

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономика и управление»

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология
машиностроения», 1-36 01 03 «Технологическое оборудование
машиностроительного производства»,
1-53 01 01 «Автоматизация технологических процессов
и производств (по направлениям)»
очной и заочной форм обучения*



Могилев 2021

УДК 658.5: 621
ББК 65.2/4: 34.4
О64

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Экономика и управление» «29» января 2021 г.,
протокол № 6

Составитель канд. экон. наук, доц. А. Г. Барановский

Рецензент канд. техн. наук, доц. Т. В. Пузанова

Даны темы практических занятий по курсу «Организация и управление
предприятием», задачи для решения, методические указания по их выполне-
нию, а также список литературы.

Учебно-методическое издание

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Ответственный за выпуск	И. В. Ивановская
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2021

Содержание

1 Обоснование варианта обновления оборудования в цехе	4
2 Принципы организации производственного процесса	10
3 Обоснование типа производства	12
4 Виды движения предметов труда	16
5 Производственная структура	18
6 Однопредметная поточная линия	20
7 Многопредметная поточная линия	23
8 Построение и расчёт сетевого графика	26
9 Оптимизация сетевого графика	28
10 Расчёт потребности в транспортных средствах	29
11 Организация ремонтного хозяйства	31
12 Расчёт потребности в инструменте	34
13 Фотография рабочего дня и хронометраж	38
14 Затраты на качество и потери от брака	43
15 Многостаночное обслуживание	44
16 Требования к руководителю	46
Список литературы	48

1 Обоснование варианта обновления оборудования в цехе

1.1 Характеристика ситуации и задание на её анализ

Исходные данные включают программу выпуска и технико-экономические показатели работы станков. Программа выпуска деталей N_x задаётся индивидуально: $N_x = 12500 + 1000x$, где x – номер студента по списку группы.

На участке механического цеха намечены мероприятия по обновлению парка оборудования с целью повышения его производительности. «Узким» местом на участке является токарная обработка детали типа «гильза». В настоящее время эта операция выполняется на универсальном оборудовании без применения средств механизации и автоматизации.

Руководство цеха поручило цеховой службе технолога разработать более эффективный вариант разработки данной детали при соблюдении ряда условий:

- обеспечить запланированный годовой выпуск в количестве 12500 шт.;
- высвободить рабочих для использования на смежном производственном участке.

В данной ситуации возможны два пути обновления оборудования в цехе: модернизация оборудования или замена действующего оборудования новым, более производительным. Работники цеховых служб (экономической, технологической, ремонтно-механической) по указанию руководства цеха подготовили варианты обновления оборудования, которые были обсуждены на совещании у начальника цеха. Установлено, что цех может приобрести автоматическое оборудование – токарные автоматы, которые по технико-эксплуатационным параметрам удовлетворяют технологическим требованиям обработки данной детали.

1.2 Исходные данные

Экономическая целесообразность приобретения токарного автомата или проведения модернизации решается на основе исходных данных (таблица 1.1).

Кроме того, известно, что действующие станки проработали три года, ликвидационная стоимость станка, т. е. стоимость металлолома, составляет 1200 р. Норма амортизационных отчислений установлена 13,3 % от стоимости оборудования. Затраты на модернизацию одного станка с применением специального инструмента составляют 2000 р.

1.3 Методические указания по выполнению необходимых расчётов

1 Определить потребное количество оборудования для выполнения заданной программы при существующем, модернизированном и новом методах обработки по формуле

$$C_p = \frac{A \cdot \kappa_1}{\Phi_{\text{д}}^{\text{об}} \cdot K_B \cdot 60}, \quad (1.1)$$

где C_p – расчетное количество станков;

A – годовая программа выпуска, шт.;

t_{um} – норма штучного времени на деталь, мин;

Φ_D^{OB} – действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования, ч; $\Phi_D^{OB} = 3960$ ч;

K_B – коэффициент выполнения норм.

2 Потребное количество основных рабочих для выполнения заданной программы определить по формуле

$$\chi_{OP} = \frac{A \cdot t_{um}}{\Phi_D^P \cdot K_B \cdot 60}, \quad (1.2)$$

где χ_{OP} – количество основных рабочих;

Φ_D^P – действительный годовой фонд времени рабочего, ч; $\Phi_D^P = 1820$ ч.

Расчеты сводятся в таблицу 1.2.

3 Определить размеры амортизационных отчислений и расходы на содержание и ремонт оборудования по существующему, модернизированному и новому методам. Расчеты сводятся в таблицу 1.3.

4 Рассчитать другие затраты на производство 100 деталей при существующем, модернизированном и новом методах обработки:

– основная зарплата с премией на 100 деталей определяется по формуле

$$Z_3 = T_C \frac{t_{um}}{60} \cdot 100 \cdot K_{PP}, \quad (1.3)$$

где T_C – часовая тарифная ставка, д. е.;

K_{PP} – коэффициент, учитывающий премии, $K_{PP} = 1,4$;

– затраты на электроэнергию определяются по формуле

$$Z_9 = \frac{M_D \cdot C_{II} \cdot \Phi_D^{OB} \cdot K_{исп}}{A} \cdot 100 \cdot K_{сп} \cdot Ц_9, \quad (1.4)$$

где M_D – установленная мощность двигателей станка, кВт;

C_{II} – принятое количество станков по варианту, шт.;

$K_{исп}$ – коэффициент использования оборудования по мощности;

$K_{сп}$ – коэффициент спроса, $K_{сп} = 0,65$;

$Ц_9$ – цена 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_9 = 0,31$ р.

5 Определить экономическую эффективность проведения модернизации и приобретения автоматического оборудования.

Таблица 1.1 – Исходные данные

Содержание операции	Оборудование					Норма расхода на ремонт и монтаж	Норма расхода инструмента на 100 деталей, р.		Рабочая сила				
	Наименование	Мощность двигателя, кВт	Коэффициент использования мощности	Оптовая цена, р.	Затраты на транспортировку и монтаж, % от оптовой цены		режущего	изменяющегося	приспособлений	Разряд рабочего	Часовая тарифная ставка, д. е.	Штучное время, мин	Коэффициент выполнения норм
Существующий метод													
Черновая обработка	Токарный станок	6,0	0,8	9400	10	7,2	3,0	0,42	0,7	2	2,5	21,0	1,1
Чистовая обработка	Токарный станок	6,0	0,8	9400	10	7,2	3,0	0,46	0,8	3	2,91	18,2	1,1
Модернизация													
Черновая и чистовая обработка	Токарный станок	9,5	0,8	9400	10	9,5	4,5	0,79	1,3	4	3,36	20,1	1,1
Новый метод													
Обработка на токарном автомате	Автомат токарный	14,0	0,85	36000	10	10,0	7,0	0,78	1,5	5	3,72	15,5	1,05

Таблица 1.2 – Расчет количества оборудования и рабочих

Метод обработки	Оборудование	Норма штучного времени, мин	Годовая программа выпуска, шт.	Действительный фонд времени одного станка, ч	Коэффициент выполнения норм	Количество станков, шт.		Действительный фонд работы рабочего, ч	Количество рабочих, чел.	
						расчетное	принятое		расчетное	принятое
Существующий метод										
Черновая обработка										
Чистовая обработка										
Итого										
Модернизация										
Черновая и чистовая обработка										
Новый метод										
Полная обработка на токарном автомате										

Таблица 1.3 – Расчет амортизационных отчислений и расходов на содержание и ремонт

Метод обработки	Кол-во оборудования, шт.	Оптовая цена, р.	Затраты на транспортировку и монтаж, р.	Балансовая стоимость оборудования, р.		Норма амортизационных отчислений, %	Годовая сумма амортизационных отчислений, р.	Амортизационные отчисления на 100 деталей, р.	Расходы на содержание и ремонт оборудования, р.		
				всего	на 100 деталей				на 100 р. стоимости оборудования	всего	на 100 деталей
Существующий метод											
Черновая обработка											
Чистовая обработка											
Итого											
Модернизация											
Черновая и чистовая обработка											
Новый метод											
Полная обработка на токарном автомате											

Экономическая целесообразность приобретения токарного автомата взамен действующих токарных станков или модернизации определяется путем сопоставления стоимостной оценки затрат.

Стоимостная оценка затрат по методам производится по формуле

$$Z_{\Gamma} = C_i + E_H \cdot K_i, \quad (1.5)$$

где Z_{Γ} – затраты на реализацию мероприятия на 100 деталей по i -му методу, р.;

C_i – себестоимость производства на 100 деталей по i -му методу, р.;

E_H – норматив приведения разновременных затрат, численно равный нормативу эффективности капитальных вложений, $E_H = 0,1$;

K_i – удельные капитальные вложения (балансовая стоимость) на 100 деталей по i -му методу, р.

Предполагается, что замененные станки не будут использоваться на данном и других заводах, а будут сданы в металлолом. Поэтому необходимо определить величину потерь на недоамортизированной стоимости оборудования. Сначала определяется амортизированная часть стоимости действующих станков K_A :

$$K_A = \frac{K_D \cdot H_A \cdot T}{100}, \quad (1.6)$$

где K_D – балансовая стоимость действующего оборудования, р.;

H_A – норма амортизации, %;

T – срок действия оборудования по существующему методу, лет.

Недоамортизированная стоимость K_{Π} действующих станков при их замене на 100 деталей составляет:

$$K_{\Pi} = [K_D - (K_A + K_{\text{л}} \cdot C_{\Pi})] \cdot \frac{100}{A}, \quad (1.7)$$

где $K_{\text{л}}$ – ликвидационная стоимость (стоимость металлолома), р.

Новое оборудование (и модернизация) должно окупить не только затраты на его приобретение, но и недоамортизированную стоимость по действующему оборудованию, т. е. её надо прибавить к стоимости нового (модернизируемого) оборудования. При этом учитывается фактически выбывающее оборудование. Также следует учесть, что при модернизации часть оборудования остается в производстве и для него потери от недоамортизации не учитываются.

Тогда удельные капитальные вложения по оптимальному (новому или модернизируемому) методу определяются по формуле

$$K_{H(M)} = K_{np} + K_n, \quad (1.8)$$

где $K_{H(M)}$ – удельные капитальные вложения по новому (модернизируемому) ме-

тоту на 100 деталей, р.;

$K_{пр}$ – стоимость приобретения (балансовая стоимость) нового оборудования на 100 деталей, р.

На основании произведенных расчетов определяется годовая экономия от снижения затрат на модернизацию или приобретение нового оборудования по формуле

$$\mathcal{E} = \frac{3_{Г.СУЩ} - 3_{Г.М(Н)}}{100} \cdot A, \quad (1.9)$$

где $3_{Г.СУЩ}$ – затраты по существующему методу, р.;

$3_{Г.М(Н)}$ – затраты по модернизированному (новому) методу обработки детали, р.

Определяется количество высвобождаемых рабочих $\Delta \mathcal{C}_{О.Р}$:

$$\Delta \mathcal{C}_{О.Р} = \mathcal{C}_{О.Р.СУЩ} - \mathcal{C}_{О.Р.М(Н)}, \quad (1.10)$$

где $\mathcal{C}_{О.Р.СУЩ}$ и $\mathcal{C}_{О.Р.М(Н)}$ – количество рабочих по существующему и выбранному методам, чел.

