

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономика и управление»

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

*Методические рекомендации к практическим занятиям
для студентов направления подготовки
27.03.05 «Инноватика»
дневной формы обучения*



Могилев 2021

УДК 658.5
ББК 65.2/4
О64

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Экономика и управление» «29» сентября 2021 г.,
протокол № 2

Составитель ст. преподаватель Е. Г. Галкина

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

Методические рекомендации к практическим занятиям предназначены
для студентов направления подготовки 27.01.05 «Инноватика» дневной
формы обучения.

Учебно-методическое издание

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

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 Организация производственного процесса в пространстве и времени.....	4
2 Поточное производство	8
3 Статистические методы контроля качества	11
4 Ремонтное хозяйство и его организация.....	14
5 Энергетическое хозяйство и его организация.....	18
6 Инструментальное хозяйство и его организация.....	21
7 Многостаночное обслуживание.....	24
Список литературы	26

1 Организация производственного процесса в пространстве и времени

Цель работы: уяснить сущность рациональной организации производственного процесса; освоить методику построения графиков движения предметов труда в процессе производства при различных видах движения и расчета длительности простого производственного цикла.

Методические рекомендации

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

При последовательном виде движения предметов труда детали на каждой операции обрабатываются целой партией.

Передача деталей на последующую операцию производится после окончания обработки всех деталей данной партии на предыдущей операции.

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

$$T_{Ц(послед)} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{c_i}, \quad (1.1)$$

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

m – число операций в технологическом процессе, шт.;

t_i – штучное время 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) передается на последующую операцию немедленно после окончания обработки на предыдущей операции.

Общая длительность технологического цикла при параллельном движении определяется по формуле

$$T_{Ц(пар)} = p \sum \frac{t_i}{c_i} + (n - p) \cdot \left(\frac{t_i}{c_i} \right) \max, \quad (1.2)$$

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

$\left(\frac{t_i}{c_i} \right) \max$ – время наиболее продолжительной операции, мин.

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. имеет

ся параллельность выполнения операций.

Общая продолжительность технологического цикла при параллельно-последовательном виде движения определяется как

$$T_{Ц(пар-послед)} = n \sum_{i=1}^m \frac{t_i}{c_i} - (n-p) \cdot \sum_{i=1}^{m-1} \left(\frac{t_i}{c_i}; \frac{t_{i+1}}{c_{i+1}} \right) \min, \quad (1.3)$$

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

Для определения длительности производственного цикла сложного процесса необходимо по данным схемы сборки изделия построить цикловой график.

Для этого предварительно должна быть определена длительность циклов изготовления каждой отдельной сборочной единицы.

Общая продолжительность производственного цикла сложного изделия определяется как сумма циклов по наиболее продолжительной цепочке циклов взаимосвязанных простых процессов.

Задача 1. Определить длительность технологического цикла обработки 20 деталей при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения в процессе производства. Построить график обработки деталей по каждому виду движения.

Технологический процесс обработки деталей состоит из пяти операций, длительность которых составляет $t_1 = 4$ мин, $t_2 = 16$ мин, $t_3 = 6$ мин, $t_4 = 2$ мин, $t_5 = 5$ мин соответственно. Вторая операция выполняется на двух станках, а каждая из остальных – на одном. Величина передаточной партии – 4 шт.

Задача 2. Технологический процесс обработки деталей состоит из пяти операций, длительность которых приведена в таблице 1.1. На первой и четвертой операциях – по два станка, на второй, третьей и пятой (у кого по заданию есть исходные данные) – по одному.

Таблица 1.1 – Исходные данные

Вариант	m	n , шт.	p , шт.	t_1 , ч	t_2 , ч	t_3 , ч	t_4 , ч	t_5 , ч	$T_{зад}$, ч
1	4	45	15	1,6	0,9	0,7	2,0	–	200
2	5	30	10	1,2	0,9	2,0	1,0	0,7	130
3	4	30	10	0,9	0,5	2,0	0,7	–	105
4	5	60	15	1,5	0,8	1,8	2,0	1,2	400
5	4	45	15	0,6	1,2	0,9	2	–	200
6	4	75	25	1,6	2	0,9	2	–	300
7	4	45	15	1,6	2	0,9	1,2	–	200
8	4	60	20	1,5	0,9	1,0	2,0	–	300

Окончание таблицы 1.1

Вариант	m	n , шт.	p , шт.	t_1 , ч	t_2 , ч	t_3 , ч	t_4 , ч	t_5 , ч	$T_{зад}$, ч
9	4	75	25	1,5	1,0	0,7	2,1	–	330
10	5	30	10	1,6	2,2	0,9	0,5	1,1	130
11	4	45	15	0,9	0,7	1,5	2,0	–	210
12	4	75	25	1,0	0,5	1,6	0,9	–	250
13	5	90	30	1,0	0,9	2,0	1,5	1,1	500
14	5	60	15	1,2	0,9	0,7	2,1	0,5	300
15	4	45	15	0,9	0,5	1,0	1,5	–	150
16	4	30	10	1,2	0,9	2,0	1,6	–	140
17	5	45	15	1,6	0,2	2,2	1,6	0,9	235
18	4	75	25	0,9	1,6	2,0	0,7	–	350
19	5	60	20	1,6	0,9	0,7	1,8	1,2	310
20	4	45	15	1,2	2,0	1,4	0,9	–	180

