	8	4	7	9	11	0	10	12	14	23	11	17	17	
22	16	15	9	20	0	17	14	13	0	17	9	12	10	12	0	15	15	13	6	8	11	15	
23	7	8	13	7	0	9	11	7	5	6	13	14	9	15	0	5	6	23	16	20	12	8	
24	28	8	12	23	2	9	14	30	8	11	27	13	14	9	2	23	17	28	19	6	32	7	
25	8	10	23	28	0	27	15	6	9	19	12	13	26	21	0	9	8	20	10	21	7	7	
26	9	13	27	11	2	9	11	13	4	12	38	10	14	16	2	13	18	17	26	14	20	10	
27	14	7	15	17	0	18	13	19	7	12	28	12	14	19	0	22	21	20	15	16	6	11	
28	13	10	14	6	0	27	10	9	2	13	13	7	10	22	0	12	12	25	10	6	7	13	
29	7	10	17	16	0	23	27	9	7	11	27	10	14	13	0	24	9	18	13	26	15	7	
30	15	7	8	24	0	18	20	6	5	12	7	10	24	8	0	9	12	17	11	13	14	8	

Исходная схема сетевого графика к исходным данным представлен на рисунке 2.2.

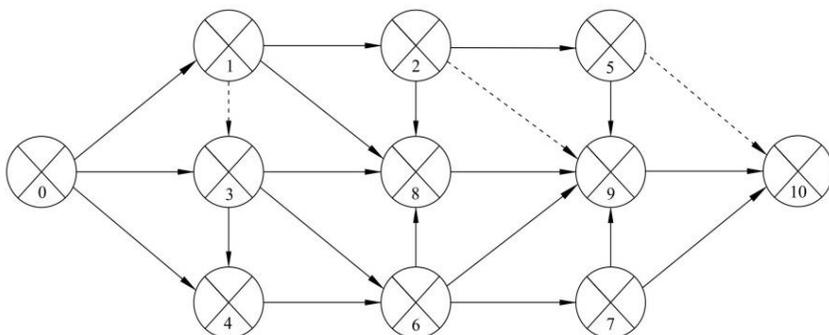


Рисунок 2.2 – Исходная схема для расчета параметров сети графическим методом

**Событие** представляет собой результат выполнения (факт окончания) одной или нескольких работ, необходимый и достаточный для начала последующих работ. На сетевом графике «события» изображаются определённым условным обозначением – кружком, квадратом, овалом, ромбом или другой геометрической фигурой.

**Работа (операция)** – процесс, приводящий к определенному результату и требующий затрат времени и ресурсов (трудовых, материально-технических и др.). На сетевом графике «работы» обозначается сплошной без масштабной стрелкой, соединяющей два события.

### Порядок выполнения работы

1 На первом этапе при проходе сетевого графика от исходного события до завершающего рассчитывают раннее окончание работ и ранний срок свершения событий (рисунок 2.3):

$$t_{ij}^{P_0} = T_i^P + t_{ij} = T_j^P. \quad (2.1)$$

Ранний срок свершения исходного события равен 0. Расчет ранних сроков других событий следует начинать с пути, имеющего событие первого ранга (для такого события ранний срок равен продолжительности выполнения работы).

Расчет ведут последовательно по всем работам этого пути до события, к которому сходится несколько путей, после чего переходят к расчету параметров графика на других путях, ведущих к данному событию.

Величину раннего срока свершения события со сходящимися путями

принимают согласно правилам сетевой логики по максимальному пути (т.е. наибольшей величины  $t^{po}$  среди работ, сходящихся у этого события).

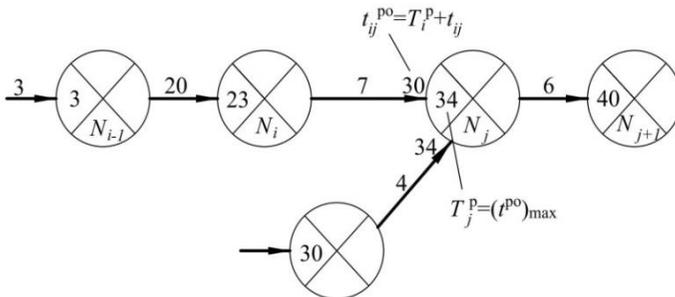


Рисунок 2.3 – Определение  $t_{ij}^{po}$  и  $T_j^p$  при расчете сети

Далее рассчитывают параметры следующих работ этого пути до очередного события со сходящимися путями, где снова применяют указанное правило определения ранних сроков.

Расчет продолжают до завершающего события, устанавливая продолжительность выполнения всего комплекса работ, т.е. величины  $T_{кр}$ .

2 На втором этапе при переходе сети от завершающего события к исходному рассчитывают позднее начало работ и поздний срок свершения событий (рисунок 2.4):

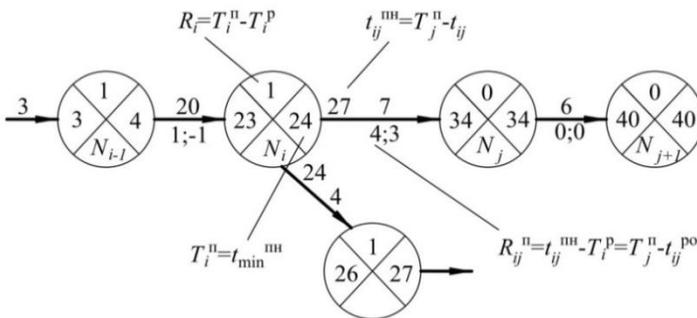


Рисунок 2.4 – Определение  $t_{ij}^{mn}$ ,  $T_i^n$ ,  $R_i$ ,  $R_{ij}^n$  и  $R_{ij}^n$  при расчете сети

Расчет ведут последовательно по всем расположенным на пути работам до события, от которого расходится несколько путей, после чего переходят к расчету параметров по другим путям, идущим от этого события.

Согласно правилам сетевой логики значение позднего срока для такого

события принимают равным наименьшей величине  $t^{пн}$  среди работ, расходящихся от данного события.

Затем снова продолжают расчет параметров следующих событий этого пути до очередного события с расходящимися от него путями, где опять применяют указанное правило вычисления поздних сроков.

В таком порядке выполняют расчеты до исходного события. При правильном расчете сети поздний срок свершения исходного события будет равен 0.

3 На третьем этапе рассчитывают резервы времени событий по «**уравнению времени**» и по событиям с нулевым резервом времени устанавливают критический путь.

4 На четвертом этапе рассчитывают следующие резервы времени работ (рисунок 2.5):

- полный (большой)  $R_{ij}^{пн}$ ;
- независимый (малый)  $R_{ij}^{н}$ ;
- частный I вида (аварийный)  $R_{ij}^I$ ;
- частный II вида (свободный)  $R_{ij}^{II}$ .



Рисунок 2.5 – Графическое изображение резервов времени работы

**Полный резерв  $R_{ij}^{пн}$**  – время, на которое можно увеличить продолжительность работы или задержать ее выполнение без изменения продолжительности критического пути:

$$R_{ij}^n = T_j^n - T_i^p - t_{ij}. \quad (2.2)$$

Он равен резерву времени пути, на котором выполняется данная работа. Если работа принадлежит нескольким путям, то ее полный резерв времени принимается равным резерву времени максимального пути, проходящего через данную работу.

Полный резерв времени является зависимым резервом, так как использование его в ходе выполнения работы переводит ее в разряд критических и требует пересчета сети для нового распределения резервов.

Для вычисления полных резервов времени работ удобнее пользоваться следующими формулами:

$$R_{ij}^n = T_j^n - t_{ij}^{p0} \quad (2.3)$$

или

$$R_{ij}^n = t_{ij}^{nn} - T_i^p. \quad (2.4)$$

**Независимый резерв**  $R_{ij}^n$  – время, на которое можно увеличить продолжительность работы или задержать ее выполнение без изменения раннего начала последующих работ:

$$R_{ij}^n = T_j^p - T_i^n - t_{ij}. \quad (2.5)$$

Независимый резерв времени принадлежит только данной работе и не может быть по величине больше полного. Его имеют лишь работы, у которых

$$t_{ij} < T_j^p - T_i^n. \quad (2.6)$$

**Полный и независимый резервы**, являются основными резервами времени работ.

Равенство нулю полного резерва времени работы является необходимым и достаточным признаком того, что данная работа – **критическая**.

Независимый резерв времени может быть равен нулю и у некритических работ. Отрицательный независимый резерв времени означает следующее: если при позднем сроке свершения начального события этой работы увеличить ее продолжительность на величину модуля свободного резерва, то все работы, лежащие на максимальном пути, соединяющем конечное событие этой работы с завершающим, придется начать с опозданием на величину модуля свободного резерва по сравнению с их ранними сроками.

Частные резервы времени представляют собой часть полного резерва и образуются у работ, имеющих общее начальное или конечно событие и не находящихся на максимальном пути этого события:

**I вида** – у работ, непосредственно следующих за общим начальным событием;

**II вида** – у работ, непосредственно предшествующих общему конечному событию.

**Частный резерв I вида (аварийный)**  $R_{ij}^I$  – время, на которое можно увеличить продолжительность работы или задержать ее выполнение при условии, что начальное и конечное события работы свершаются в поздние сроки:

$$R_{ij}^I = T_j^n - T_i^n - t_{ij}. \quad (2.7)$$

**Частный резерв II вида (свободный)**  $R_{ij}^{II}$  – время, на которое можно увеличить продолжительность работы или задержать ее выполнение при условии, что начальное и конечное события работы свершаются в ранние сроки:

$$R_{ij}^{II} = T_j^p - T_i^p - t_{ij}. \quad (2.8)$$

Для всех работ

$$R_{ij}^n \geq R_{ij}^I \geq R_{ij}^n; \quad (2.9)$$

$$R_{ij}^n \geq R_{ij}^{II} \geq R_{ij}^n, \quad (2.10)$$

т.е. частные резервы I и II видов больше или равны независимым временам этих работ.

Независимый резерв времени работы  $R_{ij}^n$  может быть определен также по уравнениям

$$R_{ij}^n = R_{ij}^I + R_{ij}^{II} - R_{ij}^n; \quad (2.11)$$

$$R_{ij}^n = R_{ij}^I - R_j; \quad (2.12)$$

$$R_{ij}^n = R_{ij}^{II} - R_i. \quad (2.13)$$

За счет имеющихся резервов времени можно при необходимости увеличить или уменьшить интенсивность использования ресурсов, сдвигать их потребление во времени или добиваться равномерного использования.

Расчет параметров сетевого графика представлен на рисунке 2.6.

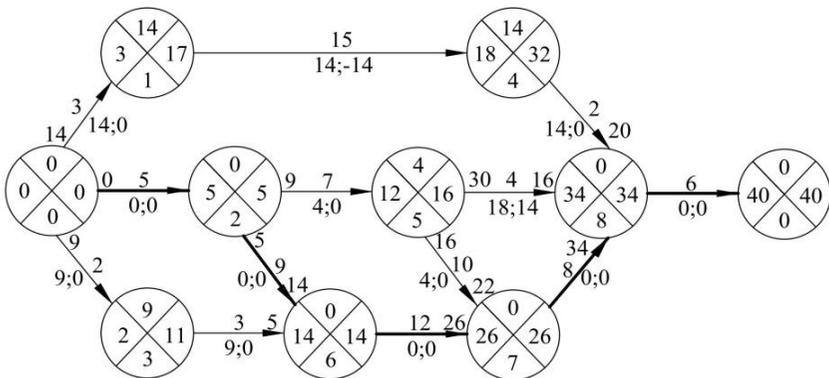


Рисунок 2.6 – Пример расчета параметров сети графическим методом

### 3 ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ НА ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦИКЛ ВИДА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ, ВЕЛИЧИНЫ ИЗГОТАВЛИВАЕМОЙ И ПЕРЕДАТОЧНОЙ ПАРТИЙ ИЗДЕЛИЙ

- Цель работы:**
- 1 Изучить методику построения графика производственного цикла при различных видах перемещения изготавливаемой партии изделий.
  - 2 Исследовать влияние величины изготавливаемой и передаточной партий изделий на производственный цикл.

#### Основные сведения

**Производственный цикл** характеризует общий технический и организационный уровни производства предприятия, а также является важнейшим параметром организации производственного процесса во времени.

Производственный цикл зависит от совершенства техники и прогрессивности применяемой технологии производства (рабочий период) и от рациональной организации производственного процесса, влияющей на перерывы, степень его уплотнения и параллельности.

**Продолжительность производственного цикла** – интервал времени от начала до окончания производственного процесса изготовления или ремонта изделия или партии деталей, сборочных единиц.

Различают **одно- и многооперационные** производственные процессы. Величина однооперационного цикла процесса изготовления партии изделий

$$T_{ц}^{одн} = nt_{шт} + t_{пз} = nt_{шк}, \quad (3.1)$$

где  $n$ —величина производственной партии изделий;

$t_{шт}$  – штучное время выполнения операции;

$t_{пз}$ —подготовительно-заключительное время операции;

$t_{шк}$ —штучно-калькуляционное время операции,

$$t_{шк} = \frac{nt_{шт}}{n} + \frac{t_{пз}}{n} = t_{шт} + \frac{t_{пз}}{n}. \quad (3.2)$$

**Производственная партия** представляет собой предметы труда одного наименования и типоразмера, запускаемые в производство в течение определенного интервала времени при одном и том же подготовительно-заключительном времени на операцию.

Если производственный процесс происходит на параллельных рабочих местах (однотипном одновременно работающем оборудовании), то его величина

$$T_{ц}^{одн} = \frac{nt_{шк}}{c}, \quad (3.3)$$

где  $c$ —число параллельных рабочих мест или единиц однотипного оборудования.

В производственных условиях чаще встречаются многооперационные процессы, при определении производственного цикла которых необходимо учитывать степень одновременности работы на операциях и порядок передачи предметов труда с одной операции на другую. Эта работа выполняется, как правило, технологами.