Отчёт по работе: заполненные расчётные таблицы; выводы с обоснованием выбранного варианта.

2 Принципы организации производственного процесса

Классическими принципами организации производственных процессов являются специализация, прямоточность, непрерывность, параллельность, пропорциональность, ритмичность и автоматичность.

Принцип пропорциональности реализуется, когда производительность оборудования на всех операциях технологического процесса пропорциональна трудоемкости обработки изделий на данных операциях. Нарушение этого принципа приводит к возникновению «узких» мест в производстве, к снижению эффективности функционирования всего предприятия. Принцип пропорциональности следует помнить при решении совершенно любых вопросов, т. к. «скорость эскадры определяется скоростью самого тихоходного судна».

Принцип параллельности. Одновременное (параллельное) выполнение отдельных частей технологического процесса. Уровень параллельности производственного процесса может быть охарактеризован при помощи коэффициента параллельности K_n , исчисляемого как соотношение длительности производственного цикла при параллельном движении предметов труда $T_{пр.ц}$ и фактической его длительности $T_{ц}$. Реализация данного принципа существенно сокращает производственный цикл изготовления изделия, время пролеживания деталей и, как следствие, снижает потребность в оборотных средствах.

Принцип прямоточности. Обеспечение кратчайшего пути предмета труда в

процессе производства. Соблюдение этого принципа ведет к упорядочению грузопотоков, сокращению грузооборота, уменьшению затрат на транспортировку.

$$K_{\text{прям}} = L_{\text{мин}} / L_{\text{ф}}, \quad (2.1)$$

где $L_{\text{мин}}$ – минимально возможный маршрут перемещения продукции при организации поточной линии, м;

$L_{\text{ф}}$ – фактическая протяжённость маршрута перемещения продукции, м.

Принцип непрерывности – сведение к минимуму всех перерывов в процессе производства конкретного изделия. Этот принцип обеспечивает сокращение цикла изготовления изделия и тем самым способствует повышению интенсификации производства. Нарушение принципа непрерывности вызывает перебои в работе (простои оборудования и рабочих), ведет к увеличению длительности производственного цикла и размера незавершенного производства.

Непрерывность обработки деталей можно характеризовать показателем

$$K_{\text{непр}} = T_{\text{раб}} / T_{\text{ц}}, \quad (2.2)$$

где $T_{\text{раб}}$ – продолжительность рабочего времени изготовления детали;

$T_{\text{ц}}$ – общая продолжительность нахождения детали в производстве, включая пролеживание на отдельных операциях, между рабочими местами и т. п.

Задача 1. Рассматриваются три последовательно выполняемые операции с нормами времени $t_1 = 6$ мин, $t_2 = 2$ мин, $t_3 = 4$ мин. Каждая операция осуществляется на одном рабочем месте. Определить часовую производительность каждого рабочего места и всей группы рабочих мест, коэффициент загрузки по рабочим местам, «узкое» место. Оценить, соблюдается ли принцип пропорциональности.

Задача 2. Обработка детали производится на различных станках. Продолжительность операций: первая – 10 мин, вторая – 20 мин, третья – 40 мин, четвертая – 10 мин. Определить количество оборудования для создания непрерывной линии.

Задача 3. Имеются три последовательно выполняемые операции с нормами времени $t_1 = 6$ мин, $t_2 = 2$ мин, $t_3 = 7$ мин, $T_4 = 1$ мин. Каждая операция осуществляется на одном рабочем месте. Разбить операции на технологические переходы и перекомпоновать их так, чтобы выполнялся принцип пропорциональности.

Задача 4. Выяснить, выполняется ли принцип пропорциональности для различных групп оборудования на основании данных таблицы 2.1.

Перераспределить производственную программу так, чтобы этот принцип соблюдался. По технологии производства можно перераспределять производственную программу между следующими группами оборудования: до 2800 ч

между станками групп ТК-2 и ТК-3, до 1200 ч между группами ТК-2 и РВ-1 и до 600 ч между РВ-2 и РВ-3. Подготовить выводы по результатам расчета.

Таблица 2.1 – Исходные данные

Группа оборудования	ТК-1	ТК-2	ТК-3	РВ-1	РВ-2	РВ-3	ФВ
Производственная программа, ч	9000	12800	8600	3220	5600	1800	1200
Пропускная способность группы, ч	8700	9200	11600	4600	5100	2400	1300

Задача 5. Определить «узкие» места на участке, производящем детали пресс-формы. Расшить «узкие» места с учётом того, что по технологии производства допустимо перераспределять работы между токарными и револьверными станками, а также между фрезерными и строгальными станками. При этом учесть различия в нормах времени по операциям. Рассчитать годовую производительность участка при условии, что ведущей группой оборудования являются шлифовальные станки. Режим работы участка – две смены. Эффективный годовой фонд времени работы станка – 4015 ч. Сведения о технологическом процессе представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Операции технологического процесса

Группа оборудования	Количество станков	Норма времени, мин	Коэффициент выполнения норм
Токарные станки	10	270	1,05
Револьверные станки	10	180	1,08
Фрезерные станки	7	140	1,1
Сверлильные станки	4	70	1,15
Строгальные станки	5	120	1,03
Шлифовальные станки	7	160	1,07

3 Обоснование типа производства

Тип производства количественно оценивается двумя показателями: средним показателем массовости γ_m и коэффициентом закрепления операций $K_{з.о}$.

Коэффициент закрепления операций $K_{з.о}$ характеризует среднее количество деталиеопераций на одно рабочее место и рассчитывается как

$$K_{з.о} = \frac{\sum O_i}{\sum P_i}, \quad (3.1)$$

где $\sum O_i$ – суммарное число различных операций;

$\sum P_i$ – суммарное число рабочих мест по операциям.

Определение типа производства по рассчитанным показателям γ_m и $K_{з.о}$

производится с помощью таблицы 3.1.

Таблица 3.1 – Количественная оценка показателей γ_m и $K_{з.о}$

Тип производства	Средний показатель массовости	Коэффициент закрепления операций
Массовое	1...0,6	1
Крупносерийное	0,5...0,1	2...10
Среднесерийное	0,1...0,05	11...22
Мелкосерийное	0,05 и менее	23...40
Единичное	–	Более 40

На начальной стадии проектирования для определения типа производства процессов механической обработки деталей можно воспользоваться таблицей 3.2.

Таблица 3.2 – Определение типа производства при механообработке

Тип производства	Количество обрабатываемых в год деталей одного наименования		
	массой св. 30 кг	массой от 8 до 30 кг	массой до 8 кг
Единичное	До 5	До 10	До 100
Мелкосерийное	5...100	10...200	100...500
Среднесерийное	100...300	200...500	500...5000
Крупносерийное	300...1000	500...5000	5000...50000
Массовое	Св. 1000	Св. 5000	Св. 50000

$$Y_m = \sum \frac{t_{ij}}{r_z m_i k_b}, \quad (3.2)$$

где t_{ij} – штучное время обработки i -й детали на j -й операции, мин;

m_i – число операций в технологическом процессе обработки i -й детали, шт.;

r_z – такт запуска i -й детали, мин;

k_b – средний коэффициент выполнения нормы времени, принятый в подразделении, $k_b \approx 1,1$.

Задача 1. Изготавливают вал массой 6,5 кг. Годовой объём выпуска $N = 120\,000$ шт. Технологический процесс состоит из шести операций:

- 005 – фрезерно-центровальная, $t_{um} = 1,8$ мин;
- 010 – токарно-копировальная, $t_{um} = 2,8$ мин;
- 015 – токарно-копировальная, $t_{um} = 3,5$ мин;
- 020 – шлифовальная, $t_{um} = 7$ мин;
- 025 – шлифовальная, $t_{um} = 1,8$ мин;
- 030 – шлифовальная, $t_{um} = 2,5$ мин.

По таблице 3.3 ориентировочно установить тип производства.

Для нахождения числа рабочих мест определить расчетное количество станков по операциям:

– в массовом производстве

$$m_{pi} = \frac{Nt_{um}}{60F_{\partial} \cdot \eta_{3.н}}, \quad (3.3)$$

где N – годовой объем выпуска изделий, шт.;

– в серийном производстве

$$m_{pi} = \frac{Nt_{um-к}}{60F_{\partial} \cdot \eta_{3.н}}, \quad (3.4)$$

где $t_{um(um-к)}$ – штучное (штучно-калькуляционное) время на операции, мин;

F_{∂} – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;

$\eta_{3.н}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Расчеты произвести, приняв $\eta_{3.н} = 0,75$ и действительный годовой фонд времени работы оборудования $F_{\partial} = 3987$ ч.

Таблица 3.3 – Расчет коэффициента закрепления операций

Номер операции	t_{um} , мин	Расчетное количество станков, шт.	Принятое количество станков, шт.	Фактический коэффициент загрузки	Расчетное число операций, шт.	Коэффициент закрепления операций
005	1,8	1,21	2,0	0,61	1,23	
Итого						

Расчётное количество операций, условно закрепленных за каждым рабочим местом рассматриваемого технологического процесса, определяется по формуле $O_i = \eta_{3.н} / \eta_{fi}$. Например, для первой операции $O_1 = 0,75 / 0,61 = 1,23$.

Определить коэффициент закрепления операций.

Задача 2 Изделие состоит из семи деталей, которые предполагается изготавливать на проектируемом механообрабатывающем участке. Планируемый объем производства равен 4000 изделий в год.

Применяемость деталей в изделии такова: деталь 1 используется в изделии в количестве 3 шт., деталь 2 – в количестве 2 шт., остальные детали – по 1 шт. в изделии. Принят двухсменный режим работы. Действительный фонд времени работы оборудования – 4000 ч. Коэффициент выполнения норм – 1,2.

Технологический процесс обработки деталей представлен в таблице 3.4.

Определить тип производства методами закрепления операций и массовости. Предварительно следует определить количество рабочих мест по операциям. Для этого рассчитывается суммарная трудоёмкость обработки деталей по каждой операции. Данный расчёт необходим для расчёта числа рабочих мест (затем для определения $K_{3.о}$) и весового коэффициента, необходимого для расчёта весового коэффициента при определении коэффициента массовости по детали.

Таблица 3.4 – Технологический процесс обработки деталей

Деталь	Штучное время операции, мин							Трудоемкость		Количество операций
	T1	T2	Св	Ф1	Ф2	Ст	Ш	детали, мин	программы, ч	
1	3	2	1	10	15	10	20	61	12200	7
2	10	2	3	20	15	–	5			
3	15	5	–	–	–	25	–			
4	–	–	10	30	20	–	10			
5	5	–	–	10	10	10	–			
6	15	5	–	–		20	5			
7	–	–	10	40	15	–	10			
Сумма										

Результаты расчётов можно свести в таблицу 3.5.

Таблица 3.5 – Количество рабочих мест по операциям

Операция	Суммарная трудоёмкость, ч	Расчётное число рабочих мест, шт.	Принятое число рабочих мест, шт.	Коэффициент загрузки
Токарная				
...				
Итого				

Суммарная трудоёмкость операции рассчитывается по всем деталям на основе данных по вертикали в таблице 3.4. Её можно определить перемножением штучного времени каждой детали на количество деталей и последующим суммированием. Например, для операции T1

$$(3 \cdot 3 + 10 \cdot 2 + 15 + 5 + 15) \cdot 4000 / 60 = 5867 \text{ ч.}$$

Результаты расчёта показателя массовости свести в таблицу 3.6.