Задания:

1) рассчитать длительность производственного цикла при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном видах движения предметов труда;

2) построить графики производственного цикла при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном видах движения предметов труда;

3) определить длительность технологического цикла при трех видах движения, если объем передаточной партии (p) увеличится вдвое;

4) определить необходимую суммарную экономию во времени цикла с целью уложить длительность производственного цикла в заданное ограничение по сроку выпуска изделий ($T_{зад}$);

5) определить длительность технологического цикла, если обработка на всех операциях будет проводиться на одном станке;

6) сделать выводы о влиянии размера передаточной партии и количества станков, участвующих в выполнении операции, на технологический цикл.

Задача 3. Определить аналитически и графически длительность технологического цикла партии деталей из 16 шт. Детали обрабатываются параллельно. Размер транспортной партии $p = 4$ шт. Технологический процесс обработки представлен в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Технологический процесс обработки изделия

Номер операции	1	2	3	4	5
Норма времени, мин	3	10	12	4	1
Число станков	1	2	2	1	1

Как изменится технологический цикл, если размер партии удвоить? Опреде-

лить аналитически и графически. Как изменится длительность технологического цикла, если операция № 3 будет разделена на две (каждая по шесть минут), каждая из которых выполняется на одном станке? Определить аналитически.

Задача 4. Определить длительность технологического цикла обработки партии деталей, состоящей из восьми штук, при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном видах движения. Технологический процесс обработки детали представлен в таблице 1.3. Построить графики обработки деталей по каждому виду движения. Детали передаются с одной операции на последующую транспортными партиями, $p = 2$ шт.

Таблица 1.3 – Технологический процесс обработки детали

Операция	Норма времени, мин	Количество станков на операциях, шт.
1 Сверлильная	$2 + j$	1
2 Расточная	$4 + j$	1
3 Протяжная	$14 + j$	2
4 Токарная	$12 + j$	2
5 Зубофрезерная	$4 + j$	1
6 Шлифовальная	$2 + j$	1
<i>Примечание – j – номер варианта, заданного преподавателем</i>		

Контрольные вопросы

- 1 Дайте понятие организации производственного процесса во времени.
- 2 Дайте определение производственного цикла.
- 3 Дайте определение операционного цикла.
- 4 Дайте определение технологического цикла.
- 5 Назовите виды движения предметов труда в производственном процессе.
- 6 Поясните следующие виды движения предметов труда:
 - а) последовательный;
 - б) параллельный;
 - в) параллельно-последовательный.

2 Поточное производство

Цель работы: освоить сущность поточного производства, условия создания и нормального функционирования поточных линий; изучить методику расчета организационно-производственных параметров и организации ритмичной работы ОНПЛ.

Методические рекомендации

Такт потока определяется по формуле

$$r = \frac{\Phi_D \cdot 60}{N}, \quad (2.1)$$

где Φ_D – действительный фонд времени работы поточной линии (за сутки, смену) с учетом регламентированных перерывов, ч;

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

Число рабочих мест (расчетное) на i -й операции поточной линии рассчитывается по формуле

$$c_{p_i} = \frac{t_i}{r}, \quad (2.2)$$

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

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

$$k_{z_i} = \frac{c_{p_i}}{c_{n_i}}, \quad (2.3)$$

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

Средний коэффициент загрузки рабочих мест на поточной линии рассчитывается по формуле

$$k_3^{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m c_{p_i}}{\sum_{i=1}^m c_{n_i}}. \quad (2.4)$$

Рабочая длина поточной линии (рабочей части конвейера) определя-

ется по формуле

$$L = l \cdot \sum_{i=1}^m c_{n_i}, \quad (2.5)$$

где l – шаг конвейера (расстояния между рабочими местами), м;

$\sum_{i=1}^m c_{n_i}$ – общее количество рабочих мест, расположенных по одной стороне линии.

Скорость движения конвейера поточной линии зависит от шага и такта линии:

$$V = \frac{l}{r}. \quad (2.6)$$

В поточном производстве различают технологический, транспортный, страховой и межоперационный оборотный заделы. Максимальная величина межоперационного оборотного задела рассчитывается как

$$Z_{об}^{max} = \frac{T \cdot c_i}{t_i} - \frac{T \cdot c_{i+1}}{t_{i+1}}, \quad (2.7)$$

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 смежных операциях, мин.

Задача 1. На поточной линии обрабатывается ведущая шестерня. Суточная программа для линии – 400 шт.; линия работает в две смены; период комплектования задела – смена. Технологический процесс представлен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технологический процесс

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

Все расчеты свести в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – План-график работы оборудования и рабочих на проточной линии

Номер операции	Штучная норма времени t_i , мин	c_p	c_n	Номер станка	Загрузка станка, %	Время работы станка, мин	Исполнитель	Период комплектования задела R , мин
...								