Характер перемещения предметов труда в производственном процессе является важным фактором, определяющим величину производственного цикла.

В зависимости от возможностей и целей, которые ставятся при организации многооперационного производственного процесса, могут быть применены следующие виды перемещения производственной партии предметов труда: **последовательный, параллельно-последовательный, параллельный и непрерывно-поточный**.

Научная теория организации производственного процесса во времени, в том числе видов перемещения партии предметов труда по операциям, разработана в 30-е годы XX века профессором Ленинградского политехнического института И.О. Непорентом (1886-1966).

Исходные данные для построения графиков производственного цикла

при различных видах перемещения изготавливаемой партии изделий приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета практической работы № 3

Вариант	$n$ ,шт	$c$	$p$ ,шт	$t_1$ , мин	$t_2$ ,мин	$t_3$ ,мин	$t_4$ ,мин	$t_5$ ,мин	$t_{MO}$ ,мин
1	12	1	2	4	2	8	10	4	3
2	12	1	3	2	8	10	4	4	2
3	12	1	4	8	10	4	4	2	1
4	12	1	2	3	9	6	12	3	3
5	12	1	3	9	6	12	3	3	2
6	12	1	4	6	12	3	3	9	1
7	12	1	2	4	8	2	4	10	3
8	12	1	3	8	2	4	10	4	2
9	12	1	4	2	4	2	4	10	1
10	12	1	2	6	9	3	12	3	3
11	12	1	3	9	3	12	3	6	2
12	12	1	4	3	12	3	6	9	1
13	12	1	2	6	4	10	4	8	3
14	12	1	3	4	10	4	8	6	2
15	12	1	4	10	4	8	6	4	1
16	12	1	2	9	3	12	6	3	3
17	12	1	3	3	12	6	3	9	2
18	12	1	4	12	6	3	9	3	1
19	12	1	2	10	4	8	4	2	3
20	12	1	3	4	8	4	2	10	2
21	12	1	4	8	4	2	10	4	1
22	12	1	2	4	2	6	8	4	3
23	12	1	3	2	6	8	4	4	2
24	12	1	4	6	8	4	4	2	1
25	12	1	2	9	6	3	6	3	3
26	12	1	3	6	3	6	3	9	2
27	12	1	4	3	6	3	9	6	1
28	12	1	2	8	4	2	6	4	3
29	12	1	3	4	2	6	4	8	2
30	12	1	4	2	6	4	8	4	1

### Пример выполнения работы

#### Исходные данные

- 1 Величина партии изготавливаемых изделий  $n = 12$  шт.
- 2 Число рабочих мест на каждой операции (кроме непрерывно-поточного вида перемещения)  $c = 1$ .
- 3 Величина передаточной партии  $p = 4$  шт.

4 Нормы времени на изготовление одного изделия по операциям, мин:  
 $t_1 = 3; t_2 = 9; t_3 = 6; t_4 = 12; t_5 = 3$ .

5 Время межоперационного перемещения  $t_{\text{мо}} = 3$  мин.

### Порядок выполнения работы

1 Построить графики перемещения изготавливаемой партии изделий (рисунки 3.1 – 3.4).

1.1 При **последовательном** виде перемещения сохраняется непрерывность изготовления или ремонта всей партии изделий на каждой операции. Передача на последующую операцию осуществляется только после изготовления последнего изделия партии на предшествующей операции. Поэтому лишь одно изделие из партии изготавливается непрерывно (см. рисунок 3.1).

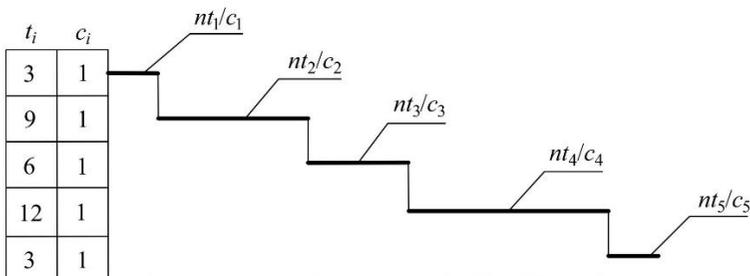


Рисунок 3.1 – График организации производственного процесса при последовательном виде перемещения изготавливаемой партии изделий

Данный вид перемещения имеет перерывы партионности на всех операциях. Используется в единичном и мелкосерийном производствах при небольшом количестве операций и малой величине изготавливаемых партий изделий, когда перерывы партионности не могут существенно повлиять на производственный цикл.

Продолжительность цикла при данном виде перемещения

$$T_{\text{посл}} = n \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{мо}i}; \quad (3.4)$$

$$T_{\text{посл}} = 12 \cdot (9 + 3 + 12 + 6 + 3) + 4 \cdot 3 = 408 \text{ мин.}$$

1.2 При **параллельно-последовательном** виде перемещения изготавливаемой партии изделия с операции на операцию перемещаются передаточ-

ные партиями.

Сохраняется непрерывность изготовления всей партии изделий на каждой операции при частичном совмещении времени выполнения смежных операций (см. рисунок 3.2).

С короткой операции на длинную передаточная партия перемещается **сразу по ее готовности**. При передаче с длинной операции на короткую для сохранения непрерывности изготовления на короткой операции последняя передаточная партия передается сразу по ее готовности на длинной операции. Время исполнения остальных передаточных партий откладывается влево от момента этой передачи.

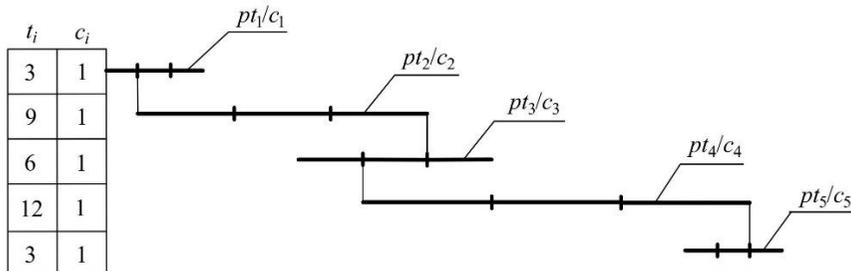


Рисунок 3.2 – График организации производственного процесса при параллельно-последовательном виде перемещения изготавливаемой партии изделий

Данный вид перемещения, как и предыдущий, имеет **перерывы партионности**, только меньшей продолжительности, и используется для больших величин изготавливаемых партий изделий с большой трудоемкостью. На практике **встречаются наиболее часто**.

Продолжительность цикла при этом виде перемещения

$$T_{\text{пп}} = n \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i} + (n-p) \sum_{i=1}^5 \left( \frac{t_i}{c_i} \right)_{\text{коп}} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{мо}i}; \quad (3.5)$$

$$T_{\text{пп}} = 12 \cdot 33 - (12 - 4)(3 + 6 + 6 + 3) + 4 \cdot 3 = 264 \text{ мин.}$$

1.3 При **параллельном** виде перемещения изготавливаемой партии изделия каждой передаточной партии изготавливаются непрерывно и перемещаются на последующую операцию по готовности на предшествующей (см. рисунок 3.3).

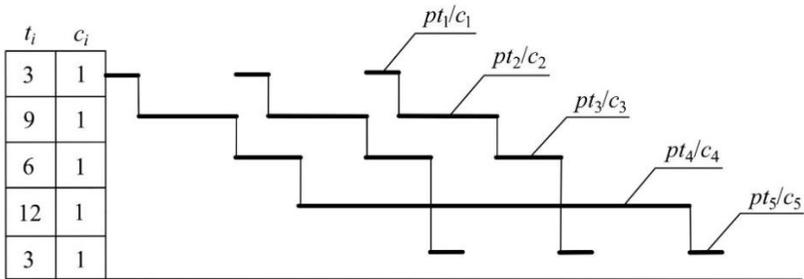


Рисунок 3.3 – График организации производственного процесса при параллельном виде перемещения изготавливаемой партии изделий

Недостатком являются **перерывы ожидания** почти на всех операциях из-за их неодинаковой продолжительности. Эти перерывы заполняются обслуживанием рабочими нескольких рабочих мест (например, многостаночное обслуживание в машиностроении, текстильной промышленности). Однако загрузка оборудования даже в этом случае остается неполной. Используются в массовом и крупносерийном производствах.

Продолжительность цикла при этом виде перемещения

$$T_{\text{пар}} = p \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i} + (n - p) \left( \frac{t_i}{c_i} \right)_{\text{дл}} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{моi}}; \quad (3.6)$$

$$T_{\text{пар}} = 4 \cdot (3 + 9 + 6 + 12 + 3) + (12 - 4) \cdot 12 + 4 \cdot 3 = 240 \text{ мин.}$$

**1.4 Непрерывно-поточный** вид перемещения изготавливаемой партии изделий является частным случаем и высшей формой параллельного вида перемещения, при которой время выполнения всех операций согласовано с **партийным тактом** (например, за счет регулирования числа рабочих мест на операциях – см. рисунок 3.4).

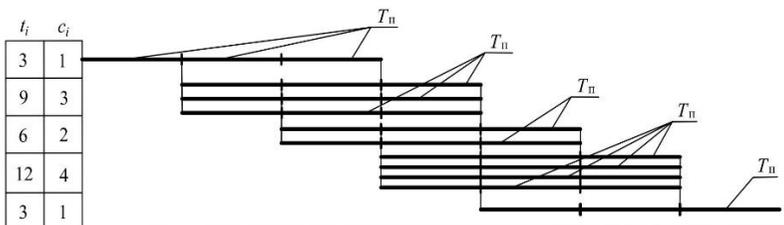


Рисунок 3.4 – График организации производственного процесса при непрерывно-поточном виде перемещения изготавливаемой партии изделий

Число рабочих мест на операциях находят, используя наибольший общий делитель времени выполнения всех операций.

Партионный такт

$$T_{\text{п}} = p \frac{t_1}{c_1} = p \frac{t_2}{c_2} = p \frac{t_3}{c_{31}} = p \frac{t_4}{c_4} = p \frac{t_5}{c_5}; \quad (3.7)$$

$$T_{\text{п}} = 4 \cdot \frac{3}{1} = 4 \cdot \frac{9}{3} = 4 \cdot \frac{6}{2} = 4 \cdot \frac{12}{4} = 4 \cdot \frac{3}{1} = 12 \text{ мин/партию.}$$

Производственный цикл при этом виде перемещения

$$T_{\text{пп}} = \frac{n}{p} \cdot T_{\text{п}} + (m-1) \cdot T_{\text{п}} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{мо}i}; \quad (3.8)$$

$$T_{\text{пп}} = \frac{12}{4} \cdot 12 + (5-1) \cdot 12 + 4 \cdot 3 = 36 + 48 + 12 = 96 \text{ мин.}$$

Этот вид используется в массовом, а также крупносерийном производствах при большом объеме выпуска изделий. Его **достоинства** – полные непрерывность и синхронность процесса, а также загрузка рабочих; **недостаток** – трудность синхронизации операций процесса.

2 Оценить изменения производственного цикла при различных видах перемещения изготавливаемой партии изделий, приняв за 100% производственный цикл при последовательном виде перемещения (рисунок 3.5):

- последовательный  $T_{\text{посл}} = 408 \text{ мин (100\%)}$ ;
- параллельно-последовательный  $T_{\text{пп}} = 264 \text{ мин (64,71 \%)}$ ;
- параллельный  $T_{\text{пар}} = 240 \text{ мин (58,82 \%)}$ ;
- непрерывно-поточный  $T_{\text{пт}} = 96 \text{ мин (23,5\%)}$ .

Уметь объяснить результаты

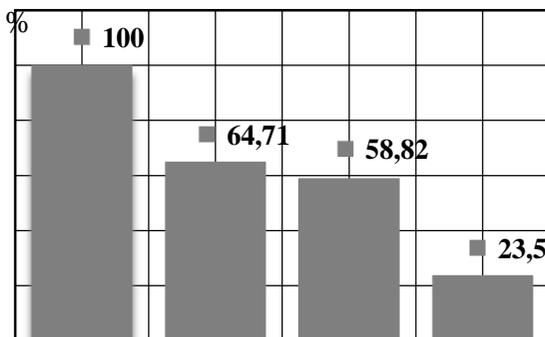


Рисунок 3.5 – Производственный цикл при различных видах перемещения изготавливаемой партии изделий

3 Установить, при каком виде перемещения производственный цикл изменяется более интенсивно, если увеличить первоначальное значение изготавливаемой партии изделий **двух- и трехкратно**. Построить графики зависимости  $T_{п} = f(n)$ , используя исходные и вновь полученные данные.

Результаты расчета по п.3 представлены в таблице 3.2, а полученные зависимости – на рисунке 3.6.

Таблица 3.2 – Результаты расчета производственного цикла в зависимости от числа изделий в изготавливаемой партии

n	Величина производственного цикла при перемещении			
	последовательном	параллельно-последовательном	параллельном	непрерывно-поточном
12	408	264	240	96
24	804	444	384	132
36	1200	624	528	168

4 Установить, для какого из рассмотренных видов перемещения коэффициент параллельности (одновременности) выполнения операций изменяется более интенсивно. Для этого, выполнив соответствующие расчеты при  $n = 12; 24; 36$ , построить графики зависимости  $\alpha = f(n)$ .

Результаты расчета по п.4 представлены в таблице 3.3, а полученные зависимости – на рисунке 3.7.