Таблица 3.6 – Коэффициенты массовости по деталям

Шифр детали	Суммарная трудоёмкость деталей, ч	Показатель массовости детали	Весовой коэффициент
Деталь 1	5867	0,36	
...			
Итого	Σ	–	1

Коэффициент массовости по участку

$$\Upsilon = \sum \Upsilon_i d_i, \quad (3.5)$$

где d_i – весовой коэффициент i -й детали.

Расчёт коэффициентов массовости по деталям Υ_i можно выполнить без определения частных тактов по деталям:

$$\Upsilon = \frac{t_i}{m_i \cdot F_{\partial} \cdot K_n}, \quad (3.6)$$

где T_i – суммарная трудоёмкость деталей, ч;

m – число операций в техпроцессе обработки детали;

F_{∂} – годовой фонд времени работы оборудования, ч;

K_n – коэффициент выполнения норм;

T_i определяют перемножением суммарной трудоемкости детали i на программу выпуска деталей.

4 Виды движения предметов труда

При изготовлении партии одинаковых предметов труда может использоваться один из видов движения предметов по операциям: последовательный, параллельный и параллельно-последовательный.

Технологический цикл обработки деталей при последовательном виде движения T_{Π} определяется по формуле

$$T_{\Pi^{(посл.)}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{c_i}, \quad (4.1)$$

где n – число деталей в партии, шт.;

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

c_i – число рабочих мест на i -й операции.

Параллельный вид движения – это такой порядок передачи предметов труда, при котором каждая деталь (транспортная партия) передаётся на последующую операцию немедленно после окончания обработки на предыдущей операции.

Общая длительность технологического цикла определяется по формуле

$$T_{\Pi^{(пар.)}} = p \sum \frac{t_i}{c_i} + (n - p) \cdot \left(\frac{t_i}{c_i} \right)_{\max}, \quad (4.2)$$

где p – величина транспортной (передаточной) партии, шт.

Параллельно-последовательный вид движения – это такой порядок передачи предметов труда, при котором выполнение последующей операции начинается до окончания обработки всей партии на предыдущей операции, т. е. имеется параллельность выполнения операций.

Общая продолжительность технологического цикла при параллельно-последовательном виде движения определяется по формуле

$$T_{\Pi^{(пар.-посл.)}} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{c_i} - (n - p) \cdot \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{c_i} \right)_{\min}, \quad (4.3)$$

где $\sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{c_i} \right)_{\min}$ – сумма минимальных (коротких) технологических циклов из каждой пары смежных операций.

Задача 1. Величина обрабатываемой партии – 20 шт. На каждой операции одно рабочее место. Нормы времени по операциям приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные

Номер операции	1	2	3	4	5
Норма времени, ч	3	7	5	4	1

Исследовать, какое влияние на длительность технологического цикла при параллельном и параллельно-последовательном видах движения предметов труда оказывают:

- изменение величины обрабатываемой партии: 10, 5, 4, 2 и 1;
- изменение последовательности выполнения операций. Варианты последовательности: первый – исходный; второй – поменять местами операции 1 и 2; третий – расположить операции по возрастающей продолжительности; четвёртый – расположить операции по убывающей продолжительности;
- вторую операцию разделить на две (трёхминутную и четырёхминутную);
- на второй операции три рабочих места, а на четвёртой – два. Величину передаточной партии при этом принять 1.

Сформулировать выводы о влиянии факторов на длительность производственного цикла.

Задача 2. Собирается механизм, состоящий из двух узлов и деталей. Исходные данные представлены в таблицах 4.2 и 4.3, а также на рисунке 4.1.

Построить цикловой график и определить общую продолжительность изготовления сборочных единиц, а также установить сроки запуска в производство всех деталей и узлов, если срок окончания изготовления изделия 1 ноября.

Таблица 4.2 – Длительность цикла изготовления деталей

Деталь	Д-1	Д-2	Д-3	Д-11	Д-12	Д-21	Д-22	Д-23
Длительность цикла изготовления деталей, дн.	8	6	2	3	4	9	6	5

Таблица 4.3 – Длительность производственных циклов сборки узлов

Узел	М	СБ-1	СБ-2
Длительность цикла сборки, дн.	5	3	4

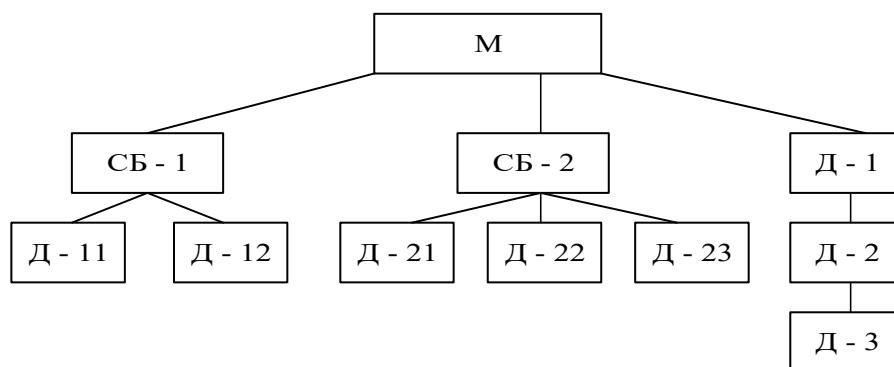


Рисунок 4.1 – Схема сборки механизма

5 Производственная структура

Структура предприятия – это состав и соотношение его внутренних звеньев: цехов, участков, отделов, лабораторий и других подразделений, составляющих единый хозяйственный объект, и совокупность взаимосвязей между ними.

По характеру деятельности цехи предприятия подразделяются на:

- основные, вырабатывающие продукцию, определяющую основное назначение предприятия;
- вспомогательные (энергетические, ремонтные, инструментальные и др.), обеспечивающие бесперебойную и эффективную работу основных цехов;
- обслуживающие цехи и хозяйства, выполняющие операции по транспортировке и хранению материально-технических ресурсов и готовой продукции;
- побочные цехи, изготавливающие продукцию из отходов основного производства или их утилизирующие;
- экспериментальные (исследовательские) цехи, занимающиеся подготовкой и испытанием новых изделий, разработкой новых технологий.

Для количественного анализа производственной структуры используется широкий круг показателей, характеризующих:

- размеры производственных подразделений предприятия по величине выпуска продукции, численности работников, мощности энергетических установок;
- степень централизации отдельных производств на предприятии;
- соотношение между основными и вспомогательными подразделениями по численности работников, размеру производственной площади, стоимости основных средств;
- пропорциональность входящих в состав предприятия производственных подразделений;
- уровень специализации отдельных производственных подразделений;
- эффективность пространственного размещения предприятия;
- характер взаимосвязи между подразделениями и др.

Задача 1. В состав машиностроительного завода входят цехи: литейный, кузнечный, модельный, электроремонтный, втулок, шасси, мостов, механиче-

ский, термический, металлопокрытий, сборочный, инструментальный, ремонтно-механический, транспортный, тарный, металлоконструкций, монтажный, тары, упаковки, ширпотреба.

Распределить цехи по видам: основные, вспомогательные, обслуживающие, подсобные и побочные. Основные цехи сгруппировать по следующим признакам: специализация (предметная и технологическая); технологическая стадия (заготовительная, обрабатывающая и сборочная).

Задача 2. На машиностроительном предприятии выполняются следующие производственные процессы: литьё, горячая ковка, штамповка, ремонт зданий и сооружений, изготовление и ремонт технологической оснастки, транспортирование грузов, хранение материальных ценностей, механическая и термическая обработка деталей, контроль качества, сборка деталей в узлы, сборка узлов в машины. Распределить эти процессы на основные, вспомогательные и обслуживающие.

Задача 3. На машиностроительном заводе занято 2500 чел. Структура завода включает цехи, перечисленные в таблице 5.1.

Определить численность работников, занятых в основном, вспомогательном и обслуживающем процессах, удельный вес занятых в основном и вспомогательном производствах. Дать предложения по устранению мелких излишних подразделений и включению их в состав других цехов в соответствии со специализацией.

Таблица 5.1 – Подразделения предприятия

Подразделение	Численность, чел.
Литейный цех	300
Цех раскроя	80
Механический цех	360
Цех металлопокрытий	70
Термический цех	100
Сборочный цех	340
Участок сварки	60
Модельный цех	60
Энергомеханический цех	50
Электроремонтный цех	150
Ремонтно-механический цех	120
Участок запчастей для ремонта	40
Транспортный цех	70

Задача 4. В состав механического цеха входят два участка: 1 и 2, специализированные по технологическому признаку. На участках осуществляется выпуск различных деталей небольшими сериями. Планируется углубление специализации цеха для увеличения выпуска корпусных деталей. Данные об изменении технико-экономических показателей приведены в таблице 5.2.

Целесообразна ли специализация участка 1 по предметному признаку?

Таблица 5.2 – Техничко-экономические показатели цеха

Уча- сток	Количество рабочих мест		Количество технологиче- ских операций		Средняя тру- доёмкость операции, мин		Время транс- портных операций, ч		Длительность производ- ственного цикла, ч	
	Специализация									
	тех- ноло- гиче- ская	пред- метная	тех- ноло- гиче- ская	пред- метная	тех- ноло- гиче- ская	пред- метная	тех- ноло- гиче- ская	пред- метная	тех- ноло- гиче- ская	пред- метная
1	37	32	592	360	10	15	8	2	130	70
2	34	39	488	720	12	11	10	11	150	170

6 Однопредметная поточная линия

Основным звеном поточного производства является поточная линия – совокупность специализированных рабочих мест (оборудования), на которых производственные операции выполняются с характерными признаками поточного производства.

Такт потока (выпуска) – интервал времени, через который периодически производится выпуск изделий или заготовок определённого наименования, типоразмера и исполнения. Определяется такт по формуле

$$r = \frac{\Phi_{\text{д}} \cdot 60}{N}, \quad (6.1)$$

где $\Phi_{\text{д}}$ – действительный фонд времени работы поточной линии (за сутки, смену) с учётом регламентированных перерывов, ч;

N – программа запуска (выпуска) изделий в натуральном выражении за этот же период времени, шт.

Рабочий такт поточной линии определяется по формуле

$$T_{\text{в}} = \frac{(T_{\text{см}} - T_{\text{пер}}) \cdot n}{N_{\text{з}}}, \quad (6.2)$$

где $T_{\text{см}}$ – сменный фонд времени, мин;

$T_{\text{пер}}$ – регламентированные перерывы, мин (можно принять 20...30 мин);

n – сменность работы поточной линии;

$N_{\text{з}}$ – суточная программа запуска, шт.

Число рабочих мест на i -й операции поточной линии определяется по формуле

$$c_{p_i} = \frac{t_i}{r}, \quad (6.3)$$

где t_i – штучное время на выполнение i -й операции, мин.

Коэффициент загрузки рабочих мест (оборудования) на каждой операции определяется по формуле

$$k_{z_i} = \frac{c_{p_i}}{c_{n_i}}, \quad (6.4)$$

где c_{n_i} – принятое число рабочих мест на i -й операции.