Задача 2. На поточной линии изготавливается изделие. Суточная программа выпуска изделий – 150 шт. Режим работы двухсменный, продолжительность смены – 8 ч. Регламентированные перерывы – 30 мин за смену. Шаг конвейера – 2 м. Нормы времени по операциям представлены в таблице 2.3. Определить такт линии, число рабочих мест по операциям, длину и скорость конвейера.

Таблица 2.3 – Нормы времени по операциям

Операция	1	2	3	4	5	6	7
Норма времени, мин	2,5	7,4	8,5	2,6	5,0	12,5	5,1

Задача 3. Рассчитать и построить план-график работы прерывно-поточной линии, определить количество рабочих с учетом совмещения профессий, рассчитать величину межоперационных оборотных заделов и построить график их движения. Сменный фонд времени работы линии – 480 мин, время регламентированных перерывов – 30 мин за смену. Сменная программа выпуска – 90 шт. Период комплектования задела – смена. Нормы времени по операциям представлены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Нормы времени по операциям

Операция	1	2	3	4
Норма времени, мин	$7 + 0,3j$	$3 + 0,3j$	$12 + 0,3j$	$2 + 0,3j$
<i>Примечание</i> – j – номер варианта, указанного преподавателем				

Контрольные вопросы

- 1 Назовите сущность и основные признаки поточного производства.
- 2 Поясните порядок выбора и обоснование вида поточной линии.
- 3 Дайте понятие «синхронизация производственного процесса».
- 4 Назовите особенности организации однопредметной непрерывной поточной линии (ОНПЛ).
- 5 Поясните методику расчета календарно-плановых нормативов (КПН) однопредметной непрерывной поточной линии.
- 6 Поясните понятие «заделы на ОНПЛ».

7 Поясните порядок расчета незавершенного производства на ОНПЛ.

8 Поясните особенности организации однопредметной прерывной поточной линии (ОППЛ).

9 Назовите случаи применения ОППЛ.

10 Поясните порядок определения периода оборота ОППЛ.

11 Поясните порядок определения численности рабочих операторов на ОППЛ.

12 Поясните порядок расчета незавершенного производства.

3 Статистические методы контроля качества

Цель работы: освоить сущность статистических методов исследования качества продукции.

Методические рекомендации

Статистические методы, основанные на использовании математической статистики, являются эффективным инструментом сбора, анализа и интерпретации информации о качестве. Применение этих методов, не требуя больших затрат, позволяет с заданной степенью точности и достоверности судить о состоянии исследуемых явлений (объектов, процессов) в системе менеджмента качества, прогнозировать и решать проблемы на всех этапах жизненного цикла продукции и на основе этого вырабатывать оптимальные управленческие решения. При контроле качества промышленной продукции можно выделить два основных подхода: сплошной контроль (полный контроль всей партии) и выборочный контроль, когда по качеству выборки из n изделий, являющейся частью всего объема партии N , судят о всей партии.

При большом объеме партии сплошной контроль может быть затруднен как по времени, так и по стоимости самого процесса контроля. Но при сплошном контроле все равно возникает вопрос о том, сколько можно допускать «брака». При выборочном контроле из партии извлекается выборка или проба. Выборка – это часть партии ($n < N$). Она может представлять одно изделие или совокупность изделий, отобранных для контроля. Выборка из контролируемой партии должна быть случайной и представительной. Случайная выборка составляется из изделий, вероятность отбора каждого из которых одинакова. Выборка является представительной, если ее свойства отражают свойства всей контролируемой совокупности.

При контроле нештучной продукции (вода, бензин, газ и пр.) пользуются термином «проба». Проба – это некоторое количество продукции, отобранное для контроля, она характеризуется объемом, взятым для пробы. В стандартах на готовую продукцию, в технических условиях, технической документации и других нормативно - технических документах указываются планы контроля.

Планами контроля называется совокупность данных о виде контроля, объемах контролируемой партии, выборке или проб, о контрольных нормативных и решающих правилах. Контрольный норматив – это значение показателей ка-

чества продукции, определенное нормативно–технической документацией и представляющее собой критерий для принятия решения по результатам контроля. Приемочное число – это контрольный норматив, являющийся критерием для приемки партии продукции. Браковочное число – контрольный норматив, являющийся критерием для забракования партии продукции. Различают два варианта статистического контроля качества (надежности) изделий:

- контроль по качественным признакам;
- контроль по количественным признакам.

Статистический приемочный контроль по качественному признаку представляет собой контроль качества продукции, в ходе которого все изделия разбиваются на группы: годные (кондиционные) и негодные (дефектные). Оценка всей партии проводится по величине доли дефектных изделий в выборке. Статистический приемочный контроль по количественным признакам – это контроль качества продукции, в ходе которого определяются численные значения одного или нескольких ее параметров. Оценка всей партии проводится по статистическим характеристикам распределения определяемых параметров.

Статистический приемочный контроль может быть одноступенчатым, двухступенчатым, многоступенчатым и последовательным.