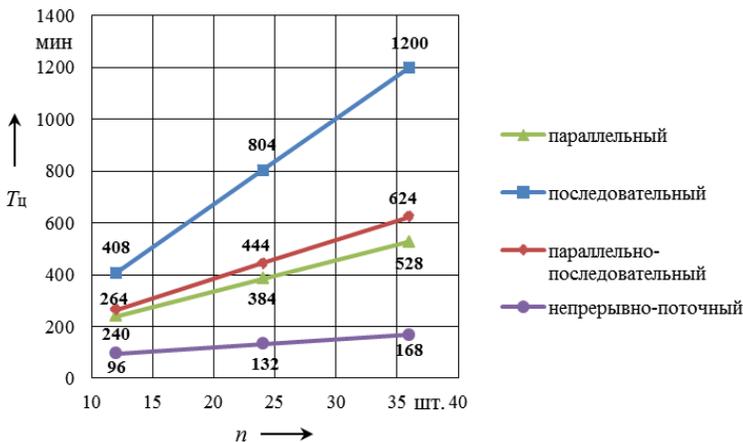


Рисунок 3.6 – Зависимость производственного цикла  $T_{ц}$  от числа изделий в изготавливаемой партии  $n$

Таблица 3.3 – Результаты расчета зависимости коэффициента параллельности  $\alpha$  от числа изделий в изготавливаемой партии

n	Величина производственного цикла при перемещении			
	последовательном	параллельно-последовательном	параллельном	непрерывно-поточном
12	0,971	1,500	1,650	4,125
24	0,985	1,784	2,063	6,000
36	0,990	1,904	2,250	7,071

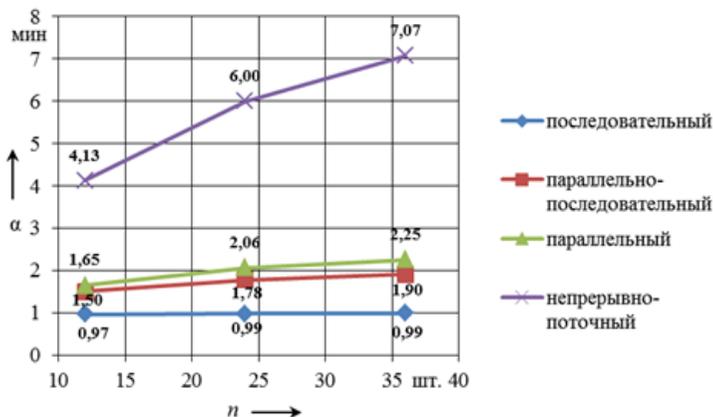


Рисунок 3.7 – Зависимость производственного цикла  $T_{ц}$  от величины передаточной партии  $p$  при различных  $n$

5 Определить производственный цикл при параллельно-последовательном виде перемещения, уменьшив на одну минуту продолжительность самой длинной операции. Выполнить такой же расчет при уменьшении на одну минуту самой короткой операции. Установить, как такое уменьшение влияет на производственный цикл и в каком случае это влияние более существенно.

Производственный цикл при уменьшенной на одну минуту продолжительности самой длинной операции (т.е. при  $t_1 = 3$  мин,  $t_2 = 9$  мин,  $t_3 = 6$  мин,  $t_4 = 11$  мин,  $t_5 = 3$  мин).

$$T_{\text{пп}} = n \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i} + (n-p) \sum_{i=1}^5 \left( \frac{t_i}{c_i} \right)_{\text{кор}} + \sum_{i=1}^4 t_{\text{мо}i}; \quad (3.9)$$

$$T_{\text{пп}} = 12 \cdot (3 + 9 + 6 + 11 + 3) - (12 - 4)(3 + 6 + 6 + 3) + 4 \cdot 3 = 252 \text{ мин.}$$

Производственный цикл при уменьшенной на одну минуту продолжительности самой короткой операции (т.е. при  $t_1 = 2$  мин,  $t_2 = 9$  мин,  $t_3 = 6$  мин,  $t_4 = 12$  мин,  $t_5 = 3$  мин).

$$T_{\text{min}} = 12 \cdot (2 + 9 + 6 + 12 + 3) - (12 - 4)(2 + 6 + 6 + 3) + 4 \cdot 3 = 260 \text{ мин.}$$

Как видно из расчетов, сокращение длинной операции более эффективно.

6 Определить для исходных данных влияние ранжирования последовательности выполнения операций на коэффициент параллельности  $\alpha$  при параллельно-последовательном виде перемещения, выполнив ранжирование по убыванию (или возрастанию) времени операций и по чередованию наиболее длинных и коротких операций. При каком ранжировании операций коэффициент  $\alpha$  имеет минимальное и максимальное значения.

Производственный цикл при ранжировании по возрастанию времени операций (т.е. при  $t_1 = 3$  мин,  $t_5 = 3$  мин,  $t_3 = 6$  мин,  $t_2 = 9$  мин,  $t_4 = 12$  мин).

$$T_{\text{min}} = 12 \cdot (9 + 3 + 12 + 6 + 3) - (12 - 4)(3 + 3 + 6 + 9) + 4 \cdot 3 = 240 \text{ мин.}$$

$$\alpha = \frac{n}{T_{\text{min}}} \sum_{i=1}^5 \frac{t_i}{c_i}; \quad (3.10)$$

$$\alpha = \frac{12}{240} \cdot 33 = 1,65.$$

Производственный цикл при ранжировании по чередованию времени длинных и коротких операций (при  $t_4 = 12$  мин,  $t_1 = 3$  мин,  $t_2 = 9$  мин,  $t_5 = 3$  мин,  $t_3 = 6$  мин).

$$T_{\text{min}} = 12 \cdot (9 + 3 + 12 + 6 + 3) - (12 - 4)(3 + 3 + 3 + 3) + 4 \cdot 3 = 312 \text{ мин.}$$

$$\alpha = \frac{12}{312} \cdot 33 = 1,27.$$

Согласно полученным результатам, целесообразнее ранжировать операции по возрастанию (или убыванию) их времени.

7 Установить влияние величины передаточной партии ( $p = 2$  или  $3, 4, 6$ ) на производственный цикл при параллельно-последовательном виде перемещения изготавливаемой партии изделий. Для этого построить зависимости  $T_{\text{ц}} = f(p)$  для исходной величины изготавливаемой партии изделий и ее двух- и трехкратного увеличения.

Результаты расчета по п. 10 представлены в таблице 3.4, а графические зависимости – на рисунке 3.8.

Таблица 3.4 – Результаты расчета зависимости производственного цикла от величины передаточной партии  $p$  при различных  $n$

$n$	Величина производственного цикла при перемещении		
	$p = 2$	$p = 4$	$p = 6$
12	228	264	300
24	408	444	480
36	588	624	660

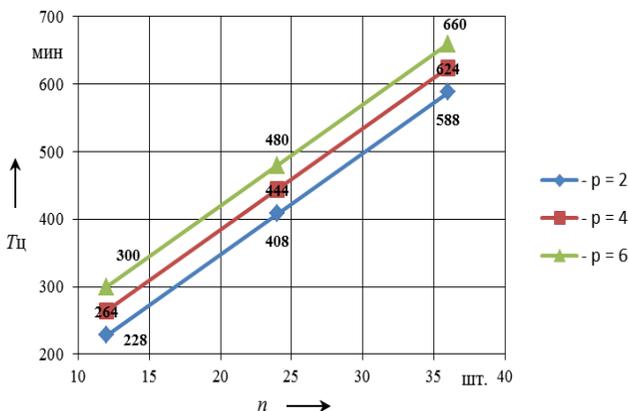


Рисунок 3.8 – Зависимость коэффициента параллельности  $\alpha$  от числа изделий в изготавливаемой партии  $n$

#### 4 РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ПРЕДМЕТНО-ЗАМКНУТОГО УЧАСТКА ПРЕДПРИЯТИЯ

**Цель работы.** Изучить методику оптимизации расположения оборудования на производственном участке по критерию минимальных затрат на перемещение деталей по рабочим местам.

##### Основные сведения

Оборудование размещают согласно принципам рациональной планировки рабочих мест, участков, цехов по ходу технологического процесса. Это характерно для одноменклатурного производства.

При рациональной организации перемещения предметов труда в производственном процессе по рабочим местам необходимо соблюдать следующие принципы:

- строгую последовательность по ходу технологического процесса;
- кратчайший транспортный путь и отсутствие возвратных и встречных перемещений;
- наименьшую длину инженерно-технических коммуникаций;
- компактность планировки и хорошее использование производственной площади;
- соблюдение требований безопасности, промышленной санитарии, пожарной безопасности;
- удобные подходы ко всем рабочим местам, оборудованию, коммуникациям предприятия;
- наличие на рабочих местах всего необходимого для удобного и непрерывного выполнения работ.

В многономенклатурном производстве при поиске оптимального варианта размещения оборудования необходимо учитывать последовательность выполнения технологических операций всех деталей, сборочных единиц или изделий производственной программы, их количество и массу.

Суммарный грузооборот на участке при  $j$ -м расположении станков

$$Q_j = l_{ij} \sum_{i=1}^m n_i q_i, \quad (4.1)$$

где  $l_{ij}$  – общая длина транспортного пути за весь производственный цикл  $i$ -й детали при  $j$ -м варианте размещения оборудования, м;

$n_i$  – объем выпуска деталей  $i$ -го наименования, шт.;

$q_i$  – масса  $i$ -й детали, кг.

Исходные данные для разработки оптимального размещения оборудования предметно-замкнутого участка предприятия по критерию минимальных затрат на перемещение деталей по рабочим местам приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

**Таблица 4.1 – Исходные данные для расчета практической работы № 4**

Вариант	Номера деталей	Вариант	Номера деталей	Вариант	Номера деталей
1	1,3, 5,7	11	6, 8, 10, 12	21	14, 15, 19, 20
2	2,4, 6, 8	12	5,7,9, 10	22	15, 16, 18, 22
3	7, 9, 11, 12	13	1, 2, 3, 4	23	18, 19, 20, 24
4	8, 9, 10, 11	14	3, 4, 5, 6	24	15, 16, 19, 22
5	1,2,4, 5	15	2, 3, 8, 10	25	14, 16, 17, 18
6	2, 3, 7, 8	16	13, 15, 17, 19	26	18, 20, 22, 23
7	3, 4, 6, 10	17	14, 16, 18, 20	27	17, 19, 21, 22
8	6, 7, 8, 12	18	19, 21, 23, 24	28	13, 14, 15, 16
9	3,4,7,10	19	20, 21, 22, 23	29	15, 16, 17, 18
10	2, 4, 5, 6	20	13, 14, 16, 17	30	14, 15, 20, 22

**Таблица 4.2 – Организационно-технические параметры деталей**

Номер детали	Объем выпуска, шт	Масса детали, кг	Маршрут обработки деталей
1	650	4	Ф-Т-III-Р
2	1000	6	С-Р-Ф-Т
3	800	2	Ф-Т-Р-С-III
4	200	11	Т-Р-С-III
5	100	8	С-Ф-Т-Р
6	300	3	Ф-III-С-Р
7	250	4	Т-Р-Ф-С-III
8	200	5	Т-С-Р-Ф
9	100	14	С-Р-Т-III
10	100	20	Ф-Т-Р-С
11	200	15	Р-С-Ф-III
12	500	10	Р-Ф-С-III
13	700	3	Ф-Т-III-С
14	420	20	С-Р-Ф-Т
15	100	35	Ф-Т-Р-С-III
16	1050	2	Т-Р-С-Ф
17	300	4	С-Ф-Т-Р
18	250	2	Ф-III-С-Р
19	120	8	Т-Р-Ф-С-III
20	350	5	Т-С-Р-Ф
21	150	22	С-Р-Т-III
22	70	30	Ф-Т-Р-С
23	500	10	Р-С-Ф-III
24	300	15	Р-ф-С-III

### Пример выполнения работы

#### Исходные данные

1 Исходные данные для выполнения работы представлены в таблице 4.3.

**Таблица 4.3 – Исходные данные**

Номер детали $m_i$	Объем выпуска $n_i$ , шт.	Масса детали $q_i$ , кг	Общая масса партии $Q_i$ , кг	Маршрут обработки
5	100	8	800	С-Ф-Т-Р
7	250	4	1000	Т-Р-Ф-С-III
9	100	14	1400	С-3-Т-III
10	100	20	2000	Ф-Т-Р

2 Размещение станков на участке – прямолинейное.

3 Разрыв между станками – 1 м. Длиной станков пренебречь.

## Порядок выполнения работы

1 Принимаем первоначальное размещение станков, охватывающее все маршруты обработки, и строим для него матрицу расстояний между станками (таблица 4.4).

**Таблица 4.4 – Матрица расстояний между станками**

Станки	С	Ф	Т	Р	Ш
С		1	2	3	4
Ф	1		1	2	3
Т	2	1		1	2
Р	3	2	1		1
Ш	4	3	2	1	

2 В соответствии с технологическим процессом изготовления деталей строим матрицу шахматной ведомости перемещаемых грузов (от питающих рабочих мест к потребляющим) (таблица 4.5).

**Таблица 4.5 – Матрица перемещаемых грузов**

Питающие места	Потребляющие места				
	С	Ф	Т	Р	Ш
С		800	0	1400	1000
Ф	1000		2800	0	0
Т	0	0		3800	1400
Р	0	1000	1400		0
Ш	0	0	0	0	

Обозначения столбцов и строк матрицы соответствует первоначальной последовательности размещения оборудования на участке. В клетках этой матрицы указываем общую массу деталей, перемещаемых от одного станка к другому.

3 Суммарный грузооборот на участке при исходном расположении станков определяется как произведение одноименных клеток матриц расстояний и грузооборота:

$$Q_j = 800 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 1400 \cdot 3 + 1000 \cdot 4 + 1000 \cdot 1 + 2800 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 3800 \cdot 1 + 1400 \cdot 2 + 0 \cdot 3 + 1000 \cdot 2 + 1400 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 4 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1 = 23800 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

4 Определяем суммарный грузооборот при ином размещении оборудования. Для получения лучшего варианта нужно более массивные грузы располагать ближе к диагонали, а худшего – дальше от нее.

Для сравнения получим худший вариант (таблица 4.6).