В поточном производстве различают технологический, транспортный, страховой и оборотный заделы.

Межоперационная величина оборотного задела определяется как разность количества предметов труда по операциям за определённый период времени, а максимальное значение рассчитывается по формуле

$$Z_{об}^{max} = \frac{T \cdot c_i}{t_i} - \frac{T \cdot c_{i+1}}{t_{i+1}}, \quad (6.5)$$

где T – период работы на смежных операциях при неизменном количестве работающего оборудования, мин;

c_i, c_{i+1} – число единиц оборудования (рабочих мест) на смежных (i -й и $i + 1$) операциях в течение периода T ;

t_i, t_{i+1} – норма времени на этих операциях.

Задача 1. На поточной линии обрабатывается ведущая шестерня. Необходимо:

- определить такт линии, потребное число рабочих мест на операциях и их загрузку (формулы (6.1)–(6.4));
- составить план-график работы оборудования и рабочих на линии;
- определить штат рабочих на линии, учитывая возможность совмещения, и установить регламент работы для рабочих-совместителей;
- рассчитать величину оборотных заделов и составить график их движения.

Суточная программа для линии – 400 шт.; линия работает в две смены; период комплектования задела – смена. Технологический процесс представлен в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Технологический процесс

Операция	Норма времени, мин
1 Фрезеровать торец	7,7
2 Предварительно обточить	3,1
3 Обточить конус	1,8
4 Окончательно обточить	3
5 Нарезать зубья шестерни	11,4
6 Предварительно шлифовать шейки	2,4
7 Фрезеровать резьбу	0,6

Все расчеты свести в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 – План-график работы оборудования и рабочих на прямоточной линии

Но- мер опе- рации	Штучная норма времени t_i , мин	c_p	c_{np}	Но- мер стан- ка	Загруз- ка станка, %	Время работы станка, мин	Ис- пол- ни- тель	Период комплектова- ния задела $R = 480$ мин
1	6,7	1,4	2	1	100	480	А	
				2	40	192	Б	
2	2,9	0,6	1	3	60	288	Б	

Рассчитаем заделы для приведенного фрагмента план-графика линии.

Между операциями два отрезка времени с неизменным составом работающих станков:

$T_{1,2}^I = 192$ мин ($480 \times 0,4$), когда на первой операции работает два станка, а на второй – 0 (станок выключен);

$T_{1,2}^{II} = 288$ мин ($480 \times 0,6$) – на первой операции работает один станок (второй остановлен) и на второй операции тоже один станок (включён).

$$Z_{об_{1,2}}^I = \frac{192 \cdot 2}{6,7} - \frac{192 \cdot 0}{2,9} \approx 57;$$

$$Z_{об_{1,2}}^{II} = \frac{288 \cdot 1}{6,7} - \frac{288 \cdot 1}{2,9} \approx -57.$$

Тогда $Z_{об_{1,2}}^I + Z_{об_{1,2}}^{II} = 57 + (-57) = 0$.

Движение оборотных заделов на линии может быть показано графически в виде эпюр в таблице 6.3.

Таблица 6.3 – График движения межоперационных оборотных заделов

Номер операции	Период комплектования задела $R = 480$ мин
1	
Задел между операциями 1 и 2	
2	

7 Многопредметная поточная линия

Задача 1. Изделия А, Б, В, Г и Д имеют конструктивное сходство и могут быть изготовлены по типовому технологическому процессу, представленному в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Программа многопредметной поточной линии

Операция	Норма времени по изделию, мин				
	А	Б	В	Г	Д
Токарная	10,8	8,5	7,3	–	12,1
Токарная	9,1	7,8	6,5	12,1	10,2
Фрезерная	17,7	20,3	–	17,2	21,3
Сверлильная	3,7	2,8	1,9	4,8	5,1
Строгальная	5,8	6,8	8,1	7,8	9,2
Токарная	5,1	4,8	3,61	7,2	8,3
Шлифовальная	10,1	9,2	10,2	8,8	12,1
Месячная программа, шт.	900	1 000	500	1 400	2 000
Время наладки, мин	35	35	25	30	40

Порядок расчёта многопредметной поточной линии. Для многопредметных поточных линий в общем случае рассчитывают частные такты для каждой из деталей. Порядок расчёта частных тактов следующий. Определим:

- суммарную трудоёмкость по каждой детали в часах (сумма штучных времен по операциям, деленная на 60);
- трудоемкость месячной программы выпуска по деталям (трудоемкость одной детали, умноженная на программу выпуска);
- общую трудоёмкость программы выпуска деталей линии (сумма трудоемкостей изготовления всех деталей);
- долю трудоёмкости каждой детали в общей трудоёмкости линии (общая трудоемкость по данной детали, деленная на суммарную трудоемкость всех деталей);
- часть общего фонда времени работы линии Φ_i , приходящуюся на каждую деталь (общий фонд времени линии, умноженный на долю трудоемкости данной детали в общем фонде времени работы линии);
- частный такт (Φ_i , деленный на программу выпуска i -й детали).

Расчёт частных тактов и других показателей многопредметной поточной линии приведен в таблице 7.2. Данные примера не соответствуют данным задачи 7.1.

Расчётное число рабочих мест на операциях будет различным для каждой из деталей. Принимают число рабочих мест на операции по детали с наибольшим их расчётным значением. Например, штучное время по первой операции составляет для детали А – 8,2 мин, детали Б – 6,3 мин, детали В – не обрабатывается, детали С – 12, 1 мин и детали Д – 11,8 мин. Порядок обоснования необходимого числа рабочих мест приведен в таблице 7.3.

Таблица 7.2 – Частные такты и сменный выпуск поточной линии

Показатель	Единица измерения	Деталь					Значение
		1	2	3	4	5	
Трудоёмкость детали	ч	1,1	0,8	1,05	0,95	1,2	
Суммарная трудоёмкость	ч	1320	720	630	1425	2160	6255
Доля трудоёмкости i -й детали		0,211	0,115	0,101	0,228	0,345	1,0
Часть фонда времени для i -й детали	мин	4178	2277	2000	4514	6831	19800
Частный такт	мин	3,48	2,53	3,33	3,01	3,8	
Месячная программа	шт.	1200	900	600	1500	1800	
Сменный выпуск	шт.	129	178	135	150	118	
Суточная программа	шт.	55	41	27	68	63	

Коэффициент загрузки оборудования определяют делением суммарной $T_{оп}$ трудоёмкости операции на количество рабочих мест $C_{пр}$, умноженное на месячный фонд времени работы оборудования F_m .

Таблица 7.3 – Расчёт принятого числа рабочих мест

Операция	Расчётное значение рабочих мест для детали					$C_{пр}$	K_z
	1	2	3	4	5		
1	2,36	2,49	—	4,02	3,12	4	0,651
...							
m							

Расчет минимального размера партии n_{min} основан на экономически рациональном использовании оборудования. Расчет ведется по формуле

$$n_{min} = \frac{t_{nz}(1-a)}{t_{ум} \cdot a}. \quad (7.1)$$

При упрощенном методе размер партии определяется по формуле

$$n = \frac{t_{nz}}{t_{умi} \cdot a}, \quad (7.2)$$

где t_{nz} – время на переналадку оборудования, мин;

$t_{ум}$ – штучное время по ведущей (наиболее продолжительной) операции, мин/шт.;

a – коэффициент допустимых потерь времени на переналадку оборудования.

Значения коэффициента находятся в пределах 0,02...0,12 и зависят от себестоимости единицы продукции и типа производства: крупносерийное – 0,02...0,05; среднесерийное – 0,03...0,08; мелкосерийное – 0,05...0,12.

Например, для детали 1

$$n = \frac{30}{0,02 \cdot 14,8} = 101.$$

Допустимый процент потерь на переналадку равен 2 %.

Возможный сменный выпуск можно определить делением продолжительности смены на такт для детали.

Стандарт-план строится на период, равный наибольшему отрезку времени чередования партий изделий, который обычно принимают равным месяцу из расчёта 22 рабочих дня.

Количество запусков детали за месяц n_z определяют делением месячной программы на принятый размер партии.

Порядок расчёта изложен в таблицах 7.4 и 7.5.

Таблица 7.4 – Основные показатели многопредметной поточной линии

Операция	Единица измерения	Норма времени по изделию, мин					Общее число запусков
		1	2	3	4	5	
Частный такт	мин	3,48	2,53	3,33	3,01	3,8	
Месячная программа	шт.	1200	900	600	1500	1800	
Время переналадки	мин	30	30	20	20	35	
Максимальная по продолжительности операция		14,8	16,2	12,1	10,2	18,5	
Сменный выпуск	шт.	129	178	135	150	118	
Суточная программа	шт.	55	41	27	68	63	
Расчётная партия	шт.	101	93	83	98	95	
Принятая партия	шт.	129	178	135	150	118	
Расчётное количество запусков	раз	9,3	5,05	4,44	10	15,2	
Принятое количество запусков в месяц	раз	10	5	4	10	15	44
Скорректированная партия	шт.	120	180	150*	150	120	
Периодичность запуска	дн.	2	4	5	2	1,5	
Длительность цикла	см.	1	1	1	1	1	
Задел деталей	см.	2,2	4,4	5,5	2,3	1,9	

Примечание – Скорректированная партия на 11 % превышает сменную производственную мощность по данной детали. Два варианта решения этой проблемы: 4 раза в месяц удлинять смену на 50 мин (очевидно, это должна быть вторая смена) или сократить партию до 120 шт. и один раз в месяц практиковать дополнительную 45 смену в одну из суббот

Таблица 7.5 – Стандарт-план многопредметной поточной линии

Де- галь	Месяч- ная прог- рамма	Такт	Раз- мер пар- тии	Число запус- ков	Перио- дич- ность	T _ц , см.	День месяца																					
							1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	1200	3,48	120	10	2	1			1		1		1		1		1		1		1		1		1		1	
2	900	2,53	180	5	4	1		1				1				1					1				1			
3	600	3,33	150	4	5	1				1			1				1				1				1			
4	1500	3,01	150	10	2	1	2		2		2		2		2		2		2		2		2		2		2	
5	1800	3,8	120	15	1,5	1	1	2		2		2		2		2		2	1	2		2		2		2	1	2
Примечание – 1 – первая смена; 2 – вторая смена																												

8 Построение и расчёт сетевого графика

Сетевой график – это чертеж процесса управления или графическое изображение процесса управления. Работами называются процессы (действия), приводящие к достижению определенных результатов, т. е. событий. Событием является момент завершения работ.

При расчёте сетевой модели графическим методом определяются следующие параметры.

1 Ранний срок свершения события t_p . Ранний срок свершения исходного события i принимается равным 0, т. е. $t_{pi} = 0$.

Ранний срок свершения следующего события j равен раннему сроку свершения исходного события (первое или нулевое) плюс продолжительность работы t_{ij} , т. е.

$$t_{pj} = t_{pi} + t_{ij} = 0 + t_{ij}. \quad (8.1)$$

Если в какое-то событие j входит две или несколько работ, то ранний срок свершения этого события определяется как

$$t_{pj} = (t_{pi} + t_{ij})_{\max}. \quad (8.2)$$

2 Поздний срок свершения события. Определение поздних сроков свершения событий начинается с завершающего события, т. е. с конца графика, и ведётся строго в обратном порядке, приближаясь к исходному событию.