Одноступенчатый приемочный контроль – это такой контроль, когда решение относительно партии продукции принимается по результатам контроля только одной выборки или пробы. При одноступенчатом контроле из контролируемой партии продукции объемом N случайным образом отбирают n единиц продукции, проверяют эту выборку и в ней подсчитывают число дефектных изделий m . Если число m меньше или равно приемочному числу C , то партия изделий принимается. В противном случае она бракуется. В том случае, если установлено приемочное число C_2 , то партия принимается при $m \leq C_1$ и бракуется при $m \geq C_2$. Если же по результатам одноступенчатого контроля окажется, что $C_1 < m < C_2$, то производится двухступенчатый контроль. При двухступенчатом контроле устанавливаются объем второй выборки n_2 , новое приемочное число C_3 и браковочное число C_4 . Сравнение числа дефектных изделий с этими числами производится по совокупности двух выборок. Последовательный контроль (последовательный анализ) – метод статистического исследования при проверке гипотез, при контроле после каждого наблюдения производится анализ всех предыдущих наблюдений. Максимальное число наблюдений (проверок нескольких выборок) заранее не устанавливается. Применяется как для приемки партии изделий, так и для сравнения двух систем.

Задача 1. Из партии в 1 млн шт. мелкокалиберных патронов путем случайного бесповторного отбора взято для определения дальности боя 1000 шт. В таблице 3.1 имеются данные результатов испытаний. С вероятностью 0,954 определить для всей партии патронов: возможные пределы средней дальности; долю стандартных изделий, если к стандартной продукции относятся патроны с дальностью боя 30...45 м.

Таблица 3.1 – Исходные данные

Дальность боя, м	25	30	35	40	45	50
Число патронов	110	175	290	155	120	150

Задача 2. Определить, сколько электроламп из всей партии изделий следует подвергнуть обследованию в порядке случайной бесповторной выборки, чтобы с вероятностью 0,954 предельная ошибка не превышала 3 % среднего веса спирали (средний вес – 42 мг). Коэффициент вариации среднего срока службы компьютеров по данным предыдущих обследований составляет 6 %, а вся партия состоит из 1 220 электроламп.

Задача 3. Для определения срока службы станков было проведено 20-процентное выборочное обследование по методу случайного бесповторного отбора. Полученные данные занесены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Результаты выборки

Срок службы станков, лет	До 3	3...5	5...7	7...9	9...11	Более 11
Число станков, шт.	97	101	114	103	99	90

На основе данных таблицы 3.2 определить:

- средний срок службы станка в выборочной совокупности;
- дисперсию;
- коэффициент вариации;
- с вероятностью 0,997 ($t = 3$) предельную ошибку выборки и возможные пределы среднего срока службы станков по генеральной совокупности;
- с вероятностью 0,954 ($t = 2$) ошибку выборочной доли и границы удельного срока службы станков в генеральной совокупности.

Задача 4. По данным пробного обследования среднее квадратическое отклонение веса деталей составило 15,4 г. Установить оптимальный объем выборки из партии деталей (2 000 шт.), чтобы с вероятностью 0,997 предельная ошибка выборки не превысила 3 % веса 500-граммовой детали.

Задача 5. В целях контроля качества комплектующих из партии изделий, упакованных в 50 ящиков по 20 изделий в каждом, была произведена 10-процентная серийная выборка. По попавшим в выборку ящикам среднее отклонение параметров изделия от нормы соответственно составило 9; 11; 12; 8 и 14 мм. С вероятностью 0,954 определить среднее отклонение параметров по всей партии в целом.

Контрольные вопросы

1 Сплошной и выборочный контроль. Сущность статистических методов контроля и управления качеством.

2 Основные области применения статистических методов управления качеством. Статистическая оценка, статистический анализ, статистическое регулирование, статистический приемочный контроль.

3 Простые контрольные карты регулирования по количественному признаку, их основные характеристики. Расчет границ регулирования.

4 Контрольные карты регулирования по количественному признаку. Карты медиан, индивидуальных значений и скользящих размахов.

4 Ремонтное хозяйство и его организация

Цель работы: научиться рассчитывать календарно-плановые нормативы системы планово-предупредительных ремонтов, составлять годовой план-график ремонтных работ.

Методические рекомендации

Ремонтное хозяйство предприятия базируется на системе планово-предупредительного ремонта (система ППР), которая представляет собой совокупность различного вида работ по техническому уходу и ремонту оборудования, проводимых по заранее составленному плану с целью обеспечения наиболее эффективной эксплуатации оборудования.

Система ППР базируется на точно установленных нормативах: длительности ремонтного цикла и его структуре, продолжительности межремонтного и межсмотрового периодов, категории сложности ремонта, нормах затрат рабочего времени и простоев оборудования в ремонте.

Длительность ремонтного цикла определяется по формуле

$$T_{pc} = A \cdot \beta_n \cdot \beta_m \cdot \beta_y \cdot \beta_m, \quad (4.1)$$

где A – нормативное время работы станка в течение ремонтного цикла (для металлорежущих станков – 16 800 ч);

β_n – коэффициент, учитывающий тип производства (для массового и крупносерийного – 1,0 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 легких и средних металлорежущих станков – 1,0, для крупных и тяжелых – 1,35, для особо тяжелых и уникальных – 1,7).