Таблица 4.6– Матрица перемещаемых грузов (худший вариант)

Питающие места	Потребляющие места				
	С	Ф	Т	Р	Ш
С		0	1400	0	3800
Ф	0		1000	800	1400
Т	0	0		0	0
Р	2800	1000	0		0
Ш	1400	0	0	1000	

5 Грузооборот при худшем варианте

$$Q_j = 0 \cdot 1 + 1400 \cdot 2 + 0 \cdot 3 + 3800 \cdot 4 + 0 \cdot 1 + 1000 \cdot 1 + 800 \cdot 2 + 1400 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 2 + 2800 \cdot 3 + 1000 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 1400 \cdot 4 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 2 + 1000 \cdot 1 = 41800 \text{ кг} \cdot \text{м}.$$

т.е. отличается на  $\frac{41800 - 23800}{23800} \cdot 100 = 75,63\%$  по сравнению с первоначальным вариантом.

## 5 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ЗАМЕНЫ ОБОРУДОВАНИЯ ЦЕХА

**Цель работы.** Изучить методику использования динамического программирования для решения различных задач организации производства.

### Основные сведения

Принцип динамического программирования основан на очевидном правиле: «Каждый отрезок оптимальной траектории есть оптимальная траектория между своими концами».

Процесс принятия решения в этом случае является многошаговым. Полученные на предшествующем шаге  $k-1$  результаты вводятся в соответствующее уравнение  $k$ -го шага. Таким образом, оптимизационная задача разбивается на отдельные этапы, каждый из которых решается самостоятельно. Сложная задача со многими переменными сводится ко многим задачам с малым числом или даже одной переменной. Это значительно сокращает объем вычислений, ускоряет процесс принятия управленческого решения.

Метод применяется в основном для решения задач двух классов:

- планирование деятельности предприятия (или его подразделений) с учетом изменения объема выпуска продукции во времени;
- распределение ресурсов по различным направлениям во времени.

Исходные данные для расчета приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1– Исходные данные для расчета практической работы № 5

$\tau$	Показатель	Номер варианта																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
0	$R(\tau)$	55	60	65	70	45	52	58	62	67	47	72	46	67	64	57	50	59	64	69	74	49	56	62	66	71	51	76	50	71	68
	$z(\tau)$	20	25	30	35	15	17	28	27	38	12	38	12	33	30	23	15	24	29	34	39	19	21	32	31	42	16	42	16	37	34
1	$R(\tau)$	55	60	65	70	45	52	58	62	67	47	72	46	67	64	57	50	52	57	62	67	42	49	55	59	64	44	69	43	64	61
	$z(\tau)$	21	26	31	36	16	18	30	28	40	13	39	13	34	31	24	16	18	23	28	33	13	15	27	25	37	10	36	10	31	28
2	$R(\tau)$	53	58	63	68	43	50	56	60	65	45	70	43	64	60	54	48	48	53	58	63	38	45	51	55	60	40	65	38	59	55
	$z(\tau)$	23	28	33	38	18	20	32	30	42	15	40	14	36	33	26	18	18	23	28	33	13	15	27	25	37	10	35	9	31	28
3	$R(\tau)$	50	55	60	65	40	47	53	57	62	42	68	39	61	56	51	45	52	57	62	67	42	49	55	59	64	44	70	41	63	58
	$z(\tau)$	25	30	35	40	20	22	34	32	44	17	42	16	38	35	28	17	27	32	37	42	22	24	36	34	46	19	44	18	40	37
4	$R(\tau)$	47	52	57	62	37	44	50	54	59	39	64	35	58	52	48	42	52	57	62	67	42	49	55	59	64	44	69	40	63	57
	$z(\tau)$	27	32	37	42	23	24	36	34	46	19	45	18	40	37	31	22	32	37	42	47	28	29	41	39	51	24	50	23	45	42
5	$R(\tau)$	45	50	55	60	35	42	48	52	57	37	60	30	54	48	45	40	41	46	51	56	31	38	44	48	53	33	56	26	50	44
	$z(\tau)$	29	34	39	44	24	26	38	46	48	21	48	20	43	39	34	24	25	30	35	40	20	22	34	42	44	17	44	16	39	35
6	$R(\tau)$	40	45	50	55	30	37	43	47	52	32	58	25	50	44	42	35	41	46	51	56	31	38	44	48	53	33	59	26	51	45
	$z(\tau)$	30	35	40	45	25	27	39	37	50	22	51	22	46	41	37	25	31	36	41	46	26	28	40	38	51	23	52	23	47	42
P		24	29	34	39	16	21	27	31	34	16	34	16	36	31	28	19	28	33	38	43	20	25	31	35	38	20	38	20	40	35

где  $R(\tau)$  – выпуск продукции;

$z(\tau)$  – затраты на содержание и ремонт оборудования;

P –затраты на приобретение и установку нового оборудования.

Недостатком метода является отсутствие единого универсального метода решения и большая трудоемкость решения многошаговых задач.

### Пример выполнения работы

#### Исходные данные

1 В цеху установлено вновь приобретенное оборудование. Стоимостная зависимость выпуска продукции на этом оборудовании, а также затрат на его содержание и ремонт от времени эксплуатации представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Стоимостные показатели эксплуатации оборудования

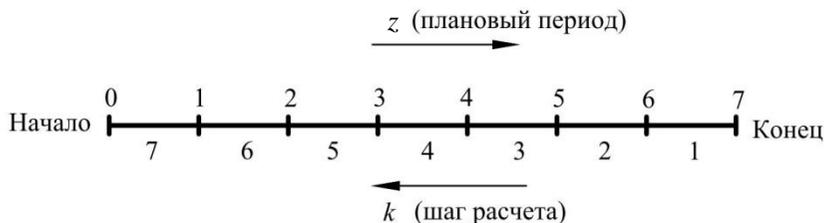
Показатели эксплуатации	Время использования оборудования $\tau$ , месяцы						
	0	1	2	3	4	5	6
Стоимость выпуска продукции по месяцам $R(\tau)$	52	52	50	47	44	42	37
Затраты на содержание и ремонт оборудования по месяцам $z(\tau)$	17	18	20	22	24	26	27
Затраты на потребление и установку нового оборудования $P = 21$							

2 Составить план замены оборудования, при котором прибыль  $F$  за плановый период эксплуатации  $\tau = 7$  месяцев будет максимальной:

$$F = \sum_{i=1}^{\tau} [R(\tau) - z(\tau)] = \max. \quad (5.1)$$

#### Порядок выполнения работы

1 Составим схему решения задачи:



$$F_k(\tau) = \max \left\{ \begin{array}{l} R(\tau) - z(\tau) + F_{k-1}(\tau + 1) \\ R(0) - z(0) - P + F_{k-1}(1) \end{array} \right\}. \quad (5.2)$$

Если из двух значений большее получено по первому уравнению, то оборудование сохраняется (с.), если по второму – то производится его замена (з.).

2 Рассмотрим все варианты получения прибыли при различных значениях  $\tau$ .  
При  $k = 1$  (в последний месяц планового периода):

$$\tau = 1 \quad F_1(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 0 = 34 \\ 52 - 17 - 21 + 0 = 14 \end{array} \right\} = 34\text{с.},$$

$$\tau = 2 \quad F_1(2) = \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 0 = 30 \\ 52 - 17 - 21 + 0 = 14 \end{array} \right\} = 30\text{с.},$$

$$\tau = 3 \quad F_1(3) = \max \left\{ \begin{array}{l} 47 - 22 + 0 = 25 \\ 52 - 17 - 21 + 0 = 14 \end{array} \right\} = 25\text{с.},$$

$$\tau = 4 \quad F_1(4) = \max \left\{ \begin{array}{l} 44 - 24 + 0 = 20 \\ 52 - 17 - 21 + 0 = 14 \end{array} \right\} = 20\text{с.},$$

$$\tau = 5 \quad F_1(5) = \max \left\{ \begin{array}{l} 42 - 26 + 0 = 16 \\ 52 - 17 - 21 + 0 = 14 \end{array} \right\} = 16\text{с.},$$

$$\tau = 6 \quad F_1(6) = \max \left\{ \begin{array}{l} 37 - 27 + 0 = 10 \\ 52 - 17 - 21 + 0 = 14 \end{array} \right\} = 14\text{з.}$$

При  $k = 2$  (в последних два месяца):

$$\tau = 1 \quad F_2(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 30 = 64 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 64\text{с.},$$

$$\tau = 2 \quad F_2(2) = \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 25 = 55 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 55\text{с.},$$

$$\tau = 3 \quad F_2(3) = \max \left\{ \begin{array}{l} 47 - 22 + 20 = 45 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 48з.,$$

$$\tau = 4 \quad F_2(4) = \max \left\{ \begin{array}{l} 44 - 24 + 16 = 36 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 48з.,$$

$$\tau = 5 \quad F_2(5) = \max \left\{ \begin{array}{l} 42 - 26 + 14 = 30 \\ 52 - 17 - 21 + 34 = 48 \end{array} \right\} = 48з.$$

При  $k = 3$  (в последние три месяца):

$$\tau = 1 \quad F_3(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 55 = 89 \\ 52 - 17 - 21 + 64 = 78 \end{array} \right\} = 89с.,$$

$$\tau = 2 \quad F_3(2) = \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 48 = 78 \\ 52 - 17 - 21 + 64 = 78 \end{array} \right\} = 78с., з.,$$

$$\tau = 3 \quad F_3(3) = \max \left\{ \begin{array}{l} 47 - 22 + 48 = 73 \\ 52 - 17 - 21 + 64 = 78 \end{array} \right\} = 78з.,$$

$$\tau = 4 \quad F_3(4) = \max \left\{ \begin{array}{l} 44 - 24 + 48 = 68 \\ 52 - 17 - 21 + 64 = 78 \end{array} \right\} = 78з.$$

При  $k = 4$  (в последние четыре месяца):

$$\tau = 1 \quad F_4(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 78 = 112 \\ 52 - 17 - 21 + 89 = 103 \end{array} \right\} = 112с.,$$

$$\tau = 2 \quad F_4(2) = \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 78 = 108 \\ 52 - 17 - 21 + 89 = 103 \end{array} \right\} = 108с.,$$

$$\tau = 3 \quad F_4(3) = \max \left\{ \begin{array}{l} 47 - 22 + 78 = 103 \\ 52 - 17 - 21 + 89 = 103 \end{array} \right\} = 103 \text{с., з.}$$

При  $k = 5$  (в последние пять месяцев):

$$\tau = 1 \quad F_5(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 108 = 142 \\ 52 - 17 - 21 + 112 = 126 \end{array} \right\} = 142 \text{с.,}$$

$$\tau = 2 \quad F_5(2) = \max \left\{ \begin{array}{l} 50 - 20 + 103 = 133 \\ 52 - 17 - 21 + 112 = 126 \end{array} \right\} = 133 \text{с.}$$

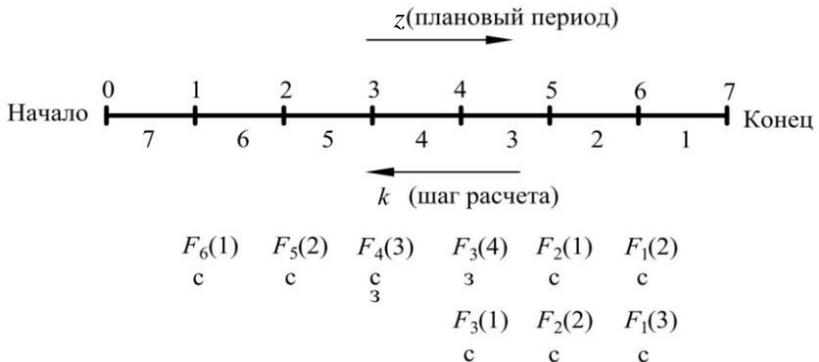
При  $k = 6$  (в последние шесть месяцев):

$$\tau = 1 \quad F_6(1) = \max \left\{ \begin{array}{l} 52 - 18 + 133 = 167 \\ 52 - 17 - 21 + 142 = 156 \end{array} \right\} = 167 \text{с.}$$

При  $k = 7$  (за весь период):

$$F_7(0) = R(0) - z(0) - P - F_6(1) = 52 - 17 - 21 + 167 = 181.$$

3 На основании расчетов устанавливаем оптимальный вариант использования оборудования:



## 6 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ЭКСПЕРТНЫХ ОЦЕНОК ДЕЛОВЫХ КАЧЕСТВ КАНДИДАТОВ ПРИ ПОДБОРЕ И ВЫДВИЖЕНИИ НА ДОЛЖНОСТЬ

**Цель работы.** Изучение научной методологии, рациональных принципов и системного подхода при подборе и выдвижении управленческих кадров.

### Основные сведения

Схема принятой модели кадровой оценки приведена на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 – Схема модели кадровой оценки

Перечень качеств **первого уровня**:

**K<sub>1</sub>** – специальные знания и практические навыки по управлению;

**K<sub>2</sub>** – умения выполнять профессиональную работу по управлению;

**K<sub>3</sub>** – нравственно-психологические качества, характеризующие способности работать с людьми и управлять самим собой.

Перечень качеств **второго уровня**:

**K<sub>11</sub>** – общая экономико-правовая и профессиональная подготовка, практический опыт и навыки в сфере управления;

**K<sub>12</sub>** – умение управлять производственными ресурсами;

**K<sub>13</sub>** – знание современных теорий управления и разрешения конфликтов;

**K<sub>14</sub>** – умение проводить деловые переговоры, совещания, прием посетителей;

- K<sub>15</sub>** – умение работать с документами;
- K<sub>21</sub>** – способность оперативно прорабатывать сложные проблемы, принимать качественные решения в условиях риска и неопределенности;
- K<sub>22</sub>** – способность формировать и развивать эффективные рабочие команды;
- K<sub>23</sub>** – умение планировать, организовывать и контролировать работу;
- K<sub>24</sub>** – умение поддерживать дисциплину;
- K<sub>25</sub>** – умение изучать и обучать подчиненных;
- K<sub>31</sub>** – порядочность, честность, надежность;
- K<sub>32</sub>** – способность управлять собой, тактичность;
- K<sub>33</sub>** – способность убеждать, влиять на окружающих;
- K<sub>34</sub>** – готовность к разумному риску и упорному труду;
- K<sub>35</sub>** – требовательность к себе и окружающим.