Поздний срок свершения завершающего события G равен его раннему сроку, т. е.

$$t_{nG} = t_{pG}. \quad (8.3)$$

Поздний срок свершения предыдущего события t_{ni} определяется как разность между поздним сроком свершения завершающего события t_{nG} и продол-

жительностью работы t_{ij} :

$$t_{ni} = t_{n_G} - t_{ij}. \quad (8.4)$$

Если из какого-либо события i выходит две или несколько работ, то поздний срок свершения этого события i определяется по формуле

$$t_{ni} = (t_{nj} - t_{ij})_{\min}. \quad (8.5)$$

3 Резерв времени событий. Резерв времени события определяется как разность между его поздним и ранним сроками свершения:

$$P_i = t_{ni} - t_{pi}. \quad (8.6)$$

4 Критический путь. Определение критического пути ведётся от исходного события к завершающему. Продолжительность критического пути максимальна и она определяет продолжительность выполнения всего комплекса работ. Работы и события, лежащие на критическом пути, не имеют резервов. На графике критический путь отмечается жирной линией.

Задача 1. Даны работы А, Б, В, Г, Д. Работы А, Б, В можно выполнять параллельно, начиная из одного события. Работу Г можно начинать после окончания работ А и Б, работу Д – после окончания работ Б и В. Построить сетевой график выполнения работ.

Задача 2. Построить сетевую модель комплекса работ по технологической подготовке производства опытного образца изделия. Произвести расчет параметров сети графическим методом. Данные приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1 – Исходные данные для построения сетевого графика

Наименование работ	Код работы	Продолжительность работы, дн.
1 Получение рабочих чертежей из ОКБ	0,1	1
2 Разработка маршрутной технологии	1,2	10
3 Разработка технологии заготовок	2,4	8
4 Разработка технологии механической обработки	2,6	15
5 Разработка технологии сборки	2,5	5
6 Выдача заказов на проектирование оснастки для горячих цехов	4,8	2
7 Выдача заказов на проектирование оснастки для механических цехов	6,7	2
8 Выдача заказов на проектирование оснастки для сборки	5,9	2
9 Проектирование оснастки для горячих цехов	8,10	20
10 Проектирование оснастки для механообработки	7,10	10
11 Проектирование оснастки для сборки	9,10	10
12 Изготовление оснастки	10,14	40

Окончание работы 8.1

Наименование работ	Код работы	Продолжительность работы, дн.
13 Изготовление деталей и изделия	14,15	30
14 Сборка узлов изделия	15,16	10
15 Общая сборка изделия	16,17	12
16 Выдача заказа для проектирования стенда	5,11	5
17 Проектирование стенда	11,12	30
18 Изготовление деталей стенда	12,13	25
19 Сборка и доводка стенда	13,17	6
20 Испытание изделия	17,18	6
21 Заказ материалов и покупных деталей	1,3	6
22 Получение материалов со склада	3,14	6
23 Получение покупных деталей	3,15	30

9 Оптимизация сетевого графика

Оптимизация сетевой модели представляет собой процесс поиска путей перераспределения ресурсов (исполнителей) с целью сокращения продолжительности критического пути и обеспечения равномерной загрузки.

При оптимизации сетевых графиков при ограниченных ресурсах существует ряд способов, рассмотрим два из них: отнесение начала выполнения работ за счет использования полных резервов работ; увеличение продолжительности работ за счет использования свободных резервов времени работ.

При проведении оптимизации:

1) рассчитываются временные параметры сетевого графика;
 2) составляются линейная диаграмма и график ежедневной потребности ресурса – карта проекта. Линейная диаграмма строится следующим образом. На ось абсцисс наносится равномерная шкала времени t . Каждая работа изображается отрезком, параллельным оси абсцисс, длиной, равной продолжительности работы. Фиктивные работы изображаются точками. Работы наносятся снизу вверх одна над другой в порядке возрастания индекса работы j ;

3) по графику ежедневной потребности, изображенной на карте проекта, определяются дни, где недостает исполнителей, и дни, когда имеется резерв в исполнителях;

4) в зависимости от способа оптимизации:

– при оптимизации первым способом рассчитывается первый участок до окончания одной из работ и анализируется возможность передвинуть вправо некоторые работы. Применяется следующая очередность составления работ на данном участке: участок критического пути; работы, не законченные в предыдущем периоде; работы в последовательности уменьшения полного резерва. При этом учитываются фронт и коэффициенты напряженности работ;

– при оптимизации вторым способом более равномерное распределение численности исполнителей достигается за счет использования свободных

резервов времени работ. Корректируются временные оценки работ, имеющие свободные резервы.

Задача 1. Построить сетевой график и провести его оптимизацию по данным таблицы 9.1. Численность работников подразделения – 5 чел. В данном примере можно одновременно обеспечить равномерную загрузку исполнителей и сократить продолжительность выполнения работ.

Таблица 9.1 – Исходные данные к задаче 1

Код работы	Продолжительность работы, недель	Численность исполнителей, чел.
0–1	6	2
0–2	2	3
1–2	1	6
1–3	7	3
2–3	3	4

Задача 2. Необходимо оптимизировать сетевой график (рисунок 9.1) по времени выполнения при ограниченном ресурсе исполнителей 10 чел.. Для простоты принимаем один вид исполнителей – конструкторы. Над стрелками (работами) указана продолжительность работ, а под стрелками (в квадрате) – число исполнителей.

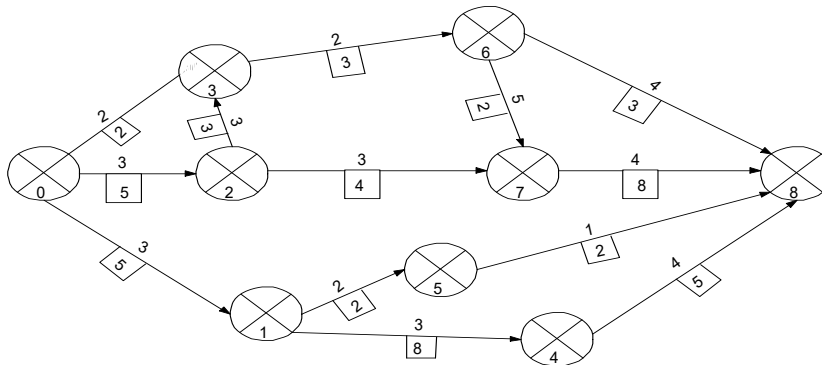


Рисунок 9.1 – Исходные данные для задачи 2

10 Расчёт потребности в транспортных средствах

Для расчета потребности в определенных видах транспортных средств и для последующей организации их работы необходимо определить грузообороты завода и цеха, грузовые потоки и номенклатуру транспортных грузов.

Количество транспортных средств для перевозки грузов N можно найти из выражения

$$N = Q / W, \quad (10.1)$$

где Q – количество перевозимых грузов (грузопоток), т (за смену, сутки, месяц или год);

W – производительность транспортного средства, т/ед. (часовая, суточная, месячная или годовая).

Производительность транспортного средства

$$W = q \cdot \gamma \cdot n, \quad (10.2)$$

где q – грузоподъёмность транспортного средства, т;
 γ – коэффициент использования грузоподъёмности;
 n – количество ездов с грузом.
 Количество ездов находят как

$$n = T / t_p, \quad (10.3)$$

где T – время работы транспортного средства, ч (смена, время за сутки – время в наряде, месячный фонд времени работы транспортного средства или годовой фонд времени);

t_p – время рейса, ч.

Время рейса составляет:

$$t_p = t_{\partial\partial} + t_{n-p}, \quad (10.4)$$

где $t_{\partial\partial}$ – время ездки в течение рейса, ч;

t_{n-p} – время погрузки-разгрузки, ч.

Задача 1. Зафиксированы следующие грузопотоки на предприятии:

- со станции железной дороги на заводскую станцию – 10 000 т;
- с заводской станции на станцию железной дороги – 7500 т, в цех 1 – 2000 т и в цех 2 – 8 000 т;
- из цеха 1 в цех 2 – 1 500 т и в отвал – 500 т;
- из цеха 2 в цех 3 – 7 500 т и в отвал – 2 000 т;
- из цеха 3 на заводскую станцию – 7 500 т;
- из отвала на станцию железной дороги – 2 500 т.

Составить шахматную ведомость грузопотоков на предприятии.

Задача 2. По данным таблицы 10.1 рассчитать величину грузооборота на производственном участке для трёх вариантов размещения станков и выбрать оптимальный вариант.

Задача 3. Определить время, в течение которого транспортное средство должно пройти весь путь по кольцевому маршруту.

Длина кольцевого маршрута (из пяти пунктов назначения) – 900 м, скорость движения транспортного средства – 100 м/мин. Время на погрузку транспортного средства в каждом пункте установлено 7 мин, на разгрузку – 5 мин.

Задача 4. Определить необходимое число транспортных средств для внутризаводской перевозки грузов.

Таблица 10.1 – Варианты размещения оборудования и грузопотоки

Вес деталей, кг	Вариант размещения (расстояние в метрах)		
	первый	второй	третий
260	12	15	9
160	18	21	15
80	12	13	14
50	16	20	14
210	11	17	20
100	18	15	15

Транспортные средства движутся по кольцевому маршруту и должны обслужить грузопоток, равный 40 т в смену. Грузоподъемность транспортного средства – 1,2 т. Коэффициент использования грузоподъемности – 0,96. Длина пути – 240 м. Средняя скорость – 20 м/мин. Число пунктов доставки грузов – 6. Продолжительность одной загрузки – 8 мин, разгрузки – 3 мин.

Задача 5. Требуется осуществить вывоз 200 т груза в течение двух суток. Используются автомобили грузоподъемностью 3 т. Условия работы: время в наряде – 12 ч; расстояние перевозки – 15 км; время простоя под погрузкой-разгрузкой – 30 мин; скорость – 30 км/ч; коэффициенты: использования пробега – 0,5, грузоподъемности – 0,8.

11 Организация ремонтного хозяйства

Для предупреждения нерациональных потерь в производстве и сокращения затрат на ремонт служит *система планово-предупредительного ремонта* (система ППР). В ее основе заложены работы по *техническому обслуживанию* (ТО) оборудования и по выполнению плановых ремонтов – *текущих (малых) (Т), средних (С) и капитальных (К)*.

Длительность ремонтного цикла определяется по формуле

$$T_{pc} = A \cdot \beta_n \cdot \beta_m \cdot \beta_y \cdot \beta_m, \quad (11.1)$$

где A – нормативное время работы станка в течение ремонтного цикла, ч (для металлорежущих станков – 16800 ч);

β_n – коэффициент, учитывающий тип производства (для массового и крупносерийного – 1, для серийного – 1,3, для мелкосерийного и единичного – 1,5);

β_m – коэффициент, учитывающий род обрабатываемого материала для металлорежущих станков нормальной точности (при обработке стали – 1,0, алюминиевых сплавов – 0,75, чугуна и бронзы – 0,8);

β_y – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации оборудования (для металлорежущих станков в нормальных условиях механического цеха при работе металлическим инструментом – 1,1, для станков, работающих абразивным инструментом без охлаждения, – 0,7);

β_m – коэффициент, учитывающий особенности весовой характеристики станков (для лёгких и средних металлорежущих станков – 1,0, для крупных и тяжёлых – 1,35, для особо тяжёлых и уникальных – 1,7).