Структура ремонтного цикла, т. е. перечень последовательных работ по ремонту и техническому обслуживанию оборудования, приведена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Структура ремонтного цикла

Оборудование	Количество			Структура ремонтного цикла
	ремонтов		осмотров	
	средних	текущих		
Легкие и средние станки массой до 10 т со сроком службы: св. 10 лет до 10 лет	2 1	6 4	9 6	К-ТО-Т-ТО-Т-ТО-С-ТО-Т-ТО-Т-ТО-С-ТО-Т-ТО-К К-ТО-Т-ТО-Т-ТО-С-ТО-Т-ТО-Т-ТО-К
Крупные и тяжелые станки массой 10...100 т	2	6	27	К-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-С-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-С-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-К
Особо тяжелые металлорежущие станки массой св. 100 т и уникальные	2	9	36	К-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-С-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-ТО-С-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-Т-ТО-ТО-ТО-К

Межремонтный период определяется по формуле

$$T_{mp} = \frac{T_{pc}}{n_c + n_m + 1}, \quad (4.2)$$

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

Межсмотровой период (периодичность технического обслуживания) рассчитывается по формуле

$$T_{mo} = \frac{T_{pc}}{n_c + n_m + n_{mo} + 1}, \quad (4.3)$$

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

Трудоемкость ремонтных работ и технического обслуживания в течение ремонтного цикла рассчитывается по количеству и сложности установленного

оборудования, продолжительности и структуре ремонтного цикла, утвержденным нормам затрат труда на единицу ремонтной сложности по формуле

$$T_p = \sum_1^{n_k} r_k \cdot t_k + \sum_1^{n_c} r_c \cdot t_c + \sum_1^{n_m} r_m \cdot t_m + \sum_1^{n_{mo}} r_{mo} \cdot t_{mo}, \quad (4.4)$$

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

r_k, r_c, r_m, r_{mo} – нормы времени на одну ремонтную единицу капитального, среднего, текущего ремонта и технического обслуживания соответственно (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Нормы времени ремонтных работ на одну ремонтную единицу

Ремонтная операция	Норма времени, ч			Всего
	слесарных работ	станочных работ	прочих ремонтных работ (окрасочные, сварочные и др.)	
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 оборудования по формуле

$$P_{pi} = H_{pri} \cdot r_i, \quad (4.5)$$

где H_{pri} – норма простоя в ремонте на одну ремонтную единицу по i -му виду ремонтных работ (таблица 4.3), сут;

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

Таблица 4.3 – Нормы простоя в ремонте на одну ремонтную единицу

В сутках

Ремонтная операция	Работа 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 трудоемкости ремонтных работ и технического обслуживания

является основой для определения численности ремонтных рабочих:

$$C_p = \frac{T_p^{год}}{\Phi_o \cdot K_g}, \quad (4.6)$$

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

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

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

Задача 1. Рассчитать длительность ремонтного цикла, межремонтного периода и периодичность технического обслуживания станка (вариант получить у преподавателя). Построить план-график ремонтных работ станка (таблица 4.4) на текущий год. Определить трудоемкость ремонтных работ и численность ремонтных рабочих.

Таблица 4.4 – План-график планово-предупредительных ремонтов станка на 20__ г.

Вид оборудования	Категория сложности ремонта	Дата последнего капитального ремонта	Последний ремонт	Вид и трудоемкость ремонтов по месяцам 20__ г.												Всего трудоемкость, 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 трудоемкость ремонтных работ в механическом цехе, если согласно графикам ремонта в данном году производятся следующие работы (таблица 4.5). Определить число ремонтных рабочих в цехе, если действительный годовой фонд времени работы рабочего равен 1 780 ч.

Таблица 4.5 – Данные планово-предупредительных ремонтов

Категория сложности ремонта	7	10	13	22	30
Число технических обслуживаний	10	18	23	3	2
Число текущих ремонтов	10	12	2	4	5
Число средних ремонтов	1	4	7	2	1

Задача 4. Станок металлорежущий, категория по массе средняя, используется для обработки заготовок из различных материалов ($\beta_m = 0,75$) металлическим инструментом в нормальных условиях механического цеха, в серийном типе производства. Режим работы двухсменный. В структуре ремонтного цикла шесть текущих ремонтов, два средних и девять технических обслуживаний.

Определить для станка длительность ремонтного цикла, межремонтного периода и периодичность технического обслуживания.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте понятие межремонтного цикла.
- 2 Поясните порядок определения длительности межремонтного периода.
- 3 Поясните порядок определения межосмотрового периода.
- 4 Поясните порядок определения годового объема ремонтных работ.
- 5 Поясните порядок расчета численности ремонтных рабочих.
- 6 Поясните порядок определения трудоемкости ремонтных работ.
- 7 Поясните порядок построения графика выполнения ППР.

5 Энергетическое хозяйство и его организация

Цель работы: научиться рассчитывать потребность предприятия в электроэнергии и других энергоносителях.