### **Пример выполнения работы**

#### **Исходные данные**

- 1 Вакантная должность – начальник участка ТО-2;
- 2 Кандидатуры: Шимуков М.Р., Пинчук В.А., Якушин А.В.
- 3 Эксперты третьей группы: Антонов О.П., Ивлев В.А., Березкин А.А., Петренко В.А., Сорока Д.Д.

#### **Порядок выполнения работы**

- 1 Рассчитаем коэффициент значимости качеств первого уровня:

$$a_i = \frac{1}{n_i}, \quad (6.1)$$

где  $n_i$  – число рассматриваемых качеств  $i$ -го уровня.

Примем для нашего случая  $a_1 = 0,4$ ;  $a_2 = 0,3$ ;  $a_3 = 0,3$ .

2 Каждый эксперт составляет матрицу предпочтения качеств второго уровня. На первом шаге заполняются первая строка и первый столбец в зависимости от выбранных предпочтений по первой строке. Более предпочтительному качеству отдается два балла, а менее предпочтительному – ноль баллов; при невозможности предпочтения – каждому по одному баллу. Например,  $K_{31}$ ,  $K_{32}$ ,  $K_{33}$ ,  $K_{34}$ ,  $K_{35}$  по строке и столбцу равны, поэтому имеют значение, равное единице. Все элементы матрицы относительно главной диагонали взаимно соответствуют.

В таблице 6.1 приведена матрица предпочтения качеств второго уровня, составленная экспертом третьей группы Ивлевым В.А.

Таблица 6.1 – Матрица предпочтения качеств второго уровня

Качества	K <sub>31</sub>	K <sub>32</sub>	K <sub>33</sub>	K <sub>34</sub>	K <sub>35</sub>	$\sum R_i$	$a_i = \sum (R_i/n_i^2)$	R <sub>i</sub> , ранговая оценка
K <sub>31</sub>	1	2	2	2	0	7	0,28	1
K <sub>32</sub>	0	1	2	2	2	7	0,28	1
K <sub>33</sub>	0	0	1	2	2	5	0,2	3
K <sub>34</sub>	0	0	0	1	2	3	0,12	4
K <sub>35</sub>	2	0	0	0	1	3	0,12	4

3 В таблице 6.2 дана матрица статистической обработки экспертных оценок третьей группы.

Таблица 6.2 – Матрица статистической обработки экспертных оценок третьей группы

Эксперты третьей групп <sup>ыт</sup>	Оцениваемые качества <i>n</i>					$T_i = \sum_1^L (t_c^3 - t_c)$
	K <sub>31</sub>	K <sub>32</sub>	K <sub>33</sub>	K <sub>34</sub>	K <sub>35</sub>	
	$a_i/R_i$					
Ивлев В.А.	0,28 / 1	0,28 / 1	0,20 / 3	0,12 / 4	0,12 / 4	12
Антонов О.П.	0,12 / 3	0,12 / 3	0,32 / 1	0,32 / 1	0,12 / 3	30
Березкин А.А.	0,16 / 3	0,36 / 1	0,12 / 5	0,16 / 3	0,20 / 2	6
Петренко В.А.	0,16 / 4	0,24 / 1	0,16 / 4	0,20 / 3	0,24 / 1	12
Сорока Д.Д.	0,20 / 2	0,28 / 1	0,20 / 2	0,12 / 5	0,20 / 2	24
$A_{ij} = \frac{1}{m} \sum_1^m a_i$	Усредненный коэффициент значимости качеств					$\sum_1^m T_i = 84$
	0,184	0,256	0,200	0,184	0,176	
$S_i = \sum_1^m R_i$	13	7	15	16	12	
$M[S] = \frac{1}{n} \sum_1^n S_i$	12,6					
$d_i = S_i - M[S]$	0,4	-5,6	2,4	3,4	0,6	
$\sum_1^n d_i^2$	49,2					
<i>t<sub>c</sub></i> – число связанных рангов, <i>L</i> – число групп связанных рангов, <i>m</i> – число экспертов в группе						

Коэффициент конкордации (согласованности мнений)

$$W = \frac{12 \sum_1^n d_i^2}{m^2 (n^3 - n) - m \sum_1^L T_i}, \quad (6.2)$$

$$W = \frac{12 \cdot 49,2}{5^2(5^3 - 5) - 5 \cdot 84} = 0,229.$$

Величина этого коэффициента может находиться в пределах от 0 до 1. Если  $W < 0,5$ , то эксперты признаются некомпетентными, их следует заменить и заново провести всю работу по ранжированию показателей. Если  $W > 0,5$ , мнения экспертов считаются достаточно согласованными.

4 Индивидуальную оценку качеств кандидатов на должность дает по четырехбалльной системе каждый участвующий (кроме претендентов): оценку 5 – если соответствующее качество всегда есть, 4 – если оно проявляется очень часто, 3 – если оно проявляется иногда, 2 – если такое отсутствует.

В таблице 6.3 приведена такая оценка, сделанная Ивлевым В.А.

**Таблица 6.3 – Индивидуальные оценки качеств кандидатов на должность**

Качества	K <sub>11</sub>	K <sub>12</sub>	K <sub>13</sub>	K <sub>14</sub>	K <sub>15</sub>	K <sub>21</sub>	2	K <sub>23</sub>	K <sub>24</sub>	K <sub>25</sub>	K <sub>31</sub>	K <sub>32</sub>	K <sub>33</sub>	K <sub>34</sub>	K <sub>35</sub>
	0,19	0,14	0,22	0,31	0,28	0,24	0,2	0,22	0,18	0,17	0,19	0,26	0,2	0,19	0,18
Шимуков	4	4	4	5	4	3	4	5	3	3	5	4	5	5	5
Пинчук	3	3	4	4	3	3	4	4	3	3	5	5	4	4	4
Якушин	5	5	4	5	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5

5 Общая деловая оценка кандидатов, выполненная Ивлевым В.А.

$$\text{ОДО}_i = \sum a_i \sum (A_{ij} B_{ij}), \quad (6.3)$$

где  $B_{ij}$  – индивидуальная оценка кандидата по данному качеству.

$$\begin{aligned} \text{ОДО}_{\text{ш}} &= 0,4 \cdot (0,19 \cdot 4 + 0,14 \cdot 4 + 0,22 \cdot 4 + 0,31 \cdot 5 + 0,28 \cdot 4) + 0,3 \cdot (0,24 \cdot 3 + \\ &+ 0,2 \cdot 4 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 3 + 0,17 \cdot 3) + 0,3 \cdot (0,19 \cdot 5 + 0,26 \cdot 4 + \\ &+ 0,2 \cdot 5 + 0,19 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5) = 1,948 + 1,101 + 1,452 = 4,5. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ОДО}_{\text{я}} &= 0,4 \cdot (0,19 \cdot 3 + 0,14 \cdot 3 + 0,22 \cdot 4 + 0,31 \cdot 4 + 0,28 \cdot 3) + 0,3 \cdot (0,24 \cdot 3 + \\ &+ 0,2 \cdot 4 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 3 + 0,17 \cdot 3) + 0,3 \cdot (0,19 \cdot 5 + 0,26 \cdot 5 + \\ &+ 0,2 \cdot 4 + 0,19 \cdot 5 + 0,18 \cdot 4) = 1,58 + 1,035 + 1,359 = 3,97. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ОДО}_{\text{н}} &= 0,4 \cdot (0,19 \cdot 5 + 0,14 \cdot 5 + 0,22 \cdot 4 + 0,31 \cdot 5 + 0,28 \cdot 4) + 0,3 \cdot (0,24 \cdot 4 + \\ &+ 0,2 \cdot 5 + 0,22 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5 + 0,17 \cdot 5) + 0,3 \cdot (0,19 \cdot 5 + 0,26 \cdot 5 + \\ &+ 0,2 \cdot 5 + 0,19 \cdot 5 + 0,18 \cdot 5) = 2,08 + 1,441 + 1,53 = 5,0. \end{aligned}$$

6 Средняя общая деловая оценка кандидатов определяется по частному от деления суммы оценок  $\text{ОДО}_i$  на число участвующих в опросе (таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Результаты ОДО кандидатов

Кандидаты	ОДО <sub>i</sub>										$\sum \text{ОДО}_i$	$\frac{\sum \text{ОДО}_i}{10}$
Шимуков М.Р.	4,39	3,83	3,83	4,50	3,41	4,03	3,05	3,72	3,47	3,50	37,67	3,767
Пинчук В.А	4,00	3,88	3,88	3,97	3,48	3,85	3,23	3,67	3,39	3,17	36,63	3,663
Якушин А.В.	4,07	4,09	4,09	5,0	3,96	4,47	3,23	4,34	4,60	3,50	41,44	4,144

Заключение. Наиболее подходящим кандидатом на должность является Пинчук В.А.

## 7 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩЕГО ВАРИАНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКО-ГОПРОЦЕССА

**Цель работы.** Изучить методику выбора оптимального варианта технологического процесса, с точки зрения ресурсосбережения.

### Основные сведения

Современное производство позволяет выпускать одну и ту же продукцию различными способами. Оптимальное технологическое решение находят по выбранному критерию оптимальности и результатам проведенного технико-экономического анализа. В качестве критерия оптимальности могут быть приняты:

- минимизация технологической себестоимости ремонта или изготовления деталей, сборочных единиц, изделий;
- минимальные приведенные затраты;
- максимальное использование оборудования по мощности и т.д.

Критерий минимизации себестоимости принимают при сопоставлении вариантов технологического процесса ремонта или изготовления. Если варианты технологических решений требуют дополнительных капиталовложений на приобретение оборудования или его модернизацию, проведение научно-исследовательской работы, то за критерий оптимальности принимают минимальные приведенные затраты.

При выборе решения на основе минимизации технологической себестоимости, входящие в нее затраты делятся:

- на **переменные**  $V$ , зависящие от объема выпуска (охватывают основные материалы, топливо и энергию для технологических целей, оплату труда основных производственных рабочих, эксплуатацию оборудования и инструмента);
- **постоянные**  $W$ , не зависящие от объема выпуска (охватывают оплату подготовительно-заключительного времени наладчиков, содержание и

эксплуатацию оснастки и др.).

Технологическая себестоимость годового объема выпуска

$$C_r = V + W = v\Pi + W, \quad (7.1)$$

где  $v$  – переменные расходы на единицу продукции;

$\Pi$  – годовой объем выпуска продукции данного вида.

Технологическая себестоимость единицы продукции данного вида

$$C_d = v + \frac{W}{\Pi}. \quad (7.2)$$

Таблица 7.1 – Исходные данные для расчета практической работы № 7

№	$v_1$	$v_2$	$W_1$	$W_2$
1	1	0,530	40	190
2	1	0,533	45	220
3	1	0,536	50	180
4	1	0,539	60	250
5	1	0,541	55	210
6	1	0,544	65	220
7	1	0,547	70	230
8	1	0,548	75	205
9	1	0,545	80	195
10	1	0,542	85	245
11	1	0,534	40	195
12	1	0,531	45	205
13	1	0,537	50	180
14	1	0,543	60	220
15	1	0,546	55	190
16	1	0,549	65	200
17	1	0,540	70	170
18	1	0,538	75	230
19	1	0,535	80	245
20	1	0,532	85	240

Сравнение двух вариантов технологического процесса ведут исходя из равенства годовых затрат по первому и второму вариантам:

$$v_1\Pi + W_1 = v_2\Pi + W_2. \quad (7.3)$$

Точка пересечения линии суммарных расходов или технологической себестоимости изделия соответствует равенству затрат по обоим вариантам (одинаковой экономической эффективности). Объем выпуска изделий, соответствующий этой точке, называется критическим:

$$\Pi_k = \frac{W_2 - W_1}{v_1 - v_2}. \quad (7.4)$$

Исходные данные для технико-экономического обоснования выбора ресурсосберегающего варианта технологического процесса приведены в таблицах 7.1.

### Пример выполнения работы

#### Исходные данные

$$v_1 = 1, \quad v_2 = 0,577; \quad W_1 = 50, \quad W_2 = 200.$$

#### Порядок выполнения работы

1 Определяется критический объем для исходных данных:

$$\Pi_k = \frac{W_2 - W_1}{v_1 - v_2} = \frac{200 - 50}{1 - 0,577} = 354,6.$$

2 По ранее приведенным формулам вычисляются данные (таблица 7.2), необходимые для построения графиков  $C_r = f(\Pi)$ ,  $C_d = f(\Pi)$ .

Таблица 7.2 – Результаты расчета искомых величин

$\Pi_k$	$C_{r1}$	$C_{r2}$	$C_{d1}$	$C_{d2}$	$\Pi_k$	$C_{r1}$	$C_{r2}$	$C_{d1}$	$C_{d2}$
35,5	85,5	220,5	2,41	6,22	390,1	440,1	425,1	1,13	1,09
70,9	120,9	241,0	1,70	3,40	425,5	475,5	445,5	1,12	1,05
106,4	156,4	261,4	1,47	2,46	461,0	511,0	461,0	1,11	1,01
141,8	191,8	281,8	1,35	1,99	496,5	546,4	486,5	1,10	0,98
177,3	227,3	302,3	1,28	1,70	532,0	581,9	506,9	1,09	0,95
212,8	262,8	322,7	1,23	1,52	567,4	617,4	527,4	1,09	0,93
248,2	298,2	343,2	1,20	1,38	602,8	652,8	547,8	1,08	0,91
283,7	333,7	363,7	1,18	1,28	638,3	688,3	568,4	1,08	0,89
319,1	369,1	384,1	1,16	1,20	673,8	723,8	588,8	1,07	0,87
354,6	404,6	404,6	1,14	1,14	709,2	759,2	609,2	1,07	0,86

3 Строятся графики  $C_r = f(\Pi)$ ,  $C_d = f(\Pi)$  (рисунок 7.1).