Межремонтный период определяется по формуле

$$T_{mp} = \frac{T_{pc}}{n_c + n_m + 1}, \quad (11.2)$$

где n_c , n_m – число средних и текущих ремонтов на один ремонтный цикл соответственно.

Межосмотровой период (периодичность технического обслуживания) определяется по формуле

$$T_{mo} = \frac{T_{pc}}{n_c + n_m + n_{mo} + 1}, \quad (11.3)$$

где n_{mo} – число осмотров за ремонтный цикл.

Трудоёмкость ремонтных работ и технического обслуживания в течение ремонтного цикла рассчитывается по количеству и сложности установленного оборудования, продолжительности и структуре ремонтного цикла, утверждённым нормам затрат труда на единицу ремонтной сложности по формуле

$$T_p = \sum_1^{n_k} r_k \cdot t_k + \sum_1^{n_c} r_c \cdot t_c + \sum_1^{n_m} r_m \cdot t_m + \sum_1^{n_{mo}} r_{mo} \cdot t_{mo}, \quad (11.4)$$

где r_k , r_c , r_m , r_{mo} – количество ремонтных единиц (категория сложности) оборудования соответствующих ремонтных работ;

t_k , t_c , t_m , t_{mo} – нормы времени на одну ремонтную единицу соответственно капитального, среднего, текущего ремонта и технического обслуживания (таблица 11.1).

Таблица 11.1 – Нормы времени ремонтных работ на одну ремонтную единицу

Ремонтная операция	Норма времени, ч			
	Слесарные	Станочные	Прочие (окрасочные, сварочные и др.)	Всего
Техническое обслуживание перед капитальным ремонтом	1,0	0,1	–	1,1
Техническое обслуживание	0,75	0,1	–	0,85
Текущий (малый) ремонт	4,0	2,0	0,1	6,1
Средний ремонт	16,0	7,0	0,5	23,5
Капитальный ремонт	25,0	10,0	2,0	35,0

Простои оборудования из-за ремонта i -го вида определяются по нормам простоя в ремонте и количеству ремонтных единиц ремонтируемого оборудо-

вания по формуле

$$П_{pi} = H_{npi} \cdot r_i, \quad (11.5)$$

где H_{npi} – норма простоя в ремонте на одну ремонтную единицу по i -му виду ремонтных работ, сут (таблица 11.2);

r_i – количество ремонтных единиц оборудования по i -м видам ремонтных работ.

Таблица 11.2 – Нормы простоя в ремонте на одну ремонтную единицу

В сутках

Ремонтная операция	При работе бригады	
	в одну смену	в две смены
Текущий (малый) ремонт	0,25	0,14
Средний ремонт	0,65	0,33
Капитальный ремонт	1,00	0,54

Величина трудоёмкости ремонтных работ и технического обслуживания является основой для определения численности ремонтных рабочих:

$$Ч_p = \frac{T_p^{год}}{\Phi_o \cdot K_e}, \quad (11.6)$$

где $T_p^{год}$ – годовая трудоёмкость ремонтных работ и технического обслуживания, ч;

Φ_o – годовой действительный фонд времени работы одного рабочего, ч;

K_e – коэффициент выполнения норм выработки, $K_e = 1,05 \dots 1,2$.

Задача 1. Рассчитать длительность ремонтного цикла, межремонтного и межосмотрового периодов группы станков, работающих в условиях механического цеха крупносерийного производства, по данным таблицы 11.3. Станки работают в две смены.

Таблица 11.3 – Исходные данные к задаче 1

Станок	Год выпуска	Категория ремонтной сложности	Материал	Дата последнего воздействия	Вид воздействия
Легкий сверлильный	2017	7	Алюминий	Август 2017	ТР 1
Средний токарный	2007	11	Чугун	Октябрь 2017	ТОЗ
Тяжелый фрезерный	2014	35	Сталь	Декабрь 2017	С 1

Построить план-график ремонтных работ станка (таблица 11.4) на текущий год. Определить трудоёмкость ремонтных работ и численность ремонтных рабочих.

Таблица 11.4 – План-график планово-предупредительных ремонтов станка на 20__г.

Вид оборудования	Категория сложности ремонта	Дата последнего капремонта	Последний ремонт	Вид и трудоёмкость ремонтов по месяцам 20__г.												Всего трудоёмкость, ч	Простои, дн.
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		

Задача 2. Длительность ремонтного цикла станка составляет 9 лет. Структура ремонтного цикла включает, кроме одного капитального ремонта, два средних, ряд текущих ремонтов и периодических осмотров. Длительность межремонтного периода составляет 1 год, а периодичность технического обслуживания – 6 месяцев. Определить количество текущих ремонтов и осмотров.

Задача 3. Рассчитать годовую трудоёмкость ремонтных работ в механическом цехе, если согласно графикам ремонта в данном году производятся следующие работы по данным таблицы 11.5.

Определить число ремонтных рабочих в цехе, если действительный годовой фонд времени работы рабочего равен 1780 ч.

Таблица 11.5 – Исходные данные к задаче 3

Наименование	Категория ремонтной сложности и число воздействий по группам станков, ед. и шт.				
Категория сложности ремонта	7	10	13	22	30
Число технических обслуживаний	10	18	23	3	2
Число текущих ремонтов	5	10	12	2	1
Число средних ремонтов	1	4	7	2	1

12 Расчёт потребности в инструменте

Инструментальное хозяйство на предприятии создается для выполнения работ по обеспечению производства инструментом и технологической оснасткой, организации их хранения, эксплуатации и ремонта.

Расчет расхода режущего инструмента осуществляется по формуле

$$K_p = \frac{N \cdot t_m \cdot n_n}{60 \cdot T_{изн} (1 - R)}, \quad (12.1)$$

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

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

t_m – машинное время на одну деталиеоперацию, мин;

n_n – число инструментов, одновременно работающих на станке, шт.;

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

R – коэффициент преждевременного износа инструмента (принимается $R = 0,05$).

Машинное время работы инструмента до износа определяется по формуле

$$T_{изн} = \left(\frac{L}{l} + 1 \right) t_{см}, \quad (12.2)$$

где L – допустимая величина стачивания рабочей части инструмента при заточках, мм;

l – средняя величина снимаемого слоя при каждой заточке, мм;

$t_{см}$ – стойкость инструмента, т. е. машинное время его работы между двумя переточками, ч.

Расход инструмента может быть установлен на основе нормы расхода на какую-либо единицу (например, на 1000 деталей):

$$K_p = \frac{N \cdot H_p}{n_p}, \quad (12.3)$$

где H_p – норма расхода инструмента на расчетную единицу;

n_p – количество деталей, принятое за расчетную единицу, шт.

Расчет потребности в мерительном инструменте определяется по формуле

$$K_m = \frac{N \cdot a_v \cdot n_{вк}}{n_{пр.и} (1 - R)}, \quad (12.4)$$

где a_v – количество измерений на одну деталь;

$n_{вк}$ – выборочность контроля (в десятичных долях);

$n_{пр.и}$ – количество измерений, выдерживаемых данным инструментом до полного износа.

Для калибров и скоб норма износа определяется по формуле

$$n_{пр.и} = v \cdot a_q \cdot B \cdot a_p, \quad (12.5)$$

где v – коэффициент допустимого средневероятного износа мерителя (около 0,7);

a_q – величина допустимого износа мерителя по ГОСТу, мкм;

B – норма стойкости мерителя (число измерений на 1 мкм износа мерителя);

a_p – допустимое число ремонтов мерителя до полного износа, $a_p = 2$.

Размер цехового оборотного фонда инструмента определяется по формуле

$$Z_{\text{ц}} = Z_{\text{р.м}} + Z_{\text{р.з}} + Z_{\text{к}}, \quad (12.6)$$

где $Z_{\text{р.м}}$ – количество инструмента, находящегося на рабочих местах, шт.;

$Z_{\text{р.з}}$ – количество режущего инструмента, находящегося в заточке и восстановлении, шт.;

$Z_{\text{к}}$ – количество режущего инструмента, находящегося в инструментально-раздаточных кладовых, шт.

Количество инструмента на рабочих местах при его периодической подаче определяется по формуле

$$Z_{\text{р.м}} = \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{с}}} C_{\text{нр}} \cdot n_{\text{н}} + C_{\text{нр}} (1 + K_{\text{з}}), \quad (12.7)$$

где $T_{\text{м}}$ – периодичность подачи инструмента к рабочим местам, ч;

$T_{\text{с}}$ – периодичность смены инструмента на станке, ч;

$n_{\text{н}}$ – количество инструментов, одновременно применяемых на одном рабочем месте;

$K_{\text{з}}$ – коэффициент резервного запаса инструмента на каждом рабочем месте (величина $K_{\text{з}}$ на однорезцовых станках равна 1, а на многорезцовых – 2–4).

Периодичность смены инструмента определяется по формуле

$$T_{\text{с}} = \frac{t_{\text{ум}}}{t_{\text{м}}} t_{\text{см}}, \quad (12.8)$$

где $t_{\text{ум}}$ – штучное время на операцию, мин;

$t_{\text{м}}$ – машинное время на операцию, мин.

Количество инструмента, находящегося в заточке, определяется по формуле

$$Z_{\text{р.з}} = \frac{T_{\text{з}}}{T_{\text{м}}} C_{\text{нр}} \cdot n_{\text{н}}, \quad (12.9)$$

где $T_{\text{з}}$ – время от поступления инструмента с рабочего места в инструментально-раздаточную кладовую до возвращения его из заточки, ч (для простого инструмента $T_{\text{з}} = 8$ ч, а для сложного – $T_{\text{з}} = 16$ ч).

Количество режущего инструмента, находящегося в запасе в инструментально-раздаточной кладовой, определяется по формуле

$$Z_{\text{к}} = Q_{\text{р}} \cdot t_{\text{н}} (1 + K_{\text{з}}), \quad (12.10)$$

где $Q_{\text{р}}$ – среднесуточный расход инструмента за период между очередными его поступлениями из центрального инструментального склада, шт.; $Q_{\text{р}} = K_{\text{р}} / 360$;

t_n – периодичность поставки инструмента из центрального инструментального склада в инструментально-раздаточную кладовую цеха (как правило, поставки производятся 2 раза в месяц, т. е. $t_n = 15$ дн.);

K_3 – коэффициент резервного (стартового) запаса инструмента в инструментально-раздаточной кладовой (принимается $K_3 = 0,1$).

Задача 1. Производственная программа цеха $1000 + I$ изделий в год, в каждом изделии 10 деталей обрабатываются режущим инструментом. I – номер студента по списку группы.

Необходимые исходные данные представлены в таблице 12.1.

Таблица 12.1 – Исходные данные

Инструмент	Длина рабочей части L , мм	Толщина снимаемого слоя при переточке λ , мм	Стойкость инструмента $t_{ст}$, ч	Штучное время обработки детали $t_{шт}$, мин	Периодичность подачи инструмента на рабочем месте T_m , ч	Количество инструмента, применяемого одновременно, n_n
Обдирочные резцы	35	2,50	1,3	5	4	1
Расточные резцы подрезной	25	4	0,50	3,75	4	3
Сверла	32	5	0,35	3,10	4	1

Коэффициент машинного времени $\kappa_m = 0,8$. Количество инструментов на рабочем месте (резервный запас) – 2 шт. Период восстановления запаса в ИРК – 5 дн. Периодичность поступления нового инструмента в ЦИС – один раз в месяц.