Методические рекомендации

Количество электроэнергии для производственных целей (плавка, термообработка, сварка и т. д.) рассчитывается по формуле

$$P_{эл} = \frac{W_y \cdot \Phi_э \cdot \kappa_з \cdot \kappa_o}{\kappa_c \cdot \eta_э}, \quad (5.1)$$

где W_y – суммарная установленная мощность электродвигателей оборудования, кВт;

$\Phi_э$ – эффективный фонд времени работы потребителей электроэнергии за планируемый период (месяц, квартал, год), ч;

$\kappa_з$ – коэффициент загрузки оборудования;

κ_o – средний коэффициент одновременной работы потребителей электроэнергии;

κ_c – коэффициент полезного действия питающей электрической сети;

$\eta_э$ – коэффициент полезного действия установленных электродвигателей.

Количество электроэнергии для производственных целей можно рассчитать также по следующим формулам:

$$P_{эл} = W_y \cdot \eta_c \cdot \Phi_э; \quad (5.2)$$

$$P_{эл} = \Phi_э \cdot \sum_{i=1}^m W_{yi} \cdot \kappa_э \cdot \kappa_m, \quad (5.3)$$

где η_c – коэффициент спроса потребителей электроэнергии;

$\kappa_э$ – коэффициент мощности установленных электродвигателей;

κ_m – коэффициент машинного времени электроприемников (машинное время работы оборудования);

$\Phi_э$ – эффективный фонд работы оборудования, ч.

Количество электроэнергии для освещения помещений рассчитывается по формуле

$$P_{эл}^{св} = \frac{C_{св} \cdot \Phi_э \cdot P_{ср} \cdot \kappa_o}{1000}, \quad (5.4)$$

где $C_{св}$ – число светильников (лампочек) на участке, в цехе, на предприятии, шт.;

$P_{ср}$ – средняя мощность одной лампочки, Вт;

h – норма освещения 1 м² площади, Вт;

S – площадь здания, м².

Для некоторых производственных целей (для охлаждающих жидкостей) количество воды определяется по формуле

$$Q_в = \frac{q_в \cdot c_{пр} \cdot \Phi_э \cdot \kappa_з}{1000}, \quad (5.5)$$

где $q_в$ – часовой расход воды на один станок, л;

$c_{пр}$ – принятое число станков (оборудования), шт.

Количество сжатого воздуха для производственных целей (в метрах кубических) определяется по формуле

$$Q_{возд} = 1,5 \sum_{i=1}^m d \cdot \kappa_u \cdot \Phi_э \cdot \kappa_з, \quad (5.6)$$

где 1,5 – коэффициент, учитывающий потери сжатого воздуха в трубопроводах и в местах неплотного их соединения;

d – расход сжатого воздуха при непрерывной работе воздухоприемника, м³/ч;

κ_u – коэффициент использования воздухоприемника во времени;

m – число наименований воздухоприемников.

Задача 1. Определить потребность в силовой электроэнергии для участка механического цеха за год на основе следующих данных (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Состав оборудования участка

Оборудование	Установленная мощность двигателей, кВт	Коэффициент мощности установленных электродвигателей	Коэффициент машинного времени работы станков
1 Токарно-винторезные	40	0,8	0,7
2 Токарно-револьверные	36	0,7	0,8
3 Вертикально-фрезерные	25	0,8	0,8
4 Горизонтально-фрезерные	15	0,8	0,8
5 Вертикально-фрезерные	20	0,6	0,7

Режим работы участка двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч. Число рабочих дней в году – 255. Потери времени на плановые ремонты – 5 %.

Задача 2. Определить потребность в электроэнергии для освещения цеха, если в нем установлено $C_{св} = 50$ люминесцентных светильников; средняя мощность каждого из них $P_{ср} = 100$ Вт. Время горения светильников в сутки – 15 ч. Коэффициент одновременного горения светильников $\kappa_o = 0,75$. Число рабочих дней в месяце – 22.

Задача 3. Мощность установленного в цехе оборудования $W_y = 448,2$ кВт; средний коэффициент полезного действия электромоторов $\eta_s = 0,9$; средний коэффициент загрузки оборудования $\kappa_z = 0,8$; средний коэффициент одновременной работы оборудования $\kappa_o = 0,7$; коэффициент полезного действия питающей электрической сети $\kappa_c = 0,96$; плановый коэффициент спроса по производственному корпусу $\eta_c = 0,6$. Режим работы цеха двухсменный, по 8 ч. Потери времени на плановые ремонты – 5 %. Определить экономию (перерасход) силовой электроэнергии за год.

Задача 4. Определить потребность цеха в сжатом воздухе за месяц, если он используется на 35 станках. Среднечасовой расход сжатого воздуха на одном станке – 10 м^3 . Коэффициент утечки сжатого воздуха – 1,5. Коэффициент использования станков во времени – 0,85, по мощности – 0,75. Режим работы оборудования цеха двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч. Число рабочих дней в месяц – 21. Потери времени на плановые ремонты – 6 %.