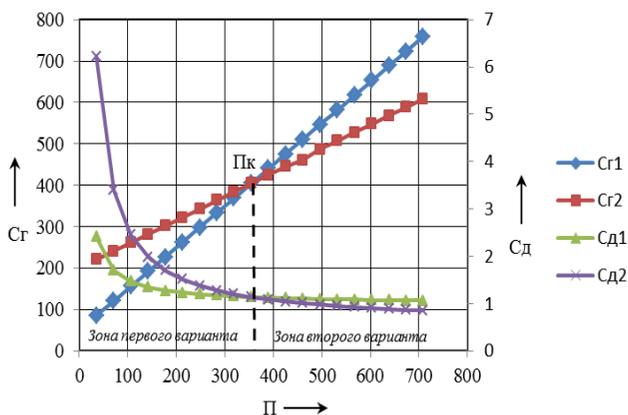


Рисунок 7.1 – Зависимость технологической себестоимости Сг и приведенных затрат Сд от годового объема выпуска П

## 8 СОСТАВЛЕНИЕ И ОБРАБОТКА ФОТОГРАФИИ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ

**Цель работы.** Изучить методику составления и обработки фотографии рабочего времени.

### Основные сведения

**Фотография рабочего времени (ФРВ)** – метод изучения использования рабочего времени и выявления его резервов, заключающийся в наблюдении и непосредственном замере затрат времени на любые мероприятия в течение рабочего дня или его определенной части. Используется для составления фактического баланса времени и разработки на его основе мероприятий по улучшению использования рабочего времени, для установления нормативов на категорию времени  $t_{пв}$ ,  $t_{об}$  и  $t_{п}$ , выполнения действующих норм, изучения обслуживания рабочего места и расчета норм расхода рабочей силы для этих целей. Проводится нормировщиками, технологами, мастерами и инженерами, хорошо знающими технологические процессы.

На рисунке 9.1 представлен наблюдательный лист, в таблицах 8.1-8.7 приведены исходные данные «Типовые нормы времени на выполнение работ по техническому обслуживанию ТО-2 дизель-поезда серии ДПЗ» для изучения методики составления и обработки фотографии рабочего времени.

Предприятие _____	<b>НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ ЛИСТ</b> ФОТОГРАФИИ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ "___" _____ 20__ г.	Цех _____ Отделение _____ Участок _____
----------------------	--	---

Работа _____ _____	МЕХАНИЗМ	Исполнитель _____
Изделие _____	Станок _____	Таб. № _____ Разряд _____
Деталь _____ черт. № _____	Фирма _____	Специальность _____
К-во _____ Материал _____	Инв. номер _____	Характеристика _____
Размер заготовки _____	Паспорт № _____	_____
	Группа _____	_____
	Приспособление _____	_____

Начало \_\_\_\_\_ ч \_\_\_\_\_ мин.    Конец \_\_\_\_\_ ч \_\_\_\_\_ мин.    Продолжит. \_\_\_\_\_ ч \_\_\_\_\_ мин.    Наблюдатель \_\_\_\_\_

№ п / п	Что наблюдалось	Текущее время	Длительность, мин	Номенклат. индекс		№ п / п	Что наблюдалось	Текущее время	Длительность, мин	Номенклат. индекс	
				исполнителя	механизма					исполнителя	механизма

Оборотная сторона

Сумма	Сумма
Переработка действующих норм _____ проц. по фотографии рабочего времени	Примечание _____ _____ _____ _____ _____
За время наблюдения изготовлено (обработано) деталей	
Общее нормирование время изготовления (обработки) деталей	
_____	

**СВОДКА ФОТОГРАФИИ РАБОЧЕГО ВРЕМЕНИ**

46

Категория затрат рабочего дня	Составные части рабочего времени	Индекс	По наблюдению		Возможно сокращ. продолжит. работы		Нормальный состав рабочего времени		Примечание
			процент	мин	процент	мин	процент	мин	
Полезная работа	Подгот.-заключ. время								
	Вспомогат. время								
	Основное время								
	<b>Итого</b>								
Бесполезная работа	Зависящая от исполнит.								
	Не зависящ. от исполн.								
	<b>Итого</b>								
Потери	Организационные								
	Технические								
	Отдых и личн. надобн.								
	Прочие								
	<b>Всего</b>								

Составил \_\_\_\_\_ Проверил \_\_\_\_\_ Утвердил \_\_\_\_\_

Рисунок 9.1 – Наблюдательный лист



Продолжение таблицы 8.1

48

3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– прочность штекерных соединений и целостность кабелей силового агрегата проверить;</li> <li>– наружную очистку воздухоохладителя радиаторов охлаждения произвести;</li> <li>– уровень охлаждающей жидкости в системах охлаждения двигателя и отопления дизель-поезда проверить, при необходимости пополнить;</li> <li>– загрязненность воздушного фильтра по индикатору техобслуживания проверить, при необходимости фильтр заменить;</li> <li>– уровень масла в гидростатическом контуре привода агрегатов проверить, при необходимости масло долить;</li> <li>– уровень масла в гидропередаче проверить, при необходимости масло долить;</li> <li>– отверстие для удаления конденсата из глушителя проверить, при необходимости очистить;</li> <li>– целостность изоляции выхлопной системы проверить, при необходимости восстановить;</li> <li>– корпус генератора осмотреть, при необходимости очистить;</li> <li>– фильтр предварительной очистки топлива очистить;</li> <li>– гидростатический контур на целостность и отсутствие утечек осмотреть, при необходимости неисправности устранить;</li> <li>– крепления и резьбовые соединения системы охлаждения двигателя проверить, при необходимости подтянуть</li> </ul> <p><b>При запуске двигателя:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– двигатель запустить;</li> <li>– силовое и вспомогательное оборудование проверить, сжатым воздухом продуть, наружные поверхности в случае необходимости очистить.</li> </ul>	Щетка, шланг продувочный	<p>0,25 дизель-поезда</p> <p>0,25 дизель-поезда</p> <p>0,25 дизель-поезда</p> <p>0,25 дизель-поезда</p> <p>0,25 дизель-поезда</p> <p>Дизель-поезд</p>	58,48
Итого				99,20

Таблица 8.2 – Типовая норма времени №2

ТИПОВАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ № 2				
Наименование работ –Автоморозное оборудование осмотреть				Дизель-поезд ДПЗ
Единица измерения	Разряд работы	Вид технического обслуживания		
Дизель-поезд	5	ТО-2		
Норма времени $T$			нормо-мин	88,59
			нормо-ч	1,48
№ п/п	Содержание работы	Инструмент, оборудование	Учетный объем работы	Оперативное время $T_{оп}$ , нормо-мин
1.	<p><b>При запущенном двигателе:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– питательную и тормозную магистрали дизель-поезда продуть;</li> <li>– производительность компрессора проверить;</li> <li>– плотность питательной и тормозной магистралей проверить;</li> <li>– работу пневматического, электропневматического и экстренного тормозов проверить;</li> <li>– проверку стояночного тормоза произвести;</li> <li>– проверку гидродинамического тормоза произвести;</li> </ul> <p><b>При остановленном двигателе:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– конденсат из воздушных резервуаров, влагосорбников и фильтров выпустить;</li> <li>– фильтры сетчатые воздушные, резервуары воздухоосушителя, маслоотделителей и пневматической системы продуть;</li> <li>– крепление агрегата воздухоподготовки проверить, ослабшие соединения подтянуть;</li> <li>– работу воздухоосушителя проверить;</li> <li>– состояние и крепление трубопроводов, форсунок и песочных бункеров, наличие утечек сжатого воздуха, подачу песка подколесные пары проверить;</li> </ul>	Набор ключей	Дизель-поезд	28,21
		Набор ключей, шланг продувочный	Дизель-поезд	51,46

Продолжение таблицы 8.2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– наличие песка в песочных бункерах проверить, при необходимости добавить;</li> <li>– работу звуковых сигналов проверить;</li> <li>– работоспособность механизма скребковых колодок проконтролировать, состояние, толщину и крепление колодок проверить;</li> <li>– состояние и крепление механизма дискового тормоза, тормозные диски, износ накладок и дисков, отсутствие сдвига ступиц тормозных дисков проверить</li> </ul>			
Итого				79,67

Таблица 8.3 – Типовая норма времени №3

ТИПОВАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ № 3				
Наименование работы – Экипажную часть осмотреть				Дизель-поезд ДПЗ
Единица измерения	Разряд работы	Вид технического обслуживания		
Дизель-поезд	5	ТО-2		
Норма времени $T$			нормо-мин	179,18
			нормо-ч	2,99
№ п/п	Содержание работы	Инструмент, оборудование	Учетный объем работы	Оперативное время $T_{оп}$ , нормо-мин
1.	<p><b>При остановленном двигателе:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– рамы дизель-поезда и тележек на отсутствие механических повреждений и трещин в сварных швах осмотреть, крепления болтовых соединений проверить, ослабшие подтянуть;</li> <li>– контроль крепления топливного бака, аккумуляторного ящика, фекального бака, ящика отопительного агрегата и устройства для наружного питания произвести;</li> <li>– крепление выдвигаемых ступеней проверить, ослабшие</li> </ul>	Набор ключей	Дизель-поезд	161,13

Продолжение таблицы 8.3

51	<p>соединения потянуть;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– колесные пары на наличие дефектов и неисправностей осмотреть, поверхности катания обода на износ проверить;</li> <li>– контроль состояния букс произвести;</li> <li>– состояние пружин рессорного подвешивания, гасителей колебаний, демпферов и резиновых амортизаторов проверить, ослабшие детали закрепить;</li> <li>– состояние и герметичность осевого редуктора проверить; уровень масла в редукторе проверить, при необходимости пополнить;</li> <li>– состояние и герметичность осевого редуктора проверить; уровень масла в редукторе проверить, при необходимости пополнить;</li> <li>– соединения шлицевые и болтовые приводных валов и валы карданные осмотреть;</li> <li>– состояние и крепление предохранительных скоб, тросиков, заземляющих шунтов проверить;</li> <li>– состояние и работу автосцепного устройства проверить;</li> <li>– состояние и крепление путеочистителя проверить, очистку приемных катушек произвести;</li> <li>– работоспособность механизма гребнесмазывателя проконтролировать, состояние и крепление узлов механизма проверить, при необходимости отрегулировать;</li> <li>– уровень смазки в гребнесмазывателе проверить, при необходимости пополнить;</li> <li>– обмер параметров колесных пар произвести;</li> <li>– очистку и смазку автосцепного устройства произвести.</li> </ul>		<p>0,25 дизель-поезда 0,25 дизель-поезда</p>	
Итого				161,13

Таблица 8.4 – Типовая норма времени №4

ТИПОВАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ № 4					
Наименование работы –Электрическое оборудование осмотреть				Дизель-поезд ДПЗ	
Единица измерения	Разряд работы	Вид технического обслуживания			
Дизель-поезд	5	ТО-2			
Норма времени $T$			нормо-мин	115,07	
			нормо-ч	1,92	
№ п/п	Содержание работы		Инструмент, оборудование	Учетный объем работы	Оперативное время $T_{оп}$ нормо-мин
1.	<p><b>При остановленном двигателе:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– работу наружного освещения проверить;</li> <li>– работу внутреннего освещения во всех режимах проверить;</li> <li>– режимы работы системы управления дизель-поезда проверить;</li> <li>– исправность пожарной сигнализации проверить;</li> <li>– работу пульта управления в кабинах машиниста проверить;</li> <li>– работу блока контроля сопротивления изоляции проверить;</li> <li>– согласованность работы входных дверей и выдвижных ступеней проверить;</li> <li>– электрическую аппаратуру в шкафах электрооборудования осмотреть;</li> <li>– работу стеклоочистителей и стеклоомывателей проверить, уровень жидкости в случае необходимости пополнить; системы электрического обогрева и обдува лобовых стекол проверить;</li> <li>– работу климат-системы салонов и кабин машиниста проверить, фильтры кондиционеров при необходимости продуть;</li> <li>– комплектность электрического и гидравлического оборудования подкузовного, в салоне и туалетном купе проверить, функциональную проверку работы оборудо-</li> </ul>		Набор ключей	Дизель-поезд	103,48

Продолжение таблицы 8.4

	вания произвести; – аккумуляторные батареи осмотреть, уровень электролита проверить, параметры зарядки аккумуляторных батарей по дисплейному модулю и приборам кабины машиниста проверить			
Итого				103,48

Таблица 8.5 – Типовая норма времени №5

ТИПОВАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ № 5						
Наименование работы – Кузов и внутрисалонное оборудование осмотреть						
Единица измерения		Разряд работы		Вид технического обслуживания	Дизель-поезд ДПЗ	
Дизель-поезд		5		ТО-2		
Норма времени <i>T</i>				нормо-мин	78,62	
				нормо-ч	1,31	
№ п/п	Содержание работы			Инструмент, оборудование	Учетный объем работы	Оперативное время $T_{оп}$ , нормо-мин
1.	<p><b>При остановленном двигателе:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– состояние внутренней отделки и напольного покрытия кабин машиниста, пассажирских салонов, туалетного купе проверить, повреждения устранить;</li> <li>– состояние и крепление пультов управления, кресел машиниста и помощника машиниста проверить, функциональность кресла машиниста проконтролировать;</li> <li>– крепление и состояние сидений пассажиров, поручней, колясок для лиц с ограниченными возможностями и багажных полок проверить;</li> <li>– состояние и работу ремня безопасности проверить;</li> <li>– состояние и герметичность окон в салоне и кабинах машиниста проверить, при необходимости неплотности устранить; работу форточек</li> </ul>			Набор ключей	Дизель-поезд	53,95