Определить: расходный фонд инструмента для выполнения годовой программы; число занятых станков при пятидневной неделе и двухсменной работе по 8 ч; запас-минимум в ЦИСе, если запас-минимум равен трехдневной потребности.

Задача 2. Месячный расход резцов в цехе – 60 шт. Страховой запас равен 45 шт. Резцы поставляются в цех дважды в месяц (через 11 рабочих дней). В месяце 22 рабочих дня. Время выполнения заявки на пополнение запасов инструмента – 3 дн. Построить график движения запасов по системе «минимум-максимум». Как будет выглядеть график, если:

- поставка инструмента в цех будет осуществлена на один день раньше срока;
- инструмент поступит на два дня позже срока.

Задача 3. Определить время износа и годовой расход резцов с наварными пластинками из быстрорежущей стали. Длина режущей части инструмента – 8 мм; величина слоя, снимаемого при каждой переточке, – 1 мм; стойкость –

1 ч; коэффициент преждевременного выхода из строя – 0,05; годовая программа деталей, обрабатываемых данными резцами, – 96 тыс. шт.; машинное время обработки одной детали – 0,5 мин.

Задача 4. Определить норму износа и годовой расход гладких специальных скоб. Величина допустимого износа измерителя – 5 мкм; число замеров на 1 мкм износа – 250; коэффициент ремонта – 3; коэффициент преждевременного выхода из строя – 0,08; годовая программа деталей, проверяемых измерителем, – 140 тыс. шт.; количество измерений на одну деталь – 5; выборочность контроля – 0,1.

13 Фотография рабочего дня и хронометраж

Организация труда – это система мероприятий, обеспечивающая рациональное использование рабочей силы. Под нормированием труда понимают процесс установления затрат труда на определенные виды работ в конкретных организационно-технических условиях с учетом эффективного использования орудий производства и применения передовых методов организации труда.

13.1 Фотография рабочего дня

Фотография рабочего времени (ФРВ) – это метод изучения затрат рабочего времени путем наблюдения, замеров и фиксации всех без исключения затрат рабочего времени (согласно классификации) у одного или нескольких рабочих на протяжении полной рабочей смены или некоторой ее части.

Наиболее точные и подробные сведения об использовании рабочего времени дает индивидуальная ФРВ. Она проводится в три этапа.

Первый этап – «Подготовка к наблюдению» – проводятся выбор рабочего – объекта наблюдения, разъяснение ему целей проведения ФРВ, подготовка документации, хронометра.

Второй этап – «Проведение наблюдений» – наблюдатель записывает в наблюдательный лист ФРВ с указанием текущего времени все, чем занимается рабочий.

Третий этап – «Обработка данных наблюдения и разработка мероприятий по улучшению баланса рабочего дня». Этот этап выполняется в следующей последовательности.

1 Определяется фактическая продолжительность каждого зафиксированного элемента рабочего времени.

2 Производится присвоение индексов каждой затрате времени согласно классификации и индексации: ПЗ – подготовительно-заключительное время; ОП – оперативное время; ОБ – время обслуживания рабочего места; ПН – потери (перерывы) организационно-технического характера, зависящие от неполадок на производстве; ПР – потери времени, зависящие от рабочего; ПЛ – потери времени на личные нужды и отдых.

3 Составляется сводка одноименных затрат. Для этого все затраты времени, имеющие одинаковый индекс, складываются. Определяется процент затрат времени по каждой категории работ по отношению ко времени наблюдения.

4 На основании сводки одноименных затрат рабочего времени составляются фактический и нормативный балансы рабочего времени (таблица 13.1).

Таблица 13.1 – Балансы рабочего времени

Индекс	Категория затрат времени	Фактический баланс		Нормативный баланс		Излишние затраты времени, мин
		мин	%	мин	%	
ПЗ	Подготовительно-заключительное время					
ОП ОБ	Оперативное время Обслуживание рабочего места					
ПН	Перерывы организационно-технического характера не по вине рабочего					
ПР	Перерывы по вине рабочего					
ПЛ	В том числе на отдых и личные нужды					
	Итого					

Сравнение фактического и нормативного балансов рабочего времени позволяет выявить резервы рабочего времени и разработать проектируемый баланс.

5 На основании фактического баланса рабочего времени определяется коэффициент использования рабочего времени $K_{исп}$:

$$K_{исп} = \frac{t_{пз} + t_{оп} + t_{об} + t_{пл}}{T_{см}} \cdot 100, \quad (13.1)$$

где $T_{см}$ – время наблюдения, равное одной смене, мин;

$t_{пз}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

$t_{оп}$ – оперативное время, мин;

$t_{об}$ – время обслуживания рабочего места, мин;

$t_{пл}$ – время на отдых и личные нужды, мин.

6 На основании сопоставления фактического и нормативного балансов рабочего времени рассчитывается коэффициент возможного уплотнения рабочего дня $K_{уп}$:

$$K_{уп} = \frac{t_{пр} + (t_{обф} - t_{обн}) + (t_{плф} - t_{плн}) + (t_{пзф} - t_{пзн})}{T_{см}} \cdot 100. \quad (13.2)$$

7 Максимально возможное повышение производительности труда определяется по формуле

$$K_{nm} = \frac{100 \cdot K_{уп}}{100 \cdot K_{исп}}. \quad (13.3)$$

Задача 1. Обработать данные фотографии рабочего дня (таблица 13.2) и составить его нормативный баланс. Рассчитать коэффициент возможного повышения производительности труда. Наблюдение проводилось за рабочим-токарем на станке 1К62 в течение смены. Норма штучного времени – 12 мин. За время наблюдения выработано 35 деталей. Данные фотографии рабочего дня сведены в таблицу 13.2.

Таблица 13.2 – Результаты фотографии

Затраты рабочего времени	Текущее время	
	Ч	Мин
Начало работы	8	00
Смазка станка	8	06
Получение чертежа и задания	8	11
Получение инструмента	8	14
Инструктаж мастера	8	18
Получение заготовок	8	27
Наладка станка	8	40
Обработка деталей	10	20
Смена резца	10	24
Обработка деталей	11	48
Разговор с соседом	11	53
Уход на обед	12	00
Обед	13	00
Уход за инструментом	13	04
Смена инструмента	13	07
Обработка деталей	14	22
Личные нужды	14	26
Смена инструмента	14	31
Замена ремня привода	14	50
Обработка деталей	16	35
Сдача деталей в ОТК	16	43
Уборка стружки	16	50
Уборка рабочего места	16	55
Уход с рабочего места до окончания работы	17	00

На рассматриваемом предприятии применительно к рабочему месту токаря нормативное значение подготовительно-заключительного времени составляет 24 мин, время на обслуживание рабочего места – 24 мин. При этом предусматриваются нормативные потери рабочего времени, связанные с отдыхом и личными нуждами рабочего, в размере 2,5 % от рабочего времени.

13.2 Хронометраж

В таблице 13.3 приведены данные наблюдений за оперативным временем операции токарной по обточке вала. Операция разбита на шесть трудовых приемов, которые перечислены в шапке таблицы.

На основании этих данных студент в соответствии с заданием (по варианту таблицы 13.4) должен составить хронометражную карту (расчетную табли-

цу 13.5) по десяти наблюдениям для определения средних значений продолжительности трудовых приемов операции.

Таблица 13.3 – Хронометражная карта исследуемой операции

Номер наблюдения j	Продолжительность по хронометражным замерам i -х элементов, с					
	Взять и установить деталь в патроне	Включить станок и установить резец	Обточить деталь	Отвести резец и выключить станок	Снять и замерить деталь	Отправить деталь по маршруту
1	8	4,5	49	8	12	10
2	9	6	50	7	11	8
3	11	16	47	6,5	16	12
4	6,5	8	49	9	12	16
5	14	5	46	4,5	13	14
6	12	6,5	48	7,5	21	16
7	18	7	53	6	13	18
8	13	8,5	50	12	15	15
9	9,5	6	47	7	14	13
10	10	9	52	5	12	12
11	15	10	51	4	11	11
12	8,5	5,5	48	8	10	13
13	11	7,5	50	9	16,5	11
14	16	4	49	7	14	14
15	17	8	54	5	9	15
16	7	7	46	10	10	10
17	20	9	48	6	11	9
18	15	3,5	45	9	8	8
19	12	5	52	11	12	11
20	14	15	54	7	14	12
21	19	9	55	3,5	13	16
22	9	5	46	8	10	15
23	12	8	49	9	12	21
24	11	6	50	6,5	14	9,5
25	8	7	48	12	16	12
26	16	9	47	7	15	13
27	9	5	51	8	22	15
28	13	7	55	9	11	14
29	12	6	48	7	13	11
30	14	13	49	6	10	12

По каждому элементу операции определяется нормативный коэффициент устойчивости κ_y^H на основании таблицы 13.6.

По каждому i -му элементу операции фактический коэффициент устойчивости определяется по формуле

$$K_{yi}^{\phi} = \frac{t_{ij \max_j}}{t_{ij \min_j}}, \quad (13.4)$$

где $t_{ij \max_j}, t_{ij \min_j}$ – максимальная, минимальная продолжительности i -го элемента операции в j -х хронометражных наблюдениях.

Таблица 13.4 – Варианты для выполнения задания

Вариант	Значения из таблицы 8.3	Вариант	Значения из таблицы 8.3
1	1...10	6	16...25
2	4...13	7	19...28
3	7...16	8	20...29
4	10...19	9	21...30
5	13...22	10	3...12
<i>Примечание</i> – Для вариантов 1–5 тип производства – серийный; для вариантов 6–10 – крупносерийный			

Таблица 13.5 – Хронометражная карта исследуемой операции

Номер	Трудовой прием	Номер наблюдений (время, с)										Куст		Сумма времени наблюдений	Средняя продолжительность
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	факт	норм		

Таблица 13.6 – Нормативный коэффициент устойчивости хронометражного ряда

Тип производства	Продолжительность элемента, с	Вид работы			
		Машинная	Машинно-ручная	Ручная	Наблюдение за оборудованием
Массовое	До 10	1,2	1,5	2,0	1,5
	св. 10	1,1	1,2	1,5	1,3
Крупносерийное	До 10	1,2	1,6	2,3	1,8
	св. 10	1,1	1,3	1,7	1,5
Серийное	До 10	1,2	2,0	2,5	2,0
	св. 10	1,1	1,6	2,3	1,8
Мелкосерийное		1,2	2,0	3,0	2,5

Если окажется, что $K_{yi}^{\phi} > K_{yi}^n$, то в хроноряде поочередно удаляют замеры (зачеркивают), у которых величина $t_{ij \max_j}$ или $t_{ij \min_j}$ имеет наибольшую от ближайших по величине значений хроноряда. Оставшееся число наблюдений хроноряда n_i и фактический коэффициент устойчивости K_{yi}^{ϕ} заносятся в соответствующие строки хронокарты.