Задача 5. Определить расход воды на приготовление охлаждающей эмульсии для металлорежущего инструмента за год по механическому цеху. Вода используется на 40 станках, ее средний часовой расход на один станок составляет 1,3 л. Средний коэффициент загрузки станков – 0,8. Режим работы цеха

двухсменный. Продолжительность рабочей смены – 8 ч. Число рабочих дней в году – 255. Потери времени на плановые ремонты – 5 %.

Контрольные вопросы

- 1 Перечислите энергоносители, имеющиеся на предприятии.
- 2 Поясните порядок определения потребности в топливе для технологических нужд.
- 3 Поясните порядок определения потребности в топливе для отопления производственных, административных и других зданий.
- 4 Поясните порядок определения потребности воды для производственных нужд.
- 5 Поясните порядок определения потребности пара для производственных целей.
- 6 Поясните порядок расчета экономии (перерасхода) силовой энергии по цеху за год.

6 Инструментальное хозяйство и его организация

Цель работы: научиться рассчитывать потребность предприятия в различных видах инструмента и приспособлений.

Методические рекомендации

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 (норма расхода) определенного типоразмера на годовую программу осуществляется по формуле

$$H_p = \frac{N \cdot t_m \cdot n_n}{60 \cdot T_{изн} (1 - R)}, \quad (6.1)$$

где 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 $R = 0,05$).

Норма износа режущего инструмента определяется по формуле

$$T_{изн} = \left(\frac{L}{l} + 1 \right) t_{см}, \quad (6.2)$$

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):

$$K_p = \frac{N \cdot H_p}{n_p}, \quad (6.3)$$

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

$$K_m = \frac{N \cdot a_g \cdot n_{вк}}{n_{пр.и} (1 - R)}, \quad (6.4)$$

где a_g – 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

$$n_{пр.и} = v \cdot a_q \cdot B \cdot a_p, \quad (6.5)$$

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.

Норма запаса инструмента на центральном инструментальном складе устанавливается в соответствии с системой «минимум-максимум».

По системе «минимум-максимум» создается три нормы запаса:

1) минимальная норма запаса Z_{\min} создается на случай задержки испол-

нения заказа на изготовление инструмента или перерасхода его цехами;

2) норма запаса, соответствующая точке заказа, при которой выдается заказ на изготовление или приобретение очередной партии инструмента:

$$Z_{m.z} = Z_{\min} + T_o \cdot Q_p, \quad (6.6)$$

где T_o – период времени между моментом выдачи заказа и поступлением инструмента на центральный инструментальный склад, дн.;

Q_p – среднедневной расход инструмента за период исполнения заказа, шт.;

3) максимальная норма запаса Z_{\max} достигается в момент поступления заказа минструмента, определяется по формуле

$$Z_{\max} = Z_{\min} + T_u \cdot Q_p, \quad (6.7)$$

где T_u – время между двумя поступлениями партий инструмента (длительность цикла), дн.

Задача 1. Производственная программа участка – 2 000 изделий в год, в каждом изделии $(10 + j)$ деталей обрабатываются режущим инструментом. Коэффициент машинного времени $\kappa_m = 0,8$. Время между двумя поступлениями инструмента на центрально-инструментальный склад (ЦИС) – 21 день. Расчет выполнить по шагам:

- 1) расходный фонд инструмента для выполнения годовой программы;
- 2) число занятых станков при пятидневной неделе и двухсменной работе по 8 ч;
- 3) запас-максимум в ЦИС, если запас-минимум равен полумесячной потребности.

Необходимые исходные данные представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Исходные данные

Инструмент	Длина рабочей части L , мм	Толщина снимаемого слоя при переточке l , мм	Стойкость инструмента t_{cm} , ч	Штучное время обработки детали t_{um} , ч	Количество инструмента, применяемого одновременно, n_n
Резец проходной	5,1	0,7	2,4	4,50	1
Резец подрезной	2,8	0,4	2,4	2,75	3
Фреза червячная	7,3	0,6	4,0	3,60	1

Задача 2. Длина режущей части инструмента – 8 мм; величина слоя, снимаемого при каждой переточке, – 0,7 мм; стойкость – 1 ч; коэффициент преждевременного выхода из строя – 0,05; годовая программа деталей, обрабатываемых данными резцами, – 45 000 шт.; машинное время обработки

одной детали – 2,25 мин. Произвести расчет времени износа и годовой расход резцов с наварными пластинками из быстрорежущей стали.

Задача 3. Норма износа сверл – 30 ч; годовая программа деталей, обрабатываемых сверлами, – 65 000 шт.; машинное время обработки одной детали – 3,5 мин. Произвести расчет нормы расхода и годовой расход спиральных сверл из быстрорежущей стали.

Задача 4. 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. Произвести расчет нормы износа и годовой расход гладких специальных скоб.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте понятие инструментального хозяйства.
- 2 Назовите формы организации инструментального хозяйства.
- 3 Поясните порядок определения минимального (максимального) запаса инструмента на складе.
- 4 Поясните порядок определения точки заказа инструмента.
- 5 Поясните порядок определения потребности предприятия в режущих и других инструментах.

7 Многостаночное обслуживание

Цель работы: научиться строить графики многостаночного обслуживания и рассчитывать коэффициенты загрузки оборудования и рабочего многостаночника.

Методические рекомендации

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

Число одновременно обслуживаемых станков рабочим-многостаночником (норма обслуживания) может быть определено путем построения графика (циклограммы) или аналитически.

Для построения циклограммы используются следующие обозначения (рисунок 7.1).

Количество станков, которые может обслужить рабочий, т. е. норма многостаночного обслуживания, рассчитывается как

$$H_{об} = n = \frac{t_{маш}}{t_{зан}} + 1, \quad (7.1)$$

где $t_{маш}$ – машинно-автоматическое время на любом из совмещаемых станков, мин;

$t_{зан}$ – время занятости рабочего на станке, мин.

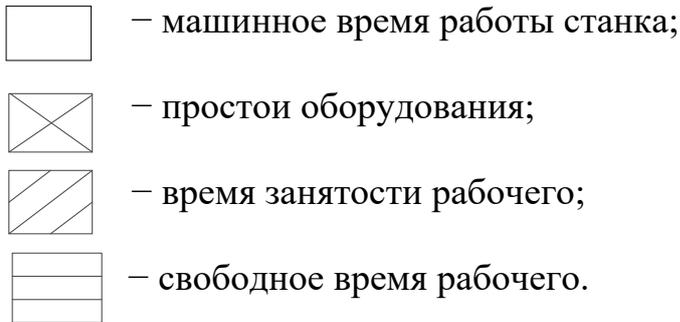


Рисунок 7.1 – Условные обозначения элементов циклограммы

Коэффициент занятости рабочего-многостаночника в течение цикла определяется по формуле

$$k_{зан} = \frac{\sum t_{зан_i}}{T_{мс}}. \quad (7.2)$$

Коэффициент загрузки станков в течение цикла определяется по формуле

$$k_{заг} = \frac{\sum t_{он_i}}{n \cdot T_{мс}}. \quad (7.3)$$

Задача 1. 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 2. Определить аналитически и графически свободное время рабочего в течение цикла многостаночного обслуживания станков-дублеров, если машинное время – 12 мин, время занятости – 4,5 мин.

Задача 3. Определить аналитически и графически величину свободного времени рабочего и простой станков в течение цикла многостаночного обслуживания. Время операций дано в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Нормы времени по операциям

Время, мин	Станок			
	1	2	3	4
Машинное	16,2	14,1	13,7	15,2
Занятости	6,3	4,8	4,1	7,3

Задача 4. Определить норму обслуживания станков, длительность цикла многостаночного обслуживания, степень занятости многостаночника, коэффициент загрузки оборудования, если машинное время составляет 20 мин, а время занятости – 9 мин.

Контрольные вопросы

- 1 Дайте понятие многостаночного оборудования.
- 2 Назовите варианты многостаночного оборудования.
- 3 Назовите сочетания работы станков.
- 4 Перечислите задачи организации многостаночного оборудования.
- 5 Дайте понятие длительности цикла многостаночного обслуживания.
- 6 Поясните порядок расчета цикла многостаночного обслуживания.
- 7 Поясните порядок расчета коэффициента загрузки оборудования.
- 8 Поясните порядок расчета коэффициента загрузки рабочего-многостаночника.
- 9 Поясните порядок расчета оптимального количества обслуживаемых станков.

Список литературы

- 1 **Горелов, Н. А.** Методология научных исследований : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / Н. А. Горелов, Д. В. Круглов, О. Н. Кораблева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Юрайт, 2017. – 365 с.
- 2 **Иванов, И. Н.** Организация производства на промышленных предприятиях: учебник / И. Н. Иванов. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 352 с.
- 3 **Переверзев, М. П.** Организация производства на промышленных предприятиях : учебное пособие / М. П. Переверзев, С. И. Логвинов, С. С. Логвинов. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 331 с.
- 4 **Радиевский, М. В.** Организация производства: инновационная стратегия устойчивого развития предприятия : учебник / М. В. Радиевский. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 377 с.

5 **Синица, Л. М.** Организация производства. Практикум : учебное пособие / Л. М. Синица, Н. Г. Шебеко ; под ред. Л. М. Синицы. – Минск : БГЭУ, 2016. – 262 с.

6 **Сыров, В. Д.** Организация производства : учебное пособие / В. Д. Сыров. – Москва : РИОР ; ИНФРА-М, 2020. – 283 с.

7 **Иванов, И. Н.** Организация производства на промышленных предприятиях: учебник / И. Н. Иванов. – Москва: ИНФРА-М, 2020. – 352 с.

8 **Фатхутдинов, Р. А.** Организация производства : учебник / Р. А. Фатхутдинов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2020. – 544 с.

9 Экономика и организация производства : учебное пособие / Под ред. Ю. И. Трещевского, Ю. В. Вертаковой, Л. П. Пидоймо. – Москва : ИНФРА-М, 2021. – 381 с.