Продолжение таблицы 8.5

2	и замков проверить; – целостность указателей и нумерацию посадочных мест салона дизель-поезда проверить; – работоспособность и целостность зеркал, состояние элементов и уплотнений проверить; – работу агрегата Webasto проверить; – наличие средств ручного пожаротушения, их исправность и даты поверок проконтролировать Опорожнение накопительного бака вакуумного туалета произвести, промывку и прочистку гидравлической части при необходимости выполнить, водяной бак пополнить	Набор ключей, шланг	Дизель-поезд	16,75
Итого				70,70

54

Таблица 8.6 – Типовая норма времени №6

ТИПОВАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ № 6				
Наименование работы – Наружную обмывку кузова дизель-поезда произвести				Дизель-поезд ДПЗ
Единица измерения	Разряд работы	Вид технического обслуживания		
Дизель-поезд	3	ТО-2		
Норма времени <i>T</i>			нормо-мин	291,79
			нормо-ч	4,86
№ п/п	Содержание работы	Инструмент, оборудование	Учетный объем работы	Оперативное время $T_{оп}$ , нормо-мин
1.	Наружную обмывку кузова дизель-поезда произвести	Аппарат высокого давления Karcher, щетка	Дизель-поезд	262,41
Итого				262,41

Таблица 8.7 – Типовая норма времени №7

ТИПОВАЯ НОРМА ВРЕМЕНИ № 7					
Наименование работы –КИП и электронное оборудование осмотреть				Дизель-поезд ДПЗ	
Единица измерения	Разряд работы	Вид технического обслуживания			
Дизель-поезд	5	ТО-2			
Норма времени T			нормо-мин	32,37	
			нормо-ч	0,54	
№ п/п	Содержание работы		Инструмент, оборудование	Учтенный объем работы	Оперативное время T <sub>оп</sub> , нормо-мин
1.	<b>При работающем двигателе:</b> – работоспособность АЛСН на шлейфе проверить; – работоспособность электропневматического клапана проверить;		Набор ключей	Дизель-поезд	5,46
2.	<b>При остановленном двигателе:</b> – состояние и работоспособность КЛУБ проверить; исправность и сопротивление изоляции электрических цепей проконтролировать; – работу внутренних и наружных информационных табло, мониторов, системы видеонаблюдения проверить; – работу внутренней и громкоговорящей связи проверить; – работу системы видеонаблюдения, речевого информатора и дисплейных модулей проверить; – состояние манометров проверить		Набор ключей	Дизель-поезд	23,65
Итого					29,11

## Порядок выполнения работы

**1 Подготовка к наблюдению.** Предварительное ознакомление с объектом наблюдения на месте и заполнение исходных данных наблюдательного листа (рисунок 8.1):

- сведений о выполняемой работе, изделии и детали;
- оборудовании и технологической оснастке;
- о рабочем (фамилия, разряд, специальность, стаж).

**2 Наблюдение.** Ведется непрерывно по текущему времени с отметкой начала элементов структуры рабочего времени по часам или хронометру в последовательном порядке на рабочей части наблюдательного листа.

Началом каждого элемента работы считают момент окончания выполнения предшествующего элемента.

Для удобства последующей обработки данных ФРВ проставляют индексы всех структурных составляющих времени.

Для наблюдения может быть использовано промышленное телевидение.

### **3 Обработка данных наблюдения:**

- вычисляют продолжительность времени по каждому элементу;
- группируют и суммируют элементы согласно общепринятой классификации одноименных затрат рабочего времени;
- составляют сводный баланс фактического использования рабочего времени по всем учтенным структурным элементам с записью результатов в нижней части оборотной стороны наблюдательного листа.

**4 Анализ результатов и проектирование более рациональных трудовых процессов:**

- анализ фактического использования времени;
- проектирование нового состава рабочего времени с учетом возможности совмещения работ и элементов процесса, исключение лишних затрат и нерегламентированных перерывов;
- определение коэффициента использования рабочего времени за смену и коэффициента возможного его уплотнения;
- разработка более рациональных трудовых приемов, а также организационно-технических мероприятий по улучшению использования рабочего времени путем устранения его потерь, непроизводительных затрат.

Для повышения точности результатов наблюдений рекомендуется ФРВ выполнять до пяти раз.

На основе обобщения данных ряда выполненных ФРВ разрабатывают нормативы по категориям времени  $t_{пз}$ ,  $t_{об}$  и  $t_{п}$ .

При составлении ФРВ оперативное время фиксируют без подразделения по конкретным операциям, следовательно, здесь имеется резерв для повышения производительности труда, так как разные работники выпол-

няют одни и те же операции за различное время.

Составление ФРВ – длительный и трудоемкий процесс, поэтому иногда с целью выявления резервов времени проводят **самофотографию рабочего времени** по упрощенной схеме (с фиксацией лишь перерывов в работе). Работникам выдают **карты самофотографии**, в которых они фиксируют перерывы, их продолжительность, причины и частоту повторения. Заполненные карты собирают, обрабатывают и на основе результатов их анализа принимают соответствующие меры.

## 9 МЕТОД МОМЕНТНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

**Цель работы.** Изучить методику применения метода моментных наблюдений.

### Основные сведения

**Метод моментных наблюдений** используется для получения в короткие сроки одним наблюдателем данных о составе и значении затрат рабочего времени большого числа одновременно работающих исполнителей (от 10 до 100). Этим методом определяют:

- состав затрат рабочего времени по категориям, абсолютные значения и доли этих затрат;
- потери и нерациональные затраты рабочего времени;
- коэффициенты занятости рабочих и использования оборудования;
- исходные данные для разработки нормативов времени на подготовительно-заключительные действия, обслуживание рабочего места и регламентированные перерывы, нормативы численности и нормы обслуживания.

Объем наблюдений должен быть достаточным для обеспечения достоверности результатов:

$$M = \rho \cdot (1 - k_3) \cdot \frac{100^2}{k_3 \beta^2}, \quad (9.1)$$

где  $\rho$  – коэффициент, учитывающий стабильность производства, при стабильном производственном процессе с устойчивой технологией и многократной повторяемостью отдельных элементов рабочего времени многих наблюдений  $\rho = 2$ ; в условиях нестабильного производственного процесса, с неустойчивой технологией и нерегулярной или редкой повторяемостью отдельных элементов рабочего времени  $\rho = 3$ ;

$k$  – коэффициент занятости рабочего; принимается по данным ранее произведенной ФРВ как отношение продолжительности продуктивного вре-

мени к продолжительности смены. Могут использоваться другие отчетные данные ( $k=0,1\dots,9$ );

$\beta$  – допустимая относительная ошибка наблюдений ( $\beta = 3\dots 10\%$ ).

Общее число обходов

$$n_{\text{обх}} = \frac{M}{N}, \quad (9.2)$$

где  $N$  – число объектов наблюдений.

В зависимости от местных условий применяют **кольцевой** или **маятниковый** виды обхода. При **кольцевом** обход совершают от первого объекта наблюдения к последнему, при **маятниковом** – от первого исполнителя к последнему, а затем наоборот. Если длительность перерыва между обходами позволяет вернуться к первому объекту наблюдения, то применяется кольцевой вид обхода, если же нет – маятниковый.

При определении длительности перерывов между обходами учитывают продолжительность одного обхода, которая включает время подхода наблюдателя к объекту, время оценки и записи вида затрат в наблюдательный лист, выяснения причин потерь рабочего времени или отсутствия исполнителя на рабочем месте.

$$t_{\text{обх}} = \frac{t_{\text{см}}}{n_{\text{обх}}}, \quad (9.3)$$

где  $t_{\text{см}}$  – продолжительность смены.

Вероятная ошибка метода моментных наблюдений зависит от числа наблюдаемых рабочих мест, количества смен наблюдений и интервала обхода (таблица 9.1).

Таблица 9.1 – Вероятная ошибка моментных наблюдений

В процентах

Число наблюдаемых рабочих мест	Число смен наблюдения									
	3		4		5		6		7	
	Интервал наблюдения, мин									
	3	5	3	5	3	5	3	5	3	5
Одно	4,6	5,5	3,7	4,8	3,4	4,3	3,2	3,9	2,8	3,6
Два	3,3	3,9	2,7	3,4	2,4	3,1	2,3	2,7	2,0	2,5
Три	2,7	3,0	2,3	2,7	1,9	2,5	1,7	2,2	1,6	2,0
Четыре	2,3	2,7	2,0	2,4	1,7	2,2	1,5	1,9	1,4	1,8
Пять	2,1	2,5	1,7	2,2	1,5	1,9	1,3	1,7	1,2	1,6

Исходные данные для изучения методики применения метода моментных наблюдений приведены в таблицах 9.2.

Таблица 9.2 – Исходные данные для практического занятия № 9

№	$k_3$	$\beta$	$N$	$t_{см}$
1	0,50	3	3	8
2	0,65	4	4	12
3	0,80	6	5	8
4	0,73	7	6	12
5	0,56	9	4	8
6	0,79	10	6	12
7	0,58	5	5	8
8	0,63	6	7	12
9	0,75	4	3	8
10	0,69	3	5	12
11	0,52	8	7	8
12	0,80	9		12
13	0,54	10	6	8
14	0,78	4	4	12
15	0,65	6	3	8
16	0,72	5	6	12
17	0,68	8	7	8
18	0,56	7	4	12
19	0,74	9	5	8
20	0,60	10	4	12

### Порядок выполнения работы

**1 Подготовка к наблюдениям.** Знакомятся с организацией производства и труда на выбранных объектах наблюдения, схемой планировки и размещения оборудования.

Устанавливают кратчайший маршрут и вид обхода рабочих мест.

Определяют фиксажные пункты для регистрации действий исполнителей (в человеко-моментах). Фиксажный пункт – это место по маршруту следования, поравнявшись с которым, наблюдатель должен установить и зафиксировать, чем в данный момент занят исполнитель. Такими пунктами могут быть какие-либо части оборудования, колонны вблизи рабочих мест и т.п.

Устанавливают общее число обходов, продолжительность одного обхода, число обходов за один час (т.е. частоту обходов).

Частота обходов – это число обходов за один час наблюдений:

$$f_{обх} = \frac{60}{t_{обх}}. \quad (9.4)$$

Составляют на основе объема наблюдений и частоты обходов расписание обходов. Заполняют исходные данные наблюдательного листа.

**2 Проведение наблюдений.** Регистрируют в наблюдательном листе в определенный момент времени условными знаками действие исполнителя без указаний текущего времени и продолжительности их исполнения. В качестве условных знаков используют индексы категорий затрат рабочего времени или их условные обозначения. Это необходимо для дополнительного изучения затрат рабочего времени. Регистрацию наблюдений проводят при последовательном обходе рабочих мест, строго соблюдая маршрут обхода и фиксирующие пункты.

Время начала обхода выбирают произвольно, соблюдая частоту и продолжительность одного обхода. Часы используют лишь для отметки начала обхода.

**3 Обработка данных наблюдений.** Заключается в подсчете числа зафиксированных моментов по каждому рабочему и каждой категории затрат рабочего времени, определении общего числа моментов по всем наблюдениям и доли моментов по каждой категории затрат рабочего времени в общем числе зафиксированных моментов. Для перевода сумм моментов по каждой категории затрат рабочего времени в минуты следует установить продолжительность одного момента:

$$t_{\text{м}} = \frac{t_{\text{см}}}{M}. \quad (9.5)$$

Затраты времени по каждой категории определяют умножением количества моментов по каждой из них на продолжительность одного момента.

**4 Анализ полученных данных** и разработка мероприятий по устранению выявленных потерь рабочего времени.

При анализе, а также проектировании рационального баланса рабочего времени и определении возможного роста производительности труда за счет ликвидации его потерь используют те же приемы, что и при ФРВ.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 **Непорент, О. И.** Технические основы календарного движения производства / О. И. Непорент – Л. – М. : Стандартизация и рационализация, 1993. – 413 с.

2 **Нечаев, Е. Г.** Методические указания к лабораторным работам по курсу «Организация и планирование производства. Управление тепловозоремонтным предприятием» : в 2 ч. Ч. II / Е. Г. Нечаев, Б. Е. Бондарь, М. И. Капица. – Днепропетровск : ДИИТ, 1998. – 42 с.

3 Организация, нормирование и оплата труда на железнодорожном транспорте : учеб. для вузов / Ю. Д. Петров [ и др. ] ; под ред. Ю. Д. Петрова, М. В. Белкина. – М. : Транспорт, 1998. – 279 с.

4 **Пашуто, В. П.** Организация и нормирование труда на предприятии : учеб. пособие / В. П. Пашуто. – 2-е изд., ипр. и доп. – Минск : Новое знание, 2002. – 319 с.

5 **Усманов, Ю. А.** Организация, планирование и управление ремонтом подвижного состава : учебник / Ю. А. Усманов [и др.]. – М. : ФГБУ БПО «УМЦ по обр. на ж. д. тр-те», 2017. – 275 с.

6 **Чмыхов, Б. А.** Организация, планирование и управление тепловозоремонтным производством : учеб. пособие / Б. А. Чмыхов. – Гомель : БелГУТ, 2002. – 275 с.

7 **Чмыхов, Б. А.** Рекомендации по разработке экономического раздела дипломных проектов : учебно-методич. Пособие / Б. А. Чмыхов, С. И. Медведев ; М-во образования РБ ; БелГУТ ; каф. «Тепловозы и тепловые двигатели». – Гомель : БелГУТ, 2006. – 30 с.