Путем суммирования средних продолжительностей элементов определяется фактическая величина оперативного времени операции по формуле

$$T_{on}^{\phi} = \sum \left(\frac{\sum t_{ij}}{n_i} \right). \quad (13.5)$$

14 Затраты на качество и потери от брака

Задача 1. Рассчитать показатель технического уровня новой модели грузового автомобиля по данным таблицы 14.1:

Задача 2. На участке работают три контролёра. Программа выпуска участка и трудоёмкость контрольных операций приведены в таблице 14.2.

Таблица 14.1 – Технические параметры базового и нового изделий

Параметры	Единица измерения	Значение параметров		Коэффициент весомости
		Базовое изделие	Новое изделие	
Грузоподъёмность	т	1,3	1,5	0,25
Мощность двигателя	кВт	29	30	0,15
Удельная материалоемкость	т/т	1,25	1,1	0,1
Расход топлива на 100 км пробега	л	13	15	0,25
Максимальная скорость	км	115	125	0,15
Проходимость	балл	8	9	0,1

Таблица 14.2 – Исходные данные к задаче

Наименование детали	Месячная программа, шт.	Норма времени контрольных операций, мин
Поршень	16000	3,0
Клапан	20000	1,8
Кольцо	26000	1,2

Дополнительное время контролёра на оформление документации и обход рабочих мест – 25 % фонда рабочего времени.

Определить, какую степень выборочного контроля обеспечивают три контролёра при восьмичасовом рабочем дне и 22 рабочих днях в месяц. При каком количестве контролёров может быть обеспечен сплошной контроль продукции на участке?

Задача 3. Производственная себестоимость товарной продукции предприятия – 200 млрд р.; себестоимость полностью забракованной продукции – 7,5 млрд р.; затраты на устранение дефектов по устранимому браку – 2 млрд р.; стоимость реализованной продукции по цене отходов – 1,5 млрд р.; сумма, удержанная с лиц – виновников брака, – 300 млн р.; стоимость планируемых потерь от забракованной продукции – 4 млн р.

Определить абсолютный и относительный размер брака, абсолютный и относительный размер потерь от брака, а также фактическое отклонение потерь от брака по сравнению с плановым.

Задача 4. Определить удельный вес недоброкачественной продукции, отгруженной потребителям. В 2014 г. общий объём выпуска изделий соста-

вил 33600 шт., а в 2015 г. – 4000 шт.

Исходные данные по дефектам представлены в таблице 14.3.

На основе данных выявить тенденцию улучшения или ухудшения качества продукции, определить удельный вес некондиционной продукции, отгруженной потребителям.

Таблица 14.3 – Количество и содержание рекламаций

Вид дефекта	Количество дефектных изделий, шт.		
	2013 г.	2014 г.	2015 г.
1 Недоброкачественная сделка изделий	104	80	30
2 Поломка отдельных деталей изделия:			
по вине завода-изготовителя	74	60	20
по вине транспортных организаций	6	15	10
3 Дефекты внешнего вида изделия:			
по вине завода-изготовителя	52	32	24
по вине транспортных организаций	4	5	6

15 Многостаночное обслуживание

Многостаночное обслуживание (МСО) – такая форма организации труда, при которой один рабочий работает на нескольких станках, выполняя ручные приемы на каждом из них в период автоматической работы всех остальных станков.

Цикл многостаночного обслуживания T_{mc} – это период времени, в течение которого рабочий повторяет определенный комплекс ручных (машинно-ручных) операций на всем оборудовании.

$$T_{mc} = t_{on}, \quad (15.1)$$

где t_{on} – оперативное время, мин.

$$t_{on} = t_m + t_z, \quad (15.2)$$

где t_m – машинно-автоматическое время на любом из совмещаемых станков, мин;

t_z – время занятости рабочего, мин, т. е. ручное вспомогательное время t_p с учетом времени перехода рабочего от одного станка к другому и времени активного наблюдения на любом из обслуживаемых станков, которое состоит из следующих элементов:

$$t_z = \sum t_g + \sum t_n + \sum t_{nep}, \quad (15.3)$$

где $\sum t_g$ – суммарное время, необходимое для выполнения работы, мин;

$\sum t_n$ – суммарное время активного наблюдения за работой станка, требующее присутствие рабочего-многостаночника, мин;

$\sum t_{пер}$ – время, затрачиваемое рабочим на переход от одного станка к другому, мин.

Некоторые варианты МСО:

1) обслуживание станков-дублеров $T_{mc} = t_{он}$. Станки-дублеры – станки с равными оперативными временами и одинаковым машинным и ручным временем. Количество станков, которые может обслужить рабочий,

$$n = \frac{t_m}{t_s} + 1. \quad (15.4)$$

Если принятое число станков n_{np} меньше, чем расчетное n_p , тогда $(n-1) \cdot t_s < t_m$. При этом рабочий имеет свободное время $t_{св}$ в цикле обслуживания, величина которого определяется по формуле

$$t_{св} = T_{mc} \cdot \sum_{i=1}^n t_{s_i}. \quad (15.5)$$

Если принятое число станков n_{np} больше, чем расчетное n_p , тогда $(n-1) \cdot t_s > t_m$. При этом рабочий не успевает за время цикла обслужить все станки и они будут определенное время простаивать t_{np} . Это время определяется по формуле

$$t_{np} = n \cdot T_{mc} \cdot \sum_{i=1}^n t_{on_i}; \quad (15.6)$$

2) операции, кратные по длительности $T_{mc} = t_{он_{max}}$;

3) работа на станках, на которых выполняются разные работы, неравные и некратные по времени $T_{mc} = t_{он_{max}}$.

Задача 1. Определить количество станков-дублеров (формула 15.4), которые может обслужить один многостаночник при условии, что машинное время работы – 8 мин, время занятости – 2 мин. Построить график многостаночной работы.

Задача 2. Определить количество станков-дублеров, которые может обслужить один многостаночник при условии, что машинное время работы – 5 мин, время занятости – 2 мин. Рассчитать время простоя рабочего-многостаночника при обслуживании рабочим принятого числа станков-дублеров, округленного в меньшую сторону, а также время простоя оборудования при принятии большего числа станков. Построить графики многостаночной работы по вариантам, рассчитать длительность цикла многостаночного обслуживания по вариантам, коэффициенты загрузки оборудования и рабочего, определить оптимальное число обслуживаемых станков.

Задача 3. Определить аналитически и графически свободное время рабочего в течение цикла многостаночного обслуживания станков-дублеров, если машинное время – 24 мин, время занятости – 5,8 мин.

Задача 4. Как распределить шесть станков, предназначенных для многостаночного обслуживания, между двумя рабочими, если необходимо обеспечить минимальные простои станков в течение цикла многостаночного обслуживания? Нормы времени по операциям даны в таблице 15.1.

Таблица 15.1 – Норма времени по операциям

Время, мин	Станок					
	1	2	3	4	5	6
Машинное	17,0	15,9	12,3	17,7	15,8	14,3
Занятости	8,0	8,5	5,0	7,3	5,3	6,8

Задача 5. Построить графики многостаночного обслуживания и рассчитать коэффициенты загрузки оборудования и занятости рабочего для следующих вариантов сочетания станков по данным таблицы 15.2.

Таблица 15.2 – Исходные данные

Номер станка	Время, мин		
	оперативное	машинное	ручное
Вариант 1			
1	7	5	2
2	7	6	1
3	7	3	4
Вариант 2			
1	6	4	2
2	3	2	1
Вариант 3			
1	8	6	2
2	6	3	3

16 Требования к руководителю

Практическое занятие проводится для исследования требований к руководителю. Преподаватель и студенты выбирают тип руководителя: линейный или функциональный. Затем обсуждают набор качеств, которые, по мнению студентов, должны быть присущи руководителю как специалисту и личности. Для этого используются методы коллективной экспертной оценки в управлении.

Метод очерёдности. Каждому эксперту предлагается выделить пять наиболее важных качеств и распределить их по приоритетности в порядке убывания: наиболее важное из пяти направлений получает первое место, наименее важное – пятое. Затем с помощью таблицы рассчитывается сумма баллов по каждому направлению и на основании этой суммы устанавливается ранг

направления. В таблице показывается, сколько мест с первого по пятое получило каждое направление. За каждое первое место даётся 5 баллов, второе – 4 балла, третье – 3 балла, четвёртое – 2 балла и пятое – 1 балл.

Сумма баллов по каждому j -му направлению определяется следующим образом:

$$M_j = \sum b_i n_{ij}. \quad (16.1)$$

Пример расчёта рангов приведен в таблице 16.1.

Таблица 16.1 – Ранжирование методом очередности

Направление	Количество мест, по мнению экспертов					Сумма баллов	Ранг
	1	2	3	4	5		
1	5	2	1	1	1	39	1
2	3	4	2			37	2
3							
...							
8	2		2			16	
...				1	1	3	
15			3		4	13	
m	—	—	—	—	—		

$$M_1 = 5 \cdot 5 + 4 \cdot 2 + 3 \cdot 1 + 2 \cdot 1 + 1 \cdot 1 = 39.$$

Сумма всех мест, присвоенных всем направлениям экспертами, не должна превышать их число.

Использование матрицы предпочтений.

Можно также использовать матрицу (таблица 16.2), в которой каждое из альтернативных направлений сравнивается между собой.

Таблица 16.2 – Матрица предпочтений

[illegible]

Такую матрицу заполняет каждый из экспертов, участвующих в обосновании направлений развития. Так, если:

– H_1 более важно, чем H_2 , то по строке для направления H_1 заполняется 2 балла, а по строке для направления H_2 – 0 баллов;

– H_1 равноценно H_3 , тогда для обоих направлений по строкам проставляется по 1 баллу;

– H_1 менее важно, чем H_4 , тогда по строке для направления H_1 заполняется 0 баллов, а по строке для направления H_2 – 2 балла.

По результатам анализа разделить качества на необходимые и достаточные. К необходимым можно отнести те, которые занимают первые три-пять мест в рейтинге качеств сформированного их массива.

Задание

1 Сформировать массив качеств, присущих руководителю (от 15 до 18 позиций, отражающих черты характера и деловые компетенции руководителя).

2 Подобрать экспертов. Это может быть вся студенческая группа. Можно также сформировать несколько целевых групп по 5–7 человек.

3 Провести экспертный опрос.

4 Сделать расчёты в соответствии с методикой.

5 Сформулировать выводы.

Если расчёты проводились различными способами, то следует произвести сравнительный анализ результатов, полученных каждым способом.

Список литературы

1 **Казанцев, А. К.** Основы менеджмента. Практикум: учебное пособие / А. К. Казанцев, В. И. Малюк, Л. С. Серова. – 2-е изд. – Москва: ИНФРА-М, 2002. – 544 с.

2 **Серебренников, Г. Г.** Экономические аспекты организации производства: учебное пособие / Г. Г. Серебренников. – Тамбов: Тамбов. гос. ун-т, 2002. – 80 с.

3 **Новицкий, Н. И.** Организация, планирование и управление производством. Практикум / Н. И. Новицкий. – Минск: Новое знание, 2015. – 321 с.

4 **Репин, В. В.** Процессный подход к управлению. Моделирование бизнес-процессов / В. Г. Елиферов. – Москва: Манн, Иванов и Фарбер, 2013. – 544 с.