8 **Яковлев, Г. Ф.** Организация, планирование и управление тепловозоремонтными предприятиями : метод. указания к практическим занятиям / Г. Ф. Яковлев, Е. Л. Сташук. – Л. : ЛИИЖТ, 1981. – 27 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д  
(справочное)

**Рабочая программа по дисциплине  
«Организация, планирование и управление производством»**

**Цель преподавания дисциплины**

Цель дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций по совершенствованию системы текущего и капитального ремонтов, а также технического обслуживания тепловозов, повышению эффективности работы комплексных и специализированных бригад; развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

**Задачи изучения дисциплины**

Основными задачами дисциплины являются: освоение теоретических основ организации, планирования и управления ремонтом тепловозов, методов расчета и анализа эффективности использования ремонтных бригад.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- принципы рациональной организации производственных процессов во времени и пространстве;
- современные методы технической подготовки производства;
- теорию и практику организации основного и вспомогательного производства на ремонтных предприятиях;
- планирование технико-экономической и оперативно-производственной деятельности предприятий;
- методы и технологию управления предприятием, качеством продукции (работ, услуг) и персоналом;

*уметь:*

- рассчитывать производственный цикл при различных видах перемещения изготавливаемой партии изделий;
- рассчитывать фонды рабочего времени и основные параметры производственного процесса;
- рассчитывать программу ремонта и необходимые производственные ресурсы для ее реализации;
- рассчитывать себестоимость ремонта сборочных единиц тягового подвижного состава, экономическую эффективность проектных и технологических решений с учетом потребностей рынка;
- проводить технико-экономическое сравнение вариантов технологического процесса, оптимизацию размещения оборудования и планов его замены;
- использовать научные методы оценки деловых качеств работников при подборе и выдвижении на должность.

## Содержание дисциплины

### Тема 1 *Введение. Системные основы организации производства*

Предмет, задачи, содержание и методология дисциплины. Особенности продукции ремонтных предприятий. Понятия «организация», «планирование», «управление». Значение и особенности дисциплины. Критерии эффективности современного производства.

### Тема 2 *Производственный процесс, его структура и принципы организации*

Виды производственных процессов. Виды технологических процессов по организации производства. Сопоставление структур производственных процессов ремонта и изготовления техники. Сущность и принципы рациональной организации производственных процессов.

### Тема 3 *Организационные типы производства и их технико-экономические характеристики*

Классификация и характеристика типов производства. Классификация серийного производства по коэффициенту закрепления операций. Классификация тепловозоремонтных предприятий по числу закрепленных типов машин и объемов выпуска из ремонта.

### Тема 4 *Производственный цикл и его структура*

Структура производственного цикла и факторы, влияющие на нее. Величина однооперационных и многооперационных циклов. Графики организации производственных процессов.

### Тема 5 *Производственная структура предприятия, цехов и участков. Формы организации производства*

Типы предприятий по производственной структуре. Основное и вспомогательное производство. Критерии создания цехов и участков. Характеристика различных видов специализации цехов и участков. Характеристика форм организации ремонтного производства.

### Тема 6 *Рациональная планировка рабочих мест, участков, цехов. Генеральный план предприятия*

Принципы рациональной планировки. Варианты расположения ремонтных позиций. Выбор схемы перемещения предметов труда в производственном процессе. Понятие «генеральный план предприятия». Коэффициенты застройки и использования площади предприятия.

### Тема 7 *Организация подготовки производства*

Задачи и виды подготовки производства. Содержание стадий конструкторской и этапов технологической подготовки производства. Расцеховка изделия. Основные технологические документы. Технико-экономическое обоснование выбора ресурсосберегающего технологического процесса.

### Тема 8 *Организация поточного производства*

Основные характеристики поточного производства. Классификация и характеристика видов поточных линий. Предпосылки применения потока. Определение основных параметров поточных линий. Синхронизация операций при проектировании и внедрении потока.

### Тема 9 *Организация основного и вспомогательного производства на предприятиях по ремонту тягового подвижного состава (ТПС)*

Подача ТПС в ремонт и определение объема работ. Стадии и фазы капитального ремонта ТПС. Эталонная модель капитального ремонта ТПС. Организация вспомогательного производства.

### Тема 10 *Технико-экономическое планирование производственной деятельности предприятия*

Функции, задачи и виды планирования. Принципы и методы планирования. Организация плановой работы на предприятии. Система планов предприятия. Особенности планирования на малых, средних и крупных предприятиях.

### Тема 11 *Оперативное планирование и регулирование производственной деятельности предприятия*

Задачи, виды и содержание оперативного планирования. Системы оперативного планирования и их взаимосвязь с типами производства. Нормативно-плановые расчеты. Планирование ремонта и модернизации ТПС, изготовления запасных частей. Оперативное регулирование хода производства.

### Тема 12 *Основы управления предприятием и его подразделениями*

Содержание, этапы, стадии, процессы и свойства управления. Основные принципы управления.

### Тема 13 *Управленческие решения*

Понятие «управленческое решение». Классификация управленческих решений. Последовательность принятия решения. Контроль выполнения решения.

### Тема 14 *Кадры управления*

Классификация кадров управления по должностным признакам. Процентное соотношение руководителей различных звеньев. Линейные и функциональные руководители. Подразделение специалистов на группы. Функции технического персонала.

### Тема 15 *Организационный подход при создании систем управления*

Принципы выделения производственных отделов. Линейные и функциональные связи в управлении. Достоинства и недостатки базовых, производных и смешанных схем управления.

Тема 16 *Структура и функции органов управления тепловозоремонтного предприятия*

Понятие «функция управления». Роль главы администрации предприятия. Заместители главы администрации по инженерно-техническим, финансовым, коммерческим, социально-бытовым, кадровым и идеологическим вопросам. Функциональные отделы предприятия.

Тема 17 *Организация управления цехом предприятия*

Порядок назначения начальников цехов и их заместителей. Функциональные подразделения цеха. Роль руководителей участков и бригадиров в обеспечении высокоэффективной организации производства.

Тема 18 *Управление при высоких степенях концентрации и интенсивности тепловозоремонтного производства*

Понятия «первый и второй информационный барьер» в современном производстве. Автоматизированная системы управления предприятием. Цель создания, подсистемы функциональные и обеспечивающие.

Тема 19 *Научное управление производственными запасами*

Виды запасов. Понятие «стратегия управления запасами». Достоинства и недостатки различных стратегий управления запасами. Управляющие параметры в стратегиях. Определение оптимальной величины заказа.

Тема 20 *Управление хозяйственными рисками*

Виды и экономические пределы хозяйственного риска. Методы оценки риска. Элементы управления риском. Экономическая безопасность предприятия.

Тема 21 *Управление кризисными ситуациями предприятия*

Контроль за ранними признаками банкротства. Виды тактики предупреждения банкротства. Управление предприятием в период кризиса и банкротства.

Тема 22 *Управление качеством*

Качество как экономическая категория и объект управления. Основные понятия в области управления качеством. Понятия «качество» и «менеджмент качества» по стандарту СТБ ISO 9000–2006. Составные части менеджмента качества.

Тема 23 *Эволюция представлений о качестве*

Влияние развития промышленного производства на эволюцию представлений о качестве. Диктат производителя потребителя. Системный подход к управлению качеством. Современная концепция управления качеством.

Тема 24 *Международный опыт управления качеством*

Рекомендации У. Деминга по обеспечению качества и стимулированию высокоэффективного труда. Цикл PDCA. Постулаты философии качества В. Шухарта. Стратегия непрерывного улучшения качества Дж. Джурана.

Концепция «ноль дефектов» Ф. Кросби. Теория всеобщего контроля качества К. Исикава. Теория функции потерь качества Г. Тагути.

*Тема 25 Отечественный опыт управления качеством*

Система бездефектного изготовления продукции и сдачи ее с первого предъявления. Система бездефектного труда. Система КАНАРСПИ, НОРМ. Комплексная система управления качеством продукции. Государственная приемка продукции. Причины неудач применения отечественных систем.

*Тема 26 Государственная программа «Качество» Республики Беларусь*

Цели государственной программы «Качество». Система подтверждения соответствия Республики Беларусь. Ежегодный конкурс на лучшую СМК организации, лучшие товары, лучшего менеджера, лучшую дипломную и научно-исследовательскую работу по качеству.

*Тема 27 Системный подход к управлению качеством в стандартах серии СТБ ISO 9000*

Принципы всеобщего управления качеством в стандартах серии СТБ ISO 9000. Процессный подход к управлению производством и обслуживанию. Карты процессов, схемы, рабочие и контрольные инструкции, документы по внутренним коммуникациям.

*Тема 28 Подготовка предприятия к внедрению СМК в соответствии со стандартами СТБ ISO 9000*

Нормативные документы по подготовке предприятия к внедрению СМК. Входной контроль. Контроль производства и испытаний. Управление контрольным и измерительным оборудованием.

*Тема 29 Проверка СМК предприятия на соответствие стандартам СТБ ISO 9000*

Внутренние и внешние аудиты. Управление несоответствующей продукцией. Корректирующие и предупреждающие действия. Плановый и неплановый инспекционный контроль.

*Тема 30 Национальная система подтверждения качества Республики Беларусь*

Технические кодексы установившейся практики (ТКП) – основа национальной системы подтверждения качества. Цели и виды деятельности системы. Участники подтверждения соответствия. Сертификат соответствия.

*Тема 31 Сертификация продукции*

Основные положения по сертификации продукции. Порядок проведения сертификации продукции в различных типах производства. Выбор схемы сер-

тификации в соответствии с техническим кодексом ТКП 5.1.02–2004. Инспекционный контроль сертифицированной продукции.

Тема 32 *Сертификация услуг и профессиональной компетентности персонала*

Сертификация услуг в соответствии с ТКП 5.1.04–2004. Сертификация профессиональной компетентности персонала в соответствии с ТКП 5.1.06–2004. Сроки действия сертификатов. Инспекционный контроль сертификации.

Тема 33 *Сертификация систем управления качеством*

Сертификация систем управления качеством (СМК) в соответствии с ТКП 5.1.05–2004. Проведение аудита. Существенные и несущественные несоответствия. Инспекционный контроль. Подтверждающие документы контроля. Реструктуризация системы управления. Важнейшие документы СМК.

Тема 34 *Интегрированная система менеджмента локомотивного депо*  
Достоинства системы. Этапы создания системы. Составляющие интегрированной системы. Примеры эффективной работы существующих систем на Белорусской железной дороге.

Тема 35 *Управление персоналом предприятия*

Классификация методов анализа и построения системы управления персоналом предприятия. Состав и назначение методов управления персоналом. Системный подход к использованию различных методов.

Тема 36 *Мотивация организационного поведения персонала*

Мотивационные теории, стратегии и методы. Основные подходы к воздействию на поведение работников. Роль мотивации работников в повышении эффективности производства.

Тема 37 *Управление деловой карьерой персонала предприятия*

Карьера профессиональная и внутриорганизационная. Этапы карьеры. Правила управления карьерой. Этапы служебно-профессионального продвижения персонала предприятия. Планирование кадрового резерва.

Тема 38 *Требования к деловым и личностным качествам руководителя*

Важнейшие профессионально-организаторские и нравственно-психологические качества руководителя. Авторитет руководителя. Планирование рабочего времени руководителем. Характеристики эффективного руководителя.

Тема 39 *Характеристика основных стилей руководства подчиненными*

Понятие «стиль руководителя». Характеристика основных стилей руководства подчиненными. Комплексное использование различных стилей руководства.

Тема 40 *Служебный этикет руководителя*

Понятие «служебный этикет». Основные правила служебного этикета. Особенности применения правил в смешанном коллективе работников.

Тема 41 *Формирование эффективной команды профессионалов – ключ к успехам в работе*

Этапы формирования команды. Основные трудности и барьеры. Планирование деятельности и развития команды.

Тема 42 *Деловое общение в работе*

Имидж как составная часть культуры общения. Взаимосвязь задач управления персоналом и производственных задач.

Тема 43 *Основные правила конструктивной критики*

Основные правила конструктивной критики. Корпоративная культура – характеристики и развитие, последовательность работ по поддержанию.

Тема 44 *Управление персоналом в конфликтных и стрессовых ситуациях*

Конструктивная и деструктивная роль конфликта. Основные виды конфликтов. Источники их возникновения. Структурные и межличностные методы решения конфликтов.

Тема 45 *Управленческий стресс и контроль над ним*

Здоровый образ жизни как основа антистрессовых ситуаций. Техника работы менеджера. Анализ индивидуальных стилей.

Тема 46 *Проведение производственных совещаний*

Основные виды производственных совещаний и решаемые на них задачи. Подготовка совещания и отработка рассматриваемых вопросов. Условия эффективного проведения совещаний.

Тема 47 *Принятие решений руководителем*

Необходимые качества решения. Основные факторы, влияющие на процесс принятия решения. Этапы процесса принятия решения. Модели поведения руководителя в процессе принятия решения.

Тема 48 *Проведение деловых переговоров*

Принципы и тактика ведения переговоров. Стадии ведения переговоров. Деловой протокол в переговорном процессе.

Тема 49 *Отбор, оценка и развитие персонала*

Техника отбора персонала. Аттестация и критерии оценки работы персонала. Необходимость и методы развития персонала. Стратегическое развитие персонала.

Учебное издание

*ДЕДИНКИН Андрей Петрович, ПОДОЛЬСКАЯ Валерия Николаевна*

**ОРГАНИЗАЦИЯ, ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ  
ПРОИЗВОДСТВОМ**

Учебно-методическое пособие

Редактор И. И. Э в е н т о в

Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а

Подписано в печать 17.05.2017 г. Формат бумаги 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>.

Бумага офсетная. Гарнитура Times. Печать на ризографе.

Усл. печ. л. 7,67. Уч.-изд. л. 7,78. Тираж 100 экз.

Изд. № 52. Зак. №

Издатель и полиграфическое исполнение:

Белорусский государственный университет транспорта

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий

№ 1/361 от 13.06.2014.

№ 2/104 от 01.04.2014.

Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель