

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор УО «ВГТУ»

\_\_\_\_\_ С.И. Малашенков  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

Методические указания  
к практическим занятиям для студентов специальности  
1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной  
промышленности и бытового обслуживания»

РЕКОМЕНДОВАНО  
Редакционно-издательским  
советом УО «ВГТУ»

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2013 г.  
Протокол № \_\_\_\_\_

Витебск  
2013

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

Методические указания  
к практическим занятиям для студентов специальности  
1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной  
промышленности и бытового обслуживания»

Витебск  
2013

УДК 685.658.5:621

Организация производства и управление предприятием : методические указания к практическим занятиям для студентов специальности 1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной промышленности и бытового обслуживания»

Витебск: Министерство образования Республики Беларусь, УО «ВГТУ», 2013.

Составители: доц. Чукасова-Ильюшкина Е.В.,  
асс. Красева Н.В.  
асс. Галавач Д.О.

В методических указаниях изложены основные теоретические вопросы организации производства, методики организационно-экономических расчетов, а также рекомендации по их практическому использованию в ходе выполнения конкретных заданий.

Одобрено кафедрой менеджмента УО «ВГТУ»  
Протокол № 3 от 23 октября 2013 г.

Рецензент: доц. Скворцов В.А.  
Редактор: ст. преп. Снетков С.М.

Рекомендовано к опубликованию редакционно-издательским советом  
УО «ВГТУ». Протокол № 3 от 25 апреля 2013 г.

Ответственный за выпуск: Данилевич Т. А.

Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

---

Подписано к печати \_\_\_\_\_ Формат \_\_\_\_\_ Уч.-изд. лист. \_\_\_\_\_  
Печать ризографическая. Тираж \_\_\_ экз. Заказ № \_\_\_\_\_ Цена \_\_\_\_\_

---

Отпечатано на ризографе учреждения образования «Витебский государственный технологический университет». Лицензия № 02330/0494384 от 16 марта 2009 г. 210035, г. Витебск, Московский пр., 72.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Учреждение образования  
«Витебский государственный технологический университет»

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА И УПРАВЛЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

Методические указания  
к практическим занятиям для студентов специальности  
1-36 08 01 «Машины и аппараты легкой, текстильной  
промышленности и бытового обслуживания»

Витебск  
2013

## СОДЕРЖАНИЕ

|          |   |    |
|----------|---|----|
| Тема 1.  | Организация процесса создания и освоения новой техники.<br>Метод сетевого планирования и управления | 4  |
| Тема 2.  | Производственная структура предприятия  | 8  |
| Тема 3.  | Организация производственного процесса во времени   | 10 |
| Тема 4.  | Поточный метод организации производства   | 14 |
| Тема 5.  | Техническое нормирование труда  | 17 |
| Тема 6.  | Организация оплаты труда на предприятии   | 19 |
| Тема 7.  | Оперативно-производственное планирование  | 22 |
| Тема 8.  | Организация инструментального хозяйства   | 24 |
| Тема 9.  | Организация ремонтного хозяйства  | 29 |
| Тема 10. | Организация энергетического хозяйства   | 32 |
| Тема 11. | Организация транспортного хозяйства   | 36 |
| Тема 12. | Организация материально-технического обеспечения и<br>складского хозяйства                          | 40 |
|          | Список рекомендуемой литературы   | 45 |

## Тема 1. Организация процесса создания и освоения новой техники. Метод сетевого планирования и управления

Планирование работ по технической подготовке производства целесообразно осуществлять при помощи сетевых графиков. Сетевой график (сетевая модель) представляет собой графическую модель, в которой изображаются взаимосвязи и результаты всех работ планируемого комплекса. *При построении сетевого графика предварительно составляют перечень событий и работ.*

Работа может быть *действительной* (требует затрат времени) и *фиктивной* (не требующей затрат времени). Событие в отличие от работы не является процессом, не имеет длительности и не сопровождается затратами времени и ресурсов.

В сетевом графике событие принято обозначать кружком, а работу – стрелкой (фиктивная работа обозначается пунктирной стрелкой). Между двумя смежными событиями может быть изображена только одна работа. Стрелки (работы) должны быть направлены слева направо. График должен быть простым без лишних пересечений. В сетевом графике не должно быть тупиковых, хвостовых событий, замкнутых контуров. Не должно быть событий, использующих одинаковые коды. Работа кодируется номерами её начального и конечного события. Продолжительность выполнения работы измеряется в часах, днях, неделях и т. д. и проставляется над стрелкой.

Последовательность взаимосвязанных событий и работ на сетевом графике называется путём. *Продолжительность любого пути равна сумме продолжительностей составляющих его работ.*

Путь, имеющий наибольшую продолжительность ( $t_{кр}$ ), называется **критическим**. На сетевом графике стрелки, обозначающие критические работы, выделяются жирными линиями. Полный путь, близкий по продолжительности к критическому, называется **подкритическим**. Критический путь определяет продолжительность комплекса выполнения работ в целом. Для сокращения сроков выполнения комплекса необходимо сократить сроки выполнения работ, лежащих на критическом пути.

### Расчет основных параметров сетевого графика:

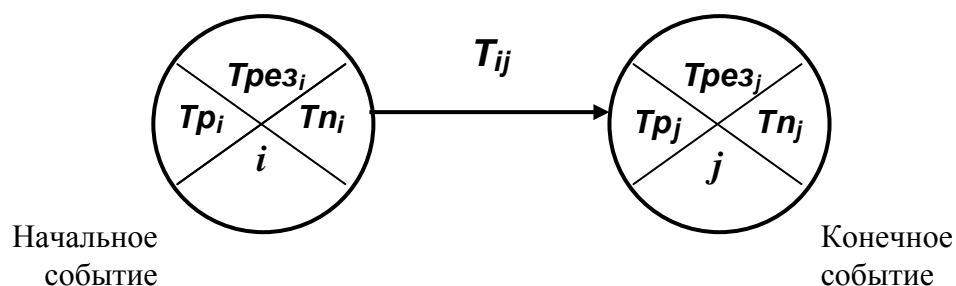


Рисунок 1.1 – Размещение на сетевом графике исходных данных и расчетных параметров (графический метод)

1. *Ранний срок свершения события* – наиболее раннее время, когда это событие может свершиться. Расчёт наиболее ранних сроков свершения события ведётся слева направо, начиная с исходного события, и заканчивается завершающим событием. Ранний срок свершения исходного события принимаем равным нулю ( $T_{pi} = 0$ ). Ранний срок свершения события определяется:

– при условии, если в  $j$ - событие входит одна работа

$$T_{pj} = (T_{pi} + T_{ij}), \quad (1.1)$$

где  $T_{pi}$  – ранний срок свершения предшествующего  $i$ -го события;

$T_{ij}$  – продолжительность работы, ведущей к  $j$ -му событию;

– при условии, если  $j$ -ому событию предшествует несколько работ

$$T_{pj} = (T_{pi} + T_{ij})_{max}. \quad (1.2)$$

2. *Поздний срок свершения события* – наиболее позднее время, при котором не наступает задержка в свершении раннего срока завершающего события. Расчёт наиболее поздних сроков свершения событий ведётся справа налево, начиная с завершающего события и заканчивая исходным. Поздний срок свершения завершающего события принимается равным раннему сроку свершения этого события, то есть:

$$T_{pjn} = T_{njn}. \quad (1.3)$$

Поздний срок свершения события определяется:

– при условии, если из  $i$ -го события выходит одна работа

$$T_{ni} = (T_{nj} - T_{ij}), \quad (1.4)$$

где  $T_{nj}$  – поздний срок свершения  $j$ -го события;

$T_{ij}$  – продолжительность работы, ведущей от  $i$ -го события к  $j$ -му событию;

– при условии, если из  $i$ -го события выходит несколько работ

$$T_{ni} = (T_{nj} - T_{ij})_{min}. \quad (1.5)$$

3. *Резерв времени наступления события* – это такой промежуток времени, на который может быть отсрочено наступление данного события без нарушения сроков завершения комплекса работ в целом. Например, определим резерв времени для  $i$ -го события:

$$T_{рез i} = T_{ni} - T_{pi}, \quad (1.6)$$

где  $T_{pi}$  – ранний срок свершения  $i$ -го события;

$T_{ni}$  – поздний срок свершения  $i$ -го события.

4. *Полный резерв времени* определяем по формуле

$$T_{пол\ ij} = T_{nj} - T_{pi} - T_{ij}. \quad (1.7)$$

5. *Свободный резерв времени* определяем по формуле

$$T_{св\ ij} = T_{pj} - T_{pi} - T_{ij}. \quad (1.8)$$

**Задача 1.** Постройте сетевой график выполнения комплекса работ на основе исходных данных. Продолжительность работ в днях следующая:  $t_{0-1} = 10$ ;  $t_{0-2} = 15$ ;  $t_{1-3} = 20$ ;  $t_{3-4} = 40$ ;  $t_{3-5} = 25$ ;  $t_{4-6} = 23$ ;  $t_{5-6} = 30$ ;  $t_{6-7} = 40$ ;  $t_{7-8} = 10$ ;  $t_{2-7} = 10$ .

Рассчитайте параметры сетевой модели графическим способом: рассчитайте ранние и поздние сроки начала и окончания работ, их полные и свободные резервы времени, резервы времени событий, укажите критический путь на сетевом графике и рассчитайте его продолжительность.

**Задача 2.** На основании сетевого графика определите: события, обладающие резервом времени, укажите критический путь на сетевом графике и рассчитайте его продолжительность. Продолжительность работ в днях следующая:  $t_{1-2} = 1$ ;  $t_{1-3} = 3$ ;  $t_{2-3} = 2$ ;  $t_{2-4} = 4$ ;  $t_{2-5} = 1$ ;  $t_{4-6} = 2$ ;  $t_{5-6} = 2$ ;  $t_{6-7} = 3$ .

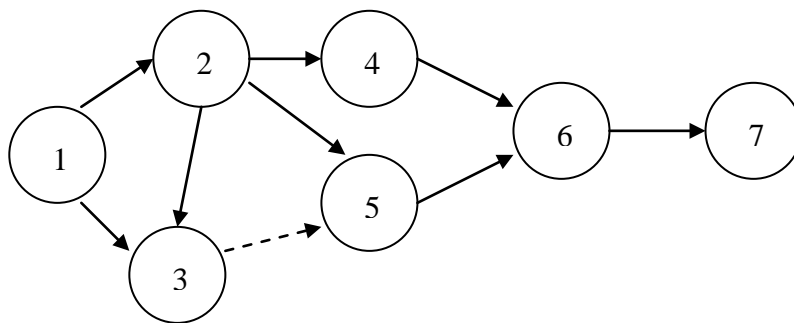


Рисунок 1.2 – Сетевой график

**Задача 3.** Постройте сетевой график выполнения комплекса работ на основе исходных данных. Длительность работ в днях следующая:  $t_{0-1} = 2$ ;  $t_{0-2} = 3$ ;  $t_{1-3} = 4$ ;  $t_{2-3} = 3$ ;  $t_{3-4} = 5$ ;  $t_{3-5} = 1$ ;  $t_{4-6} = 7$ ;  $t_{5-6} = 2$ ;  $t_{6-7} = 8$ ;  $t_{6-8} = 5$ ;  $t_{7-9} = 4$ ;  $t_{8-9} = 2$ .

Рассчитайте параметры сетевой модели графическим способом. Ответьте на вопрос: возможно ли завершение всего комплекса работ через 30 дней без оптимизации сетевого графика?

**Задача 4.** Используя исходные данные таблицы 1.1, постройте сетевой график выполнения комплекса работ и определите основные параметры сетевого графика: рассчитайте ранние и поздние сроки начала и окончания работ, резервы времени событий, укажите критический путь на сетевом графике и рассчитайте его продолжительность.



Таблица 1.1 – Исходные данные

| Код работы | Продолжительность работы, дн. |
|------------|-------------------------------|
| 0 – 1      | 29                            |
| 0 – 2      | 11                            |
| 0 – 4      | 4                             |
| 1 – 4      | 3                             |
| 1 – 3      | 9                             |
| 2 – 3      | 9                             |
| 2 – 5      | 4                             |
| 3 – 4      | 6                             |
| 3 – 5      | 0                             |
| 3 – 8      | 0                             |
| 4 – 7      | 5                             |
| 4 – 8      | 4                             |
| 5 – 6      | 9                             |
| 6 – 8      | 0                             |
| 7 – 8      | 5                             |
| 8 – 9      | 4                             |

**Задача 5.** Определите ранние и поздние сроки свершения событий и критический путь для сетевого графика, показанного на рисунке 1.3.

Продолжительность работ в днях указана над работами в сетевом графике.

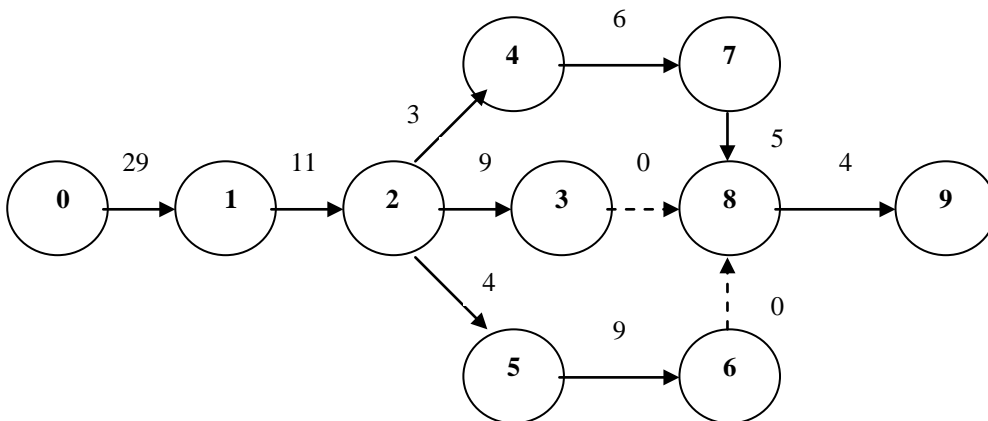


Рисунок 1.3 – Сетевой график

**Задача 6.** Определить величину полного и свободного резерва времени работ 1-5; 2-3; 3-4; 5-6. Продолжительность работ указана в неделях (рисунок 1.4).

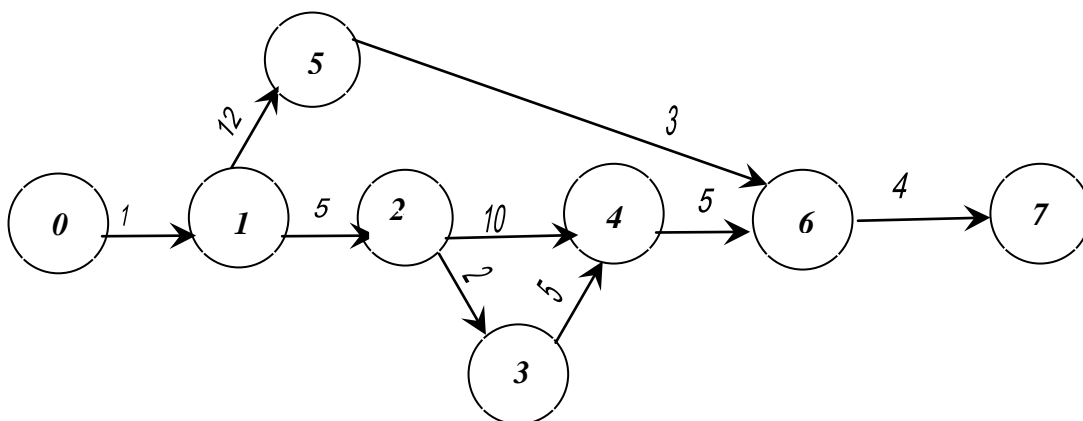


Рисунок 1.4 – Сетевой график

## Тема 2. Производственная структура предприятия

*Производственная структура предприятия* – это образующие его подразделения (цеха, участки) и формы их взаимодействия в процессе производства. Составными частями производственной структуры предприятия являются цехи, участки и рабочие места.

*Цех* – основное производственное подразделение предприятия. Различают *основные, вспомогательные, обслуживающие, подсобные и побочные* цехи.

К цехам *основного* производства относятся цехи, изготавливающие продукцию предприятия. Классификация основных цехов по стадиям изготовления готового продукта: *заготовительные, обрабатывающие, сборочные*.

*Вспомогательные* цехи способствуют выпуску основной продукции, производят вспомогательные виды изделий, необходимые для нормальной работы основных цехов.

*Обслуживающие* цехи выполняют работу по обслуживанию основных и вспомогательных цехов транспортировкой и хранением сырья, полуфабрикатов, готовой продукции и т. д.

*Побочные* цехи занимаются использованием и переработкой отходов основного производства.

Укрупненная производственная структура машиностроительного предприятия представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Производственная структура предприятия

| Основной цех              |                            | Вспомогательный цех | Обслуживающий цех   | Подсобный и побочный цехи            | Экспериментальный цех и лаборатория |
|---------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| заготовительный           | обрабатывающий и сборочный |                     |                     |                                      |                                     |
| Литейный                  | Механический               | Инструментальный    | Транспортный        | Гарный                               | Опытно-экспериментальный            |
| Кузнечный                 | Механо-сборочный           | Энергетический      | Складское хозяйство | Производства из отходов производства | Лаборатория испытаний               |
| Штамповочный              | Сборочный                  | Строительный        |                     |                                      |                                     |
| Раскройно-заготовительный | Термический                | Ремонтный           |                     |                                      |                                     |

*Производственный участок* – представляет собой производственное подразделение, объединяющее ряд рабочих мест, сгруппированных по определенному признаку, осуществляющее часть общего производственного процесса по изготовлению продукции или обслуживанию производства. Различают два основных вида производственных участков: *технологический; предметно-замкнутый* (разновидностью такого типа участков являются

поточные линии).

*Рабочее место* – часть цеха, обслуживаемая одним или несколькими рабочими, предназначенная для выполнения одной или нескольких производственных или обслуживающих операций, оснащенная соответствующим оборудованием и технической оснасткой. Классификация рабочих мест представлена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Классификация рабочих мест

| Признак классификации                  | Вид рабочего места  |
|--|---|
| 1                                      | 2   |
| Уровень специализации                  | Специализированные (за рабочим местом закрепляется выполнение деталей операций)<br>Универсальные (закрепление деталей операций или отсутствует, или их число достаточно велико)                                     |
| Уровень механизации                    | Ручные, машинно-ручные, механизированные, автоматизированные  |
| Разделение труда                       | Индивидуальные (занят один работник)<br>Коллективные (группа работников при обслуживании крупных агрегатов)   |
| Количество обслуживаемого оборудования | Одностаночные и многостаночные  |
| Стабильность                           | Стационарные (оборудованы на определенной производственной площади)<br>Подвижные (относятся к таким категориям рабочих, как наладчики, ремонтники, транспортные рабочие. Производственные площади им не выделяются) |

**Задача 1.** В составе электротехнического завода имеются следующие цехи: инструментальный, ремонтно-механический, энергоремонтный, железнодорожно-транспортный, механический, металлоконструкций и панелей, изготовления обмоток трансформатора, заготовительный, сборки трансформаторов, а также отделы: финансовый, кадров, материально-технического снабжения, бухгалтерия, технического контроля и испытаний, административно-хозяйственный, экономический, главного энергетика, охраны труда и техники безопасности, научно-технической информации. Имеются детские и социально-культурные учреждения, магазин, подсобное хозяйство, предприятие общественного питания и здравоохранения.

Исходя из вышперечисленного, составьте общую производственную структуру предприятия, определите недостающие структурные подразделения.

**Задача 2.** На машиностроительном предприятии имеются следующие структурные подразделения.

Таблица 2.3 – Структурные подразделения предприятия

| Подразделение,<br>цех   | Численность работающих, чел |           |           |
|---|-----------------------------|-----------|-----------|
|   | вариант 1                   | вариант 2 | вариант 3 |
| Литейный  | 300                         | 270       | 330       |
| Раскря  | 80                          | 50        | 110       |
| Кузнечный   | 320                         | 290       | 350       |
| Механический № 1  | 400                         | 370       | 430       |
| Механический № 2  | 300                         | 270       | 330       |
| Металлопокрытий   | 70                          | 40        | 100       |
| Термический   | 100                         | 70        | 130       |
| Сборочно-сварочный  | 400                         | 370       | 430       |
| Энергомеханический  | 50                          | 20        | 80        |
| Модельный по изготовлению и ремонту пресс-форм для литейных цехов | 60                          | 30        | 90        |
| Электроремонтный  | 150                         | 120       | 180       |
| Ремонтно-механический   | 120                         | 90        | 150       |
| Тарный  | 50                          | 20        | 80        |
| Транспортный  | 70                          | 40        | 100       |

На основании данных таблицы 2.3 выполните следующее:

- 1) определите численность работников, занятых в основных, вспомогательных, обслуживающих и побочных производствах;
- 2) рассчитайте удельный вес работников данных производств.

### Тема 3. Организация производственного процесса во времени

*Производственный цикл* – это период времени, в течение которого сырье или основной материал превращается в готовую продукцию; период времени между моментом начала и моментом окончания какого-либо производственного процесса.

Длительность производственного цикла выражается чаще всего в календарных днях или при малой трудоемкости изделия – в часах.

$$T_{пр.ц} = T_m + (m + 1) \times t_{мо} + t_{е.п} + t_{реж} , \quad (3.1)$$

где  $T_{пр.ц}$  – длительность производственного цикла;

$T_m$  – длительность технологического цикла;

$m$  – число операций в технологическом процессе;

$t_{мо}$  – среднее межоперационное время, мин;

$t_{е.п}$  – время естественных процессов, мин;

$t_{реж}$  – перерывы, связанные с режимом работы, мин.

Установлены три основных вида движения: *последовательное*, *параллельное* и *параллельно-последовательное*.

*При построении графика движения предметов труда рекомендуется*

использовать масштабированную бумагу, при построении графиков на компьютере с помощью графических редакторов (Компас-3D и др.) рекомендуется распечатать график в масштабе 1:1.

1. При последовательном виде движения деталей каждая последующая операция начинается только после окончания изготовления всей партии деталей на предыдущей операции. Длительность технологического цикла определяется по формуле

$$T_{m.посл} = n \times \sum_{i=1}^m \frac{t_{умi}}{C_i}, \quad (3.2)$$

где  $m$  – количество операций технологического процесса;

$n$  – размер партии деталей, шт.;

$C_i$  – число рабочих мест на операцию, шт.;

$t_{умi}$  – норма времени на выполнение  $i$ -ой операции, мин.

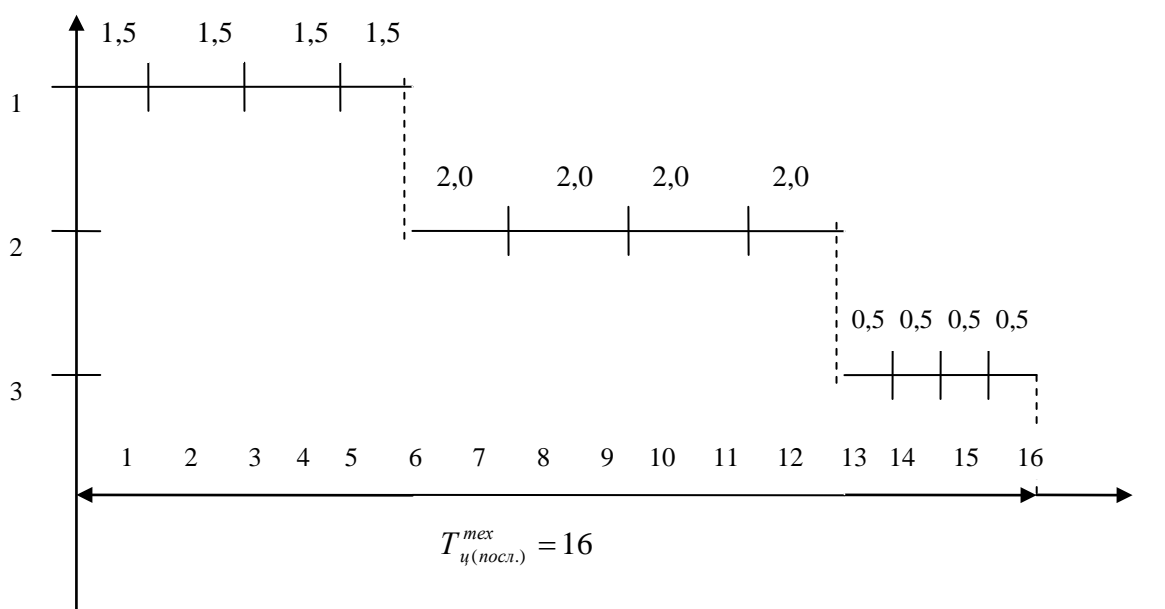


Рисунок 3.1 – График при последовательном движении предметов труда

2. При параллельном виде движения деталей полностью загруженной является операция с самым длительным операционным циклом, а менее трудоемкие операции имеют перерывы. Длительность технологического цикла определяется по формуле

$$T_{m.пар} = (n - p) \times \left( \frac{t_{ум}}{C_i} \right)_{max} + p \times \sum_{i=1}^m \frac{t_{умi}}{C_i}, \quad (3.3)$$

где  $p$  – величина транспортной партии, шт.

При построении графика параллельного вида движения сперва строится технологический цикл для первой детали по всем операциям, при этом на операции с наибольшей продолжительностью ( $t_{зл}$  – главная операция) строится

цикл проведения работ по всей партии  $p$  без перерывов. Затем для всех остальных деталей партии достраиваются операционные циклы, начиная построение от  $t_{2л}$ .

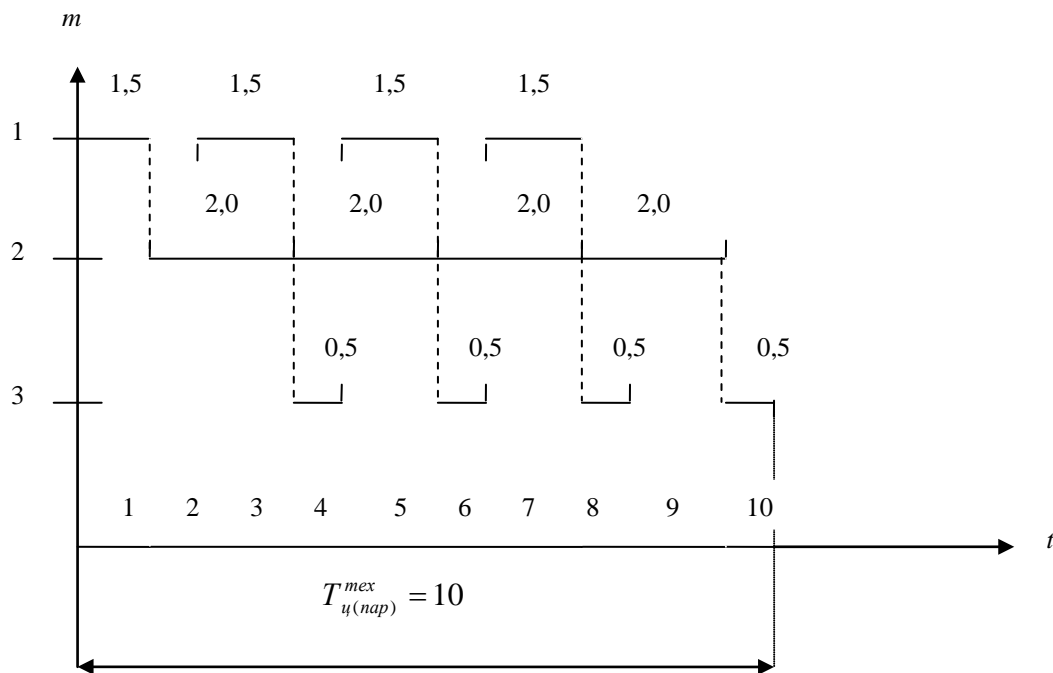


Рисунок 3.2 – График при параллельном движении предметов труда

3. При параллельно-последовательном виде движения выполнение следующей операции начинается раньше, чем наступает полное окончание обработки всей партии на предыдущей операции, и осуществляется без перерывов в изготовлении партии деталей на каждом рабочем месте:

$$T_{m,n-n} = n \times \sum_{i=1}^m \left( \frac{t_{умi}}{C_i} \right) - (n-p) \sum_{i=1}^{m-1} \left( \frac{t_{умi}}{C_i} \right)_{кор}, \quad (3.4)$$

где  $\left( \frac{t_{умi}}{C_i} \right)_{кор}$  – наиболее короткая операция из каждой пары смежных операций, мин.

При построении графика учитываются следующие условия:

- продолжительность смежных операций (предыдущей и последующей) одинакова, между ними организуется параллельная обработка деталей, которые передаются поштучно;
- продолжительность последующей операции больше, чем предыдущая, обработка первой детали на последующей операции может быть начата сразу после обработки на предыдущей;
- продолжительность последующей операции меньше, чем предыдущая, начало обработки первой детали на последующей операции устанавливается таким образом, чтобы к моменту окончания обработки последней детали

партии на предыдущем рабочем месте, на последующем были обработаны все детали этой партии, кроме последней.

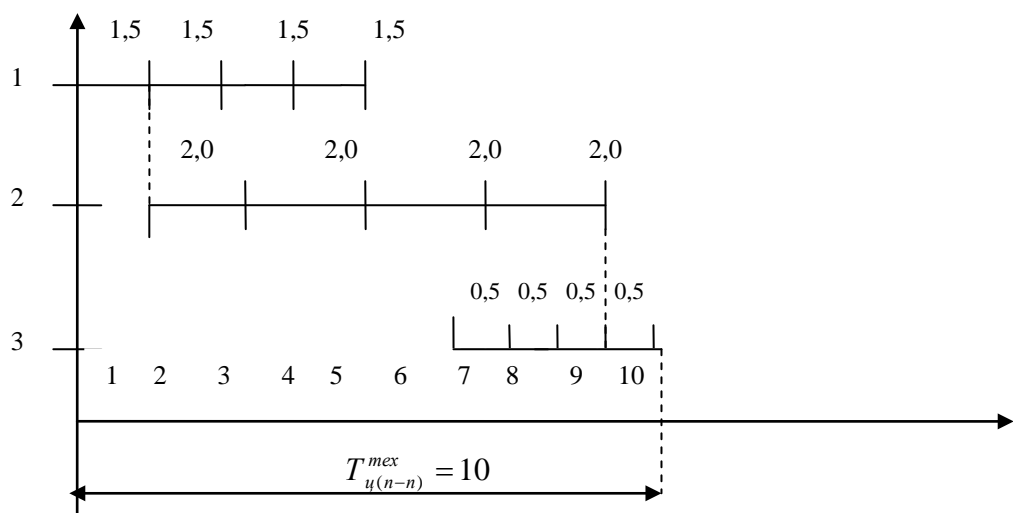


Рисунок 3.3 – График при параллельно-последовательном движении предметов труда

**Задача 1.** Рассчитайте длительность технологического цикла обработки деталей при последовательном, параллельно-последовательном и параллельным видах движения. Постройте графики обработки деталей по каждому виду движения, если известно, что партия деталей состоит из 5 штук, технологический процесс обработки включает 5 операций:  $t_1 = 2$  мин,  $t_2 = 9$  мин,  $t_3 = 5$  мин,  $t_4 = 8$  мин,  $t_5 = 3$  мин. Размер транспортной партии  $p = 1$  шт. Каждая операция выполняется на одном станке.

**Задача 2.** Определить длительность технологического цикла обработки 20 деталей при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения в процессе производства. Технологический процесс обработки деталей состоит из четырех операций, длительность которых соответственно составляет:  $t_1 = 1$  мин,  $t_2 = 4$  мин,  $t_3 = 2$  мин,  $t_4 = 6$  мин. Четвертая операция выполняется на двух станках, а каждая из остальных – на одном. Величина передаточной партии – 5 шт.

**Задача 3.** Партия деталей в 200 шт. обрабатывается при параллельно-последовательном виде движения. Технологический процесс обработки деталей состоит из шести операций, длительность которых соответственно составляет:  $t_1 = 8$  мин,  $t_2 = 3$  мин,  $t_3 = 27$  мин,  $t_4 = 6$  мин,  $t_5 = 4$  мин,  $t_6 = 20$  мин. Третья операция выполняется на трех станках, шестая – на двух, а каждая из остальных операций – на одном станке. Передаточная партия – 20 шт. Определить, как изменится длительность технологического цикла обработки партии деталей, если параллельно-последовательный вид движения в производстве заменить параллельным.

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

**Задача 5.** Определить длительность технологического и производственного циклов обработки партии деталей, состоящей из 10 деталей, при различных видах движений. Технологический процесс обработки состоит из четырех операций, длительность которых соответственно равна:  $t_1 = 8$  мин,  $t_2 = 4$  мин,  $t_3 = 2$  мин,  $t_4 = 10$  мин. Среднее межоперационное время – 2 мин. Длительность естественных процессов – 30 мин. Транспортная партия состоит из двух деталей. Первая и четвертая операции выполняются соответственно на двух станках, а остальные – каждая на одном станке.

#### Тема 4. Поточный метод организации производства

Основные параметры поточных линий:

1. Такт поточной линии определяется по формуле

$$r = \frac{F_э}{N_з}, \quad (4.1)$$

где  $F_э$  – эффективный (действительный) фонд времени работы поточной линии за расчетный период (смену, сутки, месяц, год), мин;

$N_з$  – программа запуска деталей (изделий) на поточную линию за тот же период, шт.

В случае, когда детали (изделия) передаются с операции на операцию партиями, то рассчитывают **ритм** поточной линии (и в последующих расчетах этот параметр используется вместо **такта** поточной линии):

$$R_n = r \times n, \quad (4.2)$$

где  $n$  – количество деталей (изделий) в передаточной партии, шт.

2. Эффективный фонд времени работы поточной линии определяется по формуле

а) за смену:

$$F_{см} = T_{см} - t_{р.п.}, \quad (4.3)$$

где  $T_{см}$  – календарный фонд времени за смену, мин;

$t_{р.п.}$  – регламентированные перерывы на отдых за смену, мин;

б) за сутки:



$$F_{см} = (T_{см} - t_{p.n.}) \times S, \quad (4.4)$$

где  $S$  – число смен в сутки;

в) за месяц или год:

$$F_{м(г)} = (T_{см} - t_{p.n.}) \times S \times D_p, \quad (4.5)$$

где  $D_p$  – число рабочих дней в месяце или году.

3. Количество рабочих мест по операциям поточной линии, если операции не равны между собой во времени, рассчитывается:

$$C_p = \frac{t_i}{r} \quad \text{или} \quad C_p = \frac{t_i}{R_n}, \quad (4.6)$$

где  $t_i$  – норма времени на операцию, мин.

Принятое число рабочих мест на каждой операции  $C_{np}$  определяется путем округления расчетного количества рабочих мест  $C_p$  до ближайшего целого числа.

4. Коэффициент загрузки рабочих мест:

$$K_z = \frac{C_p}{C_{np}}. \quad (4.7)$$

5. Количество поточных мест на всей поточной линии:

$$C_l = \sum_I^m C_{np}. \quad (4.8)$$

6. Скорость движения конвейера можно определить по формуле

$$v = \frac{\ell}{r} \quad \text{или} \quad v = \frac{\ell}{R_n}, \quad (4.9)$$

где  $\ell$  – шаг конвейера, то есть расстояние между предметами труда на рабочем конвейере, м;

7. Длина рабочей зоны конвейера:

$$L_p = \ell \sum_I^m C_{np}. \quad (4.10)$$

8. Длина замкнутой ленты конвейера определяется исходя из величины шага, количества рабочих мест на линии и конструктивных особенностей конвейера:

$$L_{з.л.} = 2L_p + 2\pi R, \quad (4.11)$$

где  $R$  – радиус приводного и натяжного барабанов, м;

9. Длительность технологического цикла изготовления детали (изделия) на поточной линии рассчитывается по формуле:

$$T_{ц} = r \times C_l, \quad T_{ц} = R_n \times C_l \quad \text{или} \quad T_{ц} = \frac{L_p}{v}, \quad (4.12)$$

где  $C_l$  – количество рабочих мест на поточной линии.

**Задача 1.** На поточной линии, оснащенной рабочим конвейером непрерывного действия, 24 рабочих места. Шаг конвейера – 1,4 м. Диаметр приводного и натяжного барабанов – 0,5 м каждый. Линия работает в две смены по 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых 30 мин в смену. Через каждые 2 мин с конвейера выпускается один блок. Определить: длину замкнутой ленты конвейера, суточный выпуск блоков.

**Задача 2.** Сборка малогабаритного изделия осуществляется на поточной линии, оснащенной непрерывно действующим рабочим конвейером. Программа выпуска изделий – 450 шт. в сутки. Технологический процесс сборки состоит из 10 операций, норма времени которых (с учетом времени возвращения рабочего на прежнее место) соответственно составляет:  $t_1 = 1,9$  мин,  $t_2 = 3,9$  мин,  $t_3 = 2$  мин,  $t_4 = 5,9$  мин,  $t_5 = 6$  мин,  $t_6 = 2$  мин,  $t_7 = 3,9$  мин,  $t_8 = 2$  мин,  $t_9 = 5,8$  мин,  $t_{10} = 4$  мин. Изделия собираются на площадках, специально закрепленных на конвейерной ленте, транспортными партиями, каждая из которых состоит из 5 шт. Длина площадки по ходу движения конвейера – 800 мм, расстояние между смежными площадками – 700 мм. Диаметр приводного и натяжного барабана – 0,6 м. Режим работы поточной линии – двухсменный по 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых – 30 мин в смену. Определить: такт и ритм потока, число рабочих мест на операциях и на всей поточной линии, скорость движения конвейера, длину рабочей зоны каждой операции и всей рабочей части конвейера, длину замкнутой ленты конвейера, длительность технологического цикла изготовления транспортной партии на конвейере.

**Задача 3.** Поточная линия, оснащенная рабочим конвейером непрерывного действия, имеет следующие параметры: шаг конвейера – 1,5 м, длина замкнутой ленты — 61,256 м; радиус приводного и натяжного барабанов – 0,2 м каждый. Конвейер работает в две смены по 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых — 30 мин в смену. Программа выпуска за сутки — 180 шт. Определить: такт потока; скорость движения конвейера; число рабочих мест на линии; длительность технологического цикла изготовления изделия на конвейере.

**Задача 4.** Сборка изделия производится на поточной линии, оснащенной рабочим конвейером пульсирующего действия. Длительность технологического цикла сборки изделия на конвейере – 36 мин. Скорость движения конвейера – 6 м/мин. Время перемещения изделия с одного рабочего места на другое в пять раз меньше времени выполнения каждой операции. Шаг конвейера – 1,8 м. Радиус приводного и натяжного барабанов – 0,3 м каждый. Режим работы поточной линии – двухсменный по 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых – 30 мин в смену. Определить: такт потока, число рабочих мест на линии, длину рабочей части линии и всей

замкнутой ленты конвейера и выпуск изделий за сутки.

**Задача 5.** Сборка блока производится на поточной линии, оснащенной рабочим пульсирующим конвейером. Программа выпуска за сутки – 600 шт. Длительность технологического цикла сборки блока на линии – 24 мин. Время на перемещение блока с одного рабочего места на другое – 0,3 мин. Шаг конвейера – 1,2 м. Линия работает в две смены по 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых – 30 мин в смену. Определить: такт потока, скорость движения конвейера, число рабочих мест на поточной линии, длину рабочей части конвейера.

**Задача 6.** На поточной линии, оснащенной рабочим пульсирующим конвейером, 14 рабочих мест. Длительность выполнения каждой операции на рабочем месте – 5 мин. Скорость движения конвейера – 4 м/мин. Шаг конвейера – 1,6 м. Диаметр приводного и натяжного барабанов – 0,4 м каждый. Линия работает в две смены по 8 ч. Регламентированные перерывы на отдых – 30 мин в смену. Определить: такт потока, длину рабочей части конвейера, длину замкнутой части конвейера, длительность технологического цикла изготовления изделия на поточной линии, суточный выпуск изделий.

## Тема 5. Техническое нормирование труда

*Нормы времени* устанавливают необходимые затраты труда на выполнение заданной работы в определенных производственных условиях. В ее состав включаются следующие нормируемые элементы затрат рабочего времени на изготовление единицы продукции:

$$H_{вр} = T_{н.з.} + T_o + T_v + T_{обс} + T_{отл} + T_{нто}, \quad (5.1)$$

где  $H_{вр}$  – норма времени, мин/шт.;

$T_{н.з.}$  – подготовительно-заключительное время;

$T_o$  – основное время;

$T_v$  – вспомогательное время;

$T_{обс}$  – время обслуживания рабочего места;

$T_{отл}$  – время на отдых и личные надобности;

$T_{нто}$  – время перерывов, предусмотренных технологией и организацией производства.

На предприятии норма времени обычно представляет собой штучное время на выполнение единицы работы:

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{обс} + T_{отл}. \quad (5.2)$$

*Оперативное время* включает суммарные затраты вспомогательного и основного времени.

$$T_{on} = T_o + T_g. \quad (5.3)$$

*Норма выработки* определяет количество единиц продукции или работы, которые должны быть выполнены в течение соответствующего периода. Норма выработки продукции за смену определяется делением продолжительностью рабочей смены на норму времени:

$$N_{выр} = \frac{T_{см}}{T_{шт}} \quad \text{или} \quad N_{выр} = \frac{T_{см} - T_{обс} - T_{отл}}{T_{он}}, \quad (5.4)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, мин;

$T_{он}$  – оперативное время в смену, мин;

$T_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, которое приходится на всю смену, мин;

$T_{отл}$  – время на отдых и личные надобности, которое приходится на всю смену, мин;

Зависимость в % между нормой времени и нормой выработки:

$$\Delta N_{ВЫР} = \frac{\Delta N_{ВР}}{100 - \Delta N_{ВР}} \times 100, \quad (5.5)$$

$$\Delta N_{ВР} = \frac{\Delta N_{ВЫР}}{100 - \Delta N_{ВЫР}} \times 100, \quad (5.6)$$

где  $\Delta N_{ВР}$  – изменение в % нормы времени;

$\Delta N_{ВЫР}$  – изменение в % нормы выработки.

**Задача 1.** Определить норму выработки на операции. Машинное время составляет 108 с, вспомогательное время – 91 с, норматив времени на обслуживание рабочего места – 1200 с в смену, норматив времени на отдых и личные надобности – 1900 с в смену. Продолжительность смены – 28800 с.

**Задача 2.** Рассчитать норму выработки, если известно, что время обслуживания рабочего места в смену 1200 с, время на отдых и личные надобности в смену 600 с, оперативное время 230 с, продолжительность смены 8 ч.

**Задача 3.** Определить норму выработки за 8-часовую смену, если известно, что норма оперативного времени на 1 шт. продукции 4 мин, норма времени на обслуживание рабочего места, на отдых и личные надобности в смену 24 мин в смену.

**Задача 4.** Определите сменную норму выработку на операции влажно-тепловой обработки изделия, если продолжительность смены составляет 460 мин, продолжительность влажно-тепловой обработки одного изделия – 8,75 мин, а время перезагрузки пресса – 1,25 мин.

**Задача 5.** Определите сменную норму выработки на операции, если оперативное время на одну деталь – 3,8 мин, продолжительность смены – 8 ч,

время на обслуживание рабочего места в смену – 24 мин, время на отдых и личные надобности в смену – 20 мин, подготовительно-заключительное время в смену – 6 мин.

**Задача 6.** Определите, на сколько изменится норма выработки, если норма времени на сборку одного узла снизится на 4 %.

**Задача 7.** Определите, как измениться норма времени на сборку узла, если норма выработки в смену увеличится на 5 %.

## Тема 6. Организация оплаты труда на предприятии

Сдельная расценка ( $P_{сд}$ ) рассчитывается по формуле

$$P_{сд} = C_{ч}^i \times H_{вр} \quad \text{или} \quad P_{сд} = \frac{C_{ч}^i}{H_{выр}}, \quad (6.1)$$

где  $C_{ч}^i$  – часовая тарифная ставка  $i$ -го разряда;

$H_{вр}$  – норма времени на 1 изделие (1 операцию), ч;

$H_{выр}$  – норма выработки за 1 ч, изд.

– Тарифная ставка за час 1-го разряда ( $C_{ч}^1$ ), руб/ч:

$$C_{ч}^1 = \frac{C_{мес}^1}{T_{ср.мес}}, \quad (6.2)$$

где  $C_{мес}^1$  – тарифная ставка за месяц 1-го разряда, руб.;

$T_{ср.мес}$  – среднемесячная норма времени в данном году, ч.

– Тарифная ставка за час  $i$ -го разряда ( $C_{ч}^i$ ), руб/ч:

$$C_{ч}^i = C_{ч}^1 \times K_{тар}^i, \quad (6.3)$$

где  $K_{тар}^i$  – тарифный коэффициент  $i$ -го разряда.

*Повременная* форма оплата труда подразделяется на две основные системы: *простую* и *премиальную*.

Заработная плата *простая повременная* рассчитывается по формуле

$$ЗП_{повр} = C_{ч}^i \times T_p^i, \quad (6.4)$$

где  $T_p^i$  – общее количество отработанных часов работником  $i$ -го разряда.

Заработная плата *повременно-премиальная* определяется по формуле

$$ЗП_{повр} = C_{ч}^i \times T_p^i \times \left(1 + \frac{П}{100}\right), \quad (6.5)$$

где  $П$  – процент премии, %.

Сдельная форма оплаты труда персонала подразделяется на четыре основные системы: *прямую, косвенную, премиальную, прогрессивную.*

Размер сдельной *прямой* заработной платы можно рассчитать по формуле

$$ЗП_{сд} = \sum_{i=1}^m P_i \times B_i, \quad (6.6)$$

где  $P_i$  – расценка единицы данного вида продукции, руб./изд.;

$B_i$  – фактическая выработка продукции, шт.

*Сдельно-премиальная* система оплаты труда – в общий доход работника включаются премии. В положении о премировании персонала должны быть установлены размеры премий и условия поощрения, при соблюдении которых премия выплачивается или снижается.

$$ЗП_{сд.прем} = ЗП_{сд} + \frac{ЗП_{сд} \times (П_1 + П_2 \times П_{пл})}{100}, \quad (6.7)$$

где  $П_1$  – процент премии за выполнение плана;

$П_2$  – процент премии за каждый процент перевыполнения плана;

$П_{пл}$  – количество процентов перевыполнения плана.

*Сдельно-прогрессивная* система оплаты труда – труд рабочего в пределах установленной нормы оплачивается по существующим тарифным ставкам, а сверх нее – по повышенным или прогрессивным премиальным показателям.

$$ЗП_{сд.прог} = ЗП_{сд} + \frac{(НВ_{ф} - НВ_{исх}) \times P \times (100 + П_{сд})}{100}, \quad (6.8)$$

где  $ЗП$  – зарплата за исходную величину продукции по обычным расценкам, руб.;

$НВ_{ф}, НВ_{исх}$  – норма выработки продукции фактическая и исходная;

$P$  – расценки на изготовление продукции, руб.;

$П_{сд}$  – увеличение сдельной расценки, %.

*Косвенная сдельная* система оплаты труда применяется при вознаграждении тех групп вспомогательных или обслуживающих рабочих, труд которых оказывает существенное влияние на результаты основных исполнителей.

$$ЗП_{сд.кос} = P_{сд.кос}^i \times B, \quad (6.9)$$

где  $P_{сд.кос}^i$  – косвенная расценка на единицу продукции, изготовленной основными рабочими;

$B$  – количество продукции, выпущенное основными рабочими.

$$P_{сд.кос}^i = \frac{C_u^i}{H_{выр}}, \quad (6.10)$$

где  $C_i^i$  – тарифная ставка  $i$ -го рабочего, оплачиваемого по косвенно-сдельной системе, руб.;

$H_{выр}$  – норма выработки основного рабочего, изд.

**Задача 1.** Рабочий-повременщик 5-го разряда отработал за месяц 24 дня. Ставка рабочего 1-го разряда принимается из действующей тарифной сетки. Средняя продолжительность рабочего дня – 8 ч, при 40-часовой рабочей неделе. Рассчитать заработок рабочего 5-го разряда за месяц.

**Задача 2.** На сборке рабочему 3-го разряда установлена норма времени 180 мин на изделие. Ставка рабочего 1-го разряда принимается из действующей тарифной сетки. Рабочий за месяц собрал 52 изделий. Определить расценку на одно изделие, а также месячный сдельный заработок рабочего

**Задача 3.** Определить расценку по норме выработки и по норме времени на 48 деталей на сверловочной операции. Работа по тарифно-квалификационному справочнику 3-го разряда (тарифный коэффициент 1,35) норма выработки в час 110 деталей, норма времени на 48 деталей – 0,4 ч.

**Задача 4.** Слесарь-ремонтник 6-го разряда, обслуживающий цех, проработал в течение месяца: 10 дней на работах 5-го разряда и 12 дней на работах 4-го разряда (восьмичасовой рабочий день). Оплата труда повременно-премиальная. Премиальная доплата – 30 %. Определить месячную заработную плату рабочего.

**Задача 5.** Рассчитать общую сумму заработной платы рабочего-сдельщика, если норма времени составляет 0,4 ч, расценка 1500 руб. за операцию, за месяц (176 ч) произведено 485 операций, премии выплачиваются: за 100 % выполнение плана – 10 %; за каждый процент перевыполнения по 1,5 % сдельного заработка.

**Задача 6.** Определить месячный заработок наладчика 5-го разряда и заработок станочника 4-го разряда, если наладчик обслуживает 8 однотипных станков. Норма времени на обработку одной детали – 16 мин. Каждый станочник отработал 175 ч, норму выработки перевыполнили на 10 %.

**Задача 7.** Наладчик 5-го разряда обслуживает девять станков. Сменная (восьмичасовая) норма выработки (на каждом станке) составляет на шести станках – 72 детали, на трех станках – 64 детали. Месячные нормы выработки выполняются станочниками в среднем 130 %. Определить месячную заработную плату наладчику при косвенно-сдельной оплате труда за 176 ч работы.

## Тема 7. Оперативно-производственное планирование

Расчет показателей для построения стандарт-плана или графика-регламента прерывно-поточной (прямоточной) поточной линии.

1. Такт поточной линии определяем по формуле 4.1. При работе поточной линии в две смены такт поточной линии находим как:

$$r = \frac{T_{см} \times K_{см}}{N_3}, \quad (7.1)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность смены, мин;

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

$N_3$  – программа запуска деталей (изделий) на поточную линию за сутки, шт.

2. Количество рабочих мест ( $C_p$ ) по операциям определяется по формуле 4.6. Принятое число рабочих мест на каждой операции ( $C_{np}$ ) определяется путем округления расчетного количества рабочих мест  $C_p$  до ближайшего целого числа.

3. Численность рабочих, обслуживающих каждое рабочее место (станок) и всю поточную линию, определяется на основе загрузки рабочих мест по операциям с учетом возможного многостаночного обслуживания и совмещения операций. Загрузку рабочих мест и рабочих операторов на линии рассчитывают в процентах.

4. Время работы операторов на операции:

$$T_p = T_{см} \times C_p, \quad (7.2)$$

где  $T_p$  – время работы рабочего, ч;

$T_{см}$  – продолжительность смены, мин;

$C_p$  – расчетное количество рабочих мест на операции.

В зависимости от загрузки операторов на станках рассчитанное время распределяется между ними.

5. Межоперационные (оборотные) заделы на прямоточной линии могут быть только между смежными операциями, имеющими различную длительность обработки, и определяются на основе графика-регламента работы поточной линии.

Максимальная величина межоперационного задела  $Z_{max}$  (шт.) определяется разностью производительностей смежных операций за один и тот же период:

$$Z_{max} = \frac{T_n \times C_i}{t_i} - \frac{T_{n+1} \times C_{i+1}}{t_{i+1}}, \quad (7.3)$$

где  $T_n$  – время параллельной (одновременной) работы на смежных операциях, мин;



$C_i, C_{i+1}$  – количество станков, работающих в течение времени  $T_n$  на смежных операциях;

$t_i, t_{i+1}$  – нормы времени на смежных операциях, мин.

Межоперационный задел определяется для каждого изменения  $T_n$  на протяжении всего периода комплектования задела. Величина межоперационного задела может изменяться от максимума до нуля.

Если межоперационный задел по расчету равен положительной величине (со знаком “+”), то это означает, что он возрастает за период  $T_n$  от нуля до максимума, и если он равен отрицательной величине (со знаком “-”), то за период  $T_n$  он уменьшается от максимума до нуля.

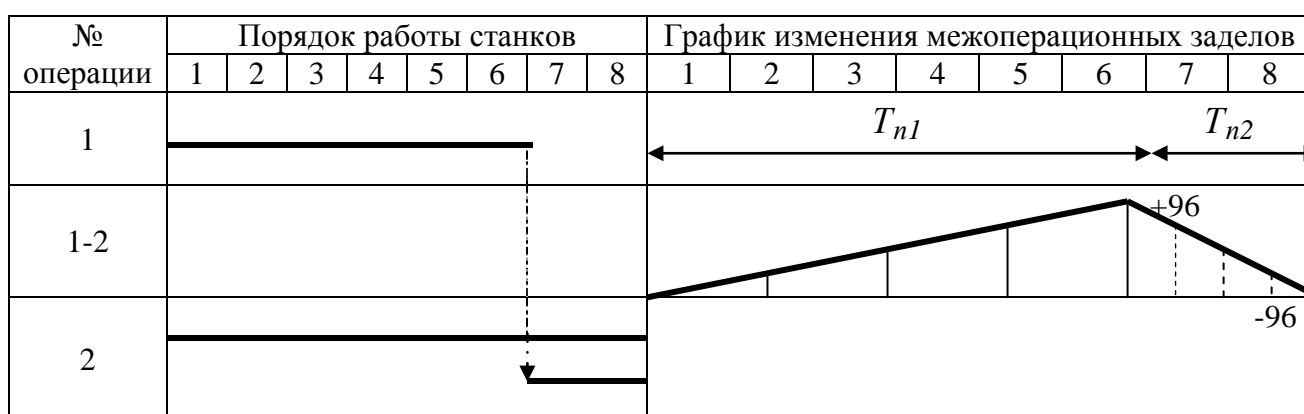
На основе расчета межоперационных заделов строится график их движения в виде эпюр. На графике величина задела откладывается каждый раз от точки величины задела на конец предшествующего периода.

Например:

Такт поточной линии – 2 мин.

Таблица 7.1 – График-регламент работы поточной линии

| № операции | Расчетные параметры                 |                                |          |                                 |                          |                           |                        |                          |
|------------|-------------------------------------|--------------------------------|----------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------------------|--------------------------|
|            | норма времени на операцию, $t_{ум}$ | число рабочих мест на операции |          | порядковый номер рабочего места | загрузка рабочих мест, % | порядковый номер рабочего | загрузка рабочего в, % | время работы рабочего, ч |
|            |                                     | $C_p$                          | $C_{np}$ |                                 |                          |                           |                        |                          |
| 1          | 1,5                                 | 0,75                           | 1        | 1                               | 75                       | 1                         | 75                     | 6                        |
| 2          | 2,5                                 | 1,25                           | 2        | 2                               | 100                      | 2                         | 100                    | 8                        |
|            |                                     |                                |          | 3                               | 25                       | 1                         | 25                     | 2                        |



Оборотный задел между 1 и 2 операциями:

– первая фаза ( $T_{n1} = 6$  ч)  $Z'_{\max} = \frac{6 \times 60 \times 1}{1,5} - \frac{6 \times 60 \times 1}{2,5} = +96;$

– вторая фаза ( $T_{n2} = 2$  ч)  $Z''_{\max} = \frac{2 \times 60 \times 0}{1,5} - \frac{2 \times 60 \times 2}{2,5} = -96.$

**Задача 1.** На прерывно-поточной (прямоточной) линии обрабатывается деталь. Технологический процесс обработки состоит из шести операций. Норма штучного времени по операциям составляет:  $t_1 = 12,5$  мин,  $t_2 = 7,5$  мин,  $t_3 = 1,25$  мин,  $t_4 = 8,75$  мин,  $t_5 = 2,0$  мин,  $t_6 = 3,0$  мин.

Программа выпуска за сутки – 192 шт. Режим работы поточной линии – двухсменный по 8 ч. Период комплектования межоперационных оборотных заделов – 8 ч. Определить такт линии и число рабочих мест и рабочих на операциях и их загрузку, составить стандарт-план (график-регламент) работы рабочих мест (оборудования) и рабочих-операторов на линии, рассчитать величину межоперационных заделов и построить график их изменения.

**Задача 2.** На прерывно-поточной (прямоточной) линии обрабатывается за смену 240 деталей. Технологический процесс обработки состоит из 5 операций. Норма штучного времени по операциям составляет:  $t_1 = 2,0$  мин,  $t_2 = 0,8$  мин,  $t_3 = 1,6$  мин,  $t_4 = 1,2$  мин,  $t_5 = 2,4$  мин.

Режим работы односменный по 8 ч. Период комплектования межоперационных оборотных заделов – 8 ч. Определить такт линии и число рабочих мест и рабочих на операциях и их загрузку, составить стандарт-план (график-регламент) работы рабочих мест (оборудования) и рабочих-операторов на линии, рассчитать величину межоперационных заделов и построить график их изменения.

## Тема 8. Организация инструментального хозяйства

1. Расчет расхода режущего инструмента осуществляется по формуле

$$H_p = \frac{N \times t_m \times n_n}{60 \times T_{изн} (1 - R)}, \quad (8.1)$$

где  $N$  – число деталей, обрабатываемых данным инструментом по программе на плановый период, 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 (в случае отсутствия данных принимается  $R = 0,05$ ).

2. Время работы до полного износа определяется по формуле

$$T_{изн} = \left( \frac{L}{\ell} + 1 \right) \times t_{ст}, \quad (8.2)$$

где  $L$  – величина рабочей части инструмента, на которую допускается стачивание при заточках, мм;

$\ell$  – величина стачивания за одну заточку, мм;

$t_{cm}$  – стойкость инструмента, то есть время работы инструмента между двумя переточками, ч.

3. В единичном и мелкосерийном производстве расход инструмента может быть определен по следующей формуле:

$$H_p = \frac{F_{\text{э}} \times k_M \times k_{\text{уч}}}{T_{\text{изн}}(1-R)}, \quad (8.3)$$

где  $F_{\text{э}}$  – фонд времени работы данной группы станков, ч;

$k_M$  – коэффициент машинного времени;

$k_{\text{уч}}$  – коэффициент участия данного инструмента в обработке деталей.

4. Расчет потребности в измерительном инструменте:

$$H_{\text{мер}} = \frac{N \times n_3 \times K_{\text{в.к.}}}{n_{\text{изн}} \times (1-R)}, \quad (8.4)$$

где  $N$  – количество деталей, которое будет измеряться инструментом;

$n_3$  – количество замеров, одной детали;

$K_{\text{в.к.}}$  – выборочность контроля (охват детали контрольными измерениями, при контроле всех деталей,  $K_{\text{в.к.}} = 1$ );

$n_{\text{изн}}$  – количество измерений, выдерживаемых данным инструментом до полного износа.

5. Норма износа мерителя, определяется по формуле:

$$n_{\text{изн}} = h_{\text{изн}} \times a \times d, \quad (8.5)$$

где  $h_{\text{изн}}$  – величина допустимого износа, мкм;

$a$  – норма стойкости скобы;

$d$  – допустимое число ремонтов до полного износа мерителя.

6. Цеховой оборотный фонд инструмента определяется по формуле

$$Z_{\text{ц}} = Z_{\text{р.м.}} + Z_3 + Z_{\text{к}}, \quad (8.6)$$

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

$Z_3$  – количество режущего инструмента, находящегося в заточке и восстановлении, шт.;

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

7. Количество инструмента на рабочих местах при его периодической подаче по графику рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{р.м.}} = \frac{T_{\text{м}}}{T_{\text{с}}} + C_{\text{пр}} \times n_{\text{н}} + C_{\text{пр}} \times K_3, \quad (8.7)$$

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

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

$C_{np}$  – количество рабочих мест, на которых одновременно применяется инструмент;

$n_n$  – количество инструментов, одновременно применяемых на одном рабочем месте, шт.;

$K_3$  – коэффициент резервного запаса инструмента на каждом рабочем месте (однорезцовые – 1; многорезцовые – 2 – 4).

8. Периодичность смены инструмента на станке:

$$T_c = \frac{T_{ум}}{t_m} \times t_{cm}, \quad (8.8)$$

где  $T_{ум}$  – штучное время на операцию, мин;

$t_m$  – машинное время на операцию, мин;

$t_{cm}$  – стойкость инструмента, то есть время работы инструмента между двумя переточками, ч.

9. Количество инструмента находящегося в заточке, определяется по формуле

$$Z_3 = \frac{T_3}{T_m} \times C_{np} \times n_n, \quad (8.9)$$

где  $T_3$  – время от поступления инструмента с рабочего места в инструментально-раздаточную кладовую до возвращения его из заточки, ч (для простого инструмента  $T_3 = 8$  ч, а для сложного  $T_3 = 16$  ч);

$n_n$  – количество инструментов, одновременно применяемых на одном рабочем месте, шт.;

$T_m$  – периодичность подачи инструмента к рабочим местам, ч.

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

$$Z_k = Q_p \times t_n \times (1 + K_3), \quad (8.10)$$

где  $Q_p$  – среднесуточный расход инструмента за период между очередными его поступлениями из центрального инструментального склада, шт.;

$t_n$  – периодичность поставки инструмента из центрального инструментального склада в инструментально-раздаточную кладовую цеха (как правило поставки 2 раза в месяц, то есть  $t_n = 15$  дней);

$K_3$  – коэффициент резервного (страхового) запаса инструмента в инструментально-раздаточную кладовую ( $K_3 = 0,1$ ).

*Нормы запаса в ЦИС устанавливаются следующим образом.*

11. Максимальный запас инструмента находится по формуле

$$Z_{max} = Z_{min} + T_{ц} \times Q_p, \quad (8.11)$$

где  $Z_{max}$  – максимальный запас, шт.;

$Z_{min}$  – минимальный запас инструмента, шт.;

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

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

12. Минимальный запас инструмента (страховой) находится по формуле:

$$Z_{min} = Q_p \times B_{cp}, \quad (8.12)$$

где  $Q_p$  – среднеедневной расход инструмента, шт.;

$B_{cp}$  – число дней срочного изготовления или приобретения инструмента, дн.

13. Запас, соответствующий “точке заказа”, определяется по формулам

$$Z_{m.z} = Z_{min} + T_o \times Q_p \quad \text{или} \quad Z_{m.z} = Z_{min} + Q_p \times B_n, \quad (8.13)$$

где  $Z_{m.z}$  – запас в “точке заказа”, шт.;

$T_o$  – период времени между моментом выдачи заказа и поступлением инструмента на ЦИС, дн.;

$Q_p$  – среднеедневной расход инструмента, шт.;

$B_n$  – число дней нормального изготовления или приобретения инструмента, дн.

14. Объем партии заказа рассчитываем как:

$$Z_{nap} = Z_{max} - Z_{min}, \quad (8.14)$$

где  $Z_{nap}$  – партия заказа инструмента, шт.

**Задача 1.** Норма штучного времени на обработку детали подрезным резцом с пластинкой твердого сплава – 5 мин, коэффициент машинного времени – 0,8, время износа резца – 50 ч. Коэффициент преждевременного выхода инструмента из строя 0,02. Определить годовой расход данных резцов на поточной линии, если такт потока 10 мин, режим работы линии – двухсменный, а потери времени по различным причинам – 5 %.

**Задача 2.** Токарные проходные резцы 15 X15 X150 мм применяются для выполнения двух операций при следующих условиях (таблица 8.1):

Таблица 8.1 – Исходные данные

| № операции | Количество станков, работающих параллельно | Количество резцов, применяемых одновременно | Стойкость резцов, ч. | Норма времени, мин |           |
|------------|--|---|----------------------|--------------------|-----------|
|            |  |   |                      | штучного           | машинного |
| 1          | 1  | 3   | 2                    | 5                  | 4         |
| 2          | 3  | 2   | 2,5                  | 8                  | 6         |

Определить количество резцов, находящихся на рабочих местах, если периодичность подачи инструмента к рабочим местам 4 ч, резервный запас инструмента на рабочих местах по одному комплекту.

**Задача 3.** Определить годовую потребность резцов из твердого сплава для следующих условий: годовой объем выпуска продукции 100000 шт.; машинное время отработки – 1,5 мин; коэффициент убыли инструмента – 0,1; допустимый слой стачивания – 10 мм; стачиваемый слой за одну переточку – 0,2 мм; период стойкости инструмента – 60 мин.

**Задача 4.** По группе токарных станков полезный фонд времени на год составляет 40000 станко-ч. Средний коэффициент машинного времени – 0,8; коэффициент участия расточных резцов в общем объеме работ – 0,2. Число переточек резца – 20; стойкость его – 1,5 ч, коэффициент преждевременного выхода из строя – 0,03. Определить необходимое количество расточных резцов на год для данной группы станков.

**Задача 5.** Определить фонд инструмента на центральном инструментальном складе по системе «максимум-минимум» на основании следующих данных: дневной расход – 200 шт.; время срочного изготовления – 5 дн.; величина нормального изготовления – 10 дн.; величина партии заказа – 6 000 шт. Рассчитать минимальный и максимальный запас инструмента на складе, определить «точку заказа».

**Задача 6.** Годовая программа деталей, обрабатываемых резцами (проходными черновыми),  $N = 180$  тыс. шт. Машинное время обработки детали  $t_m = 0,2$  ч. Величина допустимого стачивания резцов  $L = 4$  мм; величина слоя, снимаемого при каждой заточке,  $\ell = 0,4$  мм; время работы инструмента между двумя переточками  $t_{cm} = 2$  ч. Число измерений на одну деталь – 5; выборочность контроля – 0,3; коэффициент допустимого износа мерителя – 0,7; величина допустимого износа скобы – 10 мкм (по ГОСТ); норма стойкости скобы – 2630; допустимое число ремонтов мерителя до полного износа – 2.

Количество режущего инструмента на рабочих местах в цехе  $Z_{рм} = 115$  шт.; количество режущего инструмента, находящегося в заточке и на восстановлении,  $Z_з = 70$  шт.; количество режущего инструмента, находящегося в инструментально-раздаточных кладовых цеха,  $Z_к = 201$  шт. Страховой запас режущего инструмента на центральном складе (ЦИС) установлен в размере двухдневного расхода инструмента за период исполнения заказа; период между моментом выдачи заказа и поступлением инструмента на склад  $T_o = 10$  дней; средневневной расход инструмента за период исполнения заказа  $Q_p = 35$  шт.; время между двумя поступлениями партий инструмента  $T_ц = 20$  дней.

Определите: потребное число резцов (проходных черновых) из быстрорежущей стали и мерительных скоб на годовую программу; размер цехового оборотного фонда режущего инструмента; нормы запаса режущего инструмента на ЦИС по системе «минимум – максимум».

## Тема 9. Организация ремонтного хозяйства

1. Длительность межремонтного цикла определяется по формуле

$$T_{м.ц.} = T_{нор} \times K_n \times K_m \times K_y \times K_o, \quad (9.1)$$

где  $T_{м.ц.}$  – длительность межремонтного цикла;

$T_{нор}$  – нормативное время работы оборудования от ввода нового оборудования в эксплуатацию до первого капитального ремонта или между двумя капитальными ремонтами ( $T_{нор} = 24000$  станко-ч);

$K_n$  – коэффициент, учитывающий тип производства (для массового и крупносерийного – 1,0; для серийного – 1,3; мелкосерийного и единичного – 1,5);

$K_m$  – коэффициент, учитывающий вид обрабатываемого материала (при обработке конструкционных сталей – 1,0; при обработке чугуна и бронзы – 0,8; при обработке высокопрочных сталей – 0,7);

$K_y$  – коэффициент, учитывающий условия эксплуатации оборудования (при нормальных условиях механических цехов – 1,0; в запыленных и с повышенной влажностью – 0,7);

$K_o$  – коэффициент, учитывающий размеры оборудования (для легких и средних станков  $K_o = 1,0$ ).

$$T_{м.ц.} = t_{м.п.} (P_c + P_m + 1), \quad (9.2)$$

где  $t_{м.п.}$  – длительность межремонтного периода;

$P_c, P_m$  – количество средних и текущих ремонтов.

$$T_{м.ц.} = t_{м.о.} (P_c + P_m + P_o + 1), \quad (9.3)$$

где  $t_{м.п.}$  – длительность межосмотрового периода;

$P_o$  – количество осмотров.

2. Продолжительность межремонтного периода определяем по формуле

$$t_{м.п.} = \frac{T_{м.ц.}}{P_c + P_m + 1}. \quad (9.4)$$

3. Продолжительность межосмотрового периода определяем по формуле

$$t_{м.о.} = \frac{T_{м.ц.}}{P_c + P_m + P_o + 1}. \quad (9.5)$$

4. Объем ремонтных работ и технического обслуживания в течение ремонтного цикла определяется:

$$T_{рем} = (T_k \times P_k + T_c \times P_c + T_m \times P_m + T_o \times P_o) \Sigma r, \quad (9.6)$$

где  $T_k, T_c, T_m, T_o$  – суммарная трудоемкость (слесарных, станочных и прочих

работ) соответственно капитального, среднего, текущего ремонта и осмотров на единицы ремонтной сложности, нормо-ч;

$r$  – количество ремонтных единиц по всем группам оборудования, рем. ед.

5. Годовой объем ремонтных работ определяется:

$$T_{рем} = \left( \frac{T_{\kappa} \times \Pi_{\kappa} + T_{c} \times \Pi_{c} + T_{m} \times \Pi_{m} + T_{o} \times \Pi_{o}}{T_{м.ц.}} \right) \sum r. \quad (9.7)$$

6. Количество ремонтных единиц по всем группам оборудования рассчитывается по формуле

$$\sum r = \sum_{i=1}^m n_i \times R_i, \quad (9.8)$$

где  $r$  – количество ремонтных единиц по всем группам оборудования, рем. ед;

$n_i$  – количество установленного оборудования  $i$ -й группы, шт.;

$R_i$  – категория сложности ремонта оборудования  $i$ -й группы.

7. Годовой объем работ по межремонтному обслуживанию:

$$T_{об} = \frac{F_{\text{э}} \times K_{см}}{H_{об}} \sum r, \quad (9.9)$$

где  $T_{об}$  – объем ремонтных работ в течение ремонтного цикла;

$K_{см}$  – сменность работы обслуживаемого оборудования;

$H_{об}$  – норма обслуживания на одного рабочего в смену, рем. ед;

$F_{\text{э}}$  – годовой эффективный фонд времени работы одного рабочего, ч.

8. Определение численности рабочих, занимающихся ремонтом и межремонтным обслуживанием:

$$P_{рем} = \frac{T_{рем}}{K_{\text{в}} \times F_{\text{э}}}, \quad P_{об} = \frac{T_{об}}{K_{\text{в}} \times F_{\text{э}}}. \quad (9.10)$$

где  $P_{рем}$ ,  $P_{об}$  – численность рабочих для выполнения ремонтных и межремонтного обслуживания по видам (слесарных, станочных и прочих работ);

$T_{рем}$ ,  $T_{об}$  – трудоемкость (слесарных, станочных, прочих работ) для выполнения ремонта и межремонтного обслуживания, нормо.-ч;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент выполнения норм времени.

9. Необходимого количества единиц оборудования для выполнения (станочных, слесарных и прочих) работ по ремонту и межремонтному обслуживанию рассчитываем по формуле

$$C = \frac{T_{рем} + T_{об}}{K_{\text{в}} \times K_{см} \times F_{\text{э}}}, \quad (9.11)$$



где  $K_{см}$  – сменность работы обслуживаемого оборудования;

$F_э$  – годовой эффективный фонд времени работы одного станка в одну смену.

10. Расчет потребности цеха в материалах для ремонта:

$$Q = \lambda \times H_1 \left( \sum r_k + L \times \sum r_c + B \times \sum r_m \right), \quad (9.12)$$

где  $\lambda$  – коэффициент, учитывающий расход материала на ремонты и межремонтное обслуживание;

$H_1$  – норма расхода материала на один капитальный ремонт оборудования на одну ремонтную единицу;

$\sum r_k$ ,  $\sum r_c$ ,  $\sum r_m$  – сумма ремонтных единиц оборудования, подвергаемых в течение года капитальному, среднему и текущему ремонтам;

$L$  – коэффициент, характеризующий соотношение нормы расхода при среднем и капитальном ремонтах;

$B$  – коэффициент, характеризующий соотношение нормы расхода при текущем и капитальном ремонтах.

**Задача 1.** Длительность межремонтного цикла составляет 9 лет. Структура межремонтного цикла включает, кроме одного капитального ремонта, два средних, ряд текущих (малых) ремонтов и периодических осмотров. Длительность межремонтного периода составляет 1 год, а длительность межосмотрового периода – 6 месяцев. Определить количество малых (текущих) ремонтов и осмотров.

**Задача 2.** Технологическое оборудование цеха включает: 30 станков 18-й категории; 25 станков 12-й категории; 15 станков 10-й категории сложности. Ремонтный цикл (12 лет) содержит один капитальный, четыре малых и ряд средних ремонтов и периодических осмотров. Межремонтные периоды – 1,5 года, межосмотровые – 6 месяцев. Определить годовой плановый объем (нормо.-ч.) ремонтные работы.

**Задача 3.** Бригада ремонтных слесарей обслуживает всеми видами планово-предупредительного ремонта цеховое оборудование, включающее 40 единиц 10-й категории сложности, 30 единиц 15-й категории сложности и 10 единиц 18-й категории ремонтной сложности. Ремонтный цикл (4 года) содержит кроме капитального один средний, два малых ремонта и ряд осмотров с межосмотровым периодом, равным 4 месяца. Определить требуемую численность бригады ремонтных слесарей, выполняющих нормы времени на 132 % (в среднем).

**Задача 4.** Заводское технологическое оборудование, насчитывающее 2000 рем. ед., проходит (в среднем) девятилетний ремонтный цикл, включающий, кроме капитального, два средних и ряд малых ремонтов с межремонтным периодом, равным одному году. Ремонтные станочные работы выполняются в основном силами и средствами ремонтно-механического цеха, который работает в две

смены. Годовой действительный фонд времени работы станка – 3940 ч, а для рабочего – 1830 ч. Определите: необходимое число станков и станочников в ремонтном цехе, если процент выполнения норм времени станочниками достигает 140.

**Задача 5.** Рассчитайте годовой объем слесарных, станочных, смазочных и шорных работ по техническому обслуживанию оборудования механического участка, который работает в две смены. Фонд времени одного рабочего равен 1840 ч. Нормы обслуживания одного рабочего в одну смену по видам работ следующие:  $H_{сл} = 500$  рем. ед;  $H_{см} = 1650$  рем. ед;  $H_{см} = 1000$  рем. ед;  $H_{шор} = 300$  рем. ед. Приведенное число ремонтных единиц установленного на участке оборудования равно 5000 рем. ед.

## Тема 10. Организация энергетического хозяйства

1. Количество единиц топлива для производственных нужд предприятия определяется по формуле

$$Q_{п.н.} = \frac{q \times N}{K_э}, \quad (10.1)$$

где  $q$  – норма расхода условного топлива на единицу выпускаемой продукции;

$N$  – объем выпуска продукции за расчетный период в соответствующих единицах измерения (т, шт. и т. д.);

$K_э$  – калорийный эквивалент применяемого вида топлива.

2. Количество единиц топлива для отопления, производственных и административных зданий определяется по формуле

$$Q_{от} = \frac{q_m \times t_0 \times F_D \times V_з}{1000 \times K_y \times \eta_k}, \quad (10.2)$$

где  $q_m$  – норма расхода тепла на 1 м<sup>3</sup> здания при разности наружной и внутренней температур в 1 °С, ккал/ч;

$t_0$  – разность наружной и внутренней температур отопительного периода, °С;

$F_D$  – длительность отопительного периода, ч;

$V_з$  – объем здания (по наружному его обмеру), м<sup>3</sup>;

$K_y$  – теплотворная способность условного топлива (7000 ккал/кг);

$\eta_k$  – коэффициент полезного действия котельной установки (принимается  $\eta_k = 0,75$ ).

3. Количество электроэнергии (кВт/ч) для производственных целей рассчитывается по формуле

$$P_{эл} = \frac{W_y \times F_{\text{э}} \times K_3 \times K_0}{K_c \times \eta_{\text{э}}}, \quad (10.3)$$

где  $W_y$  – суммарная установленная мощность электродвигателей оборудования, кВт;

$F_{\text{э}}$  – эффективный фонд времени работы потребителей электроэнергии за планируемый (расчетный) период (месяц, квартал, год), ч;

$K_3$  – коэффициент загрузки оборудования;

$K_0$  – коэффициент одновременной работы электродвигателей (оборудования);

$K_c$  – коэффициент полезного действия питающей электрической сети;

$\eta_{\text{э}}$  – коэффициент полезного действия установленных электродвигателей.

4. Количество электроэнергии для производственных целей можно определить также по следующим формулам:

$$P_{эл} = W_y \times F_{\text{э}} \times \eta_c \quad \text{или} \quad P_{эл} = F_{\text{э}} \times \sum_1^m W_{y_i} \times \cos \varphi \times K_M, \quad (10.4)$$

где  $\eta_c$  – коэффициент спроса потребителей электроэнергии;

$\cos \varphi$  – коэффициент мощности установленных электродвигателей;

$K_M$  – коэффициент машинного времени электроприемников (машинное время работы оборудования).

5. Коэффициент спроса потребителей электроэнергии определяется:

$$\eta_c = \frac{K_3 \cdot K_0}{K_c \cdot \eta_{\text{э}}}. \quad (10.5)$$

6. Количество электроэнергии для освещения помещений определяется по формулам

$$P_{эл} = \frac{C_{св} \times P_{ср} \times F_{\text{э}} \times K_0}{1000} \quad \text{или} \quad P_{эл} = \frac{h \times S \times F_{\text{э}}}{1000}, \quad (10.6)$$

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

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

$K_0$  – средний коэффициент одновременной работы светильников (лампочек);

$h$  – норма освещения 1 м<sup>2</sup> площади (по ГОСТу), Вт;

$S$  – площадь здания, м<sup>2</sup>.

7. Количество пара для отопления здания определяется по формуле

$$Q_n = \frac{q_n \times t_o \times F_D \times V_3}{1000 \times i}, \quad (10.7)$$

где  $q_n$  – расход пара на 1 м<sup>3</sup> здания при разности наружной и внутренней температур в 1 °С;

$i$  – теплосодержание пара (принимается 540 ккал/кг);

$V_3$  – объем помещения (здания).

Количество пара для производственных целей определяется на основе удельных норм расхода соответствующего потребителя пара. (Например, на обогрев сушильных камер периодического действия расходуется 80 – 100 кг/ч пара, для непрерывно действующих сушильных камер (конвейерных) – 45 – 75 кг/ч пара.

8. Количество сжатого воздуха для производственных целей ( $m^3$ ) определяется по формуле

$$Q_{\text{ввод}} = 1,5 \times \sum d \times F_3 \times K_u \times K_3, \quad (10.8)$$

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

$d$  – расход сжатого воздуха при непрерывной работе воздухоприемника,  $m^3/ч$ ;

$K_u$  – коэффициент использования воздухоприемника во времени;

$m$  – число наименований воздухоприемников.

9. Количество воды для производственных целей рассчитываем по формуле

$$Q_{\text{вод}} = \frac{q_в \times C_{np} \times F_3 \times K_3}{1000}, \quad (10.9)$$

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

$C_{np}$  – число станков (оборудования), на которых используется вода.

**Задача 1.** Определите потребность каменного угля для отопления здания механического цеха, имеющего наружные габаритные размеры: длина – 60 м, ширина – 30 м и высота – 6 м. Норма расхода пара на  $1 m^3$  – 0,6 ккал/ч при разности наружной и внутренней температур  $1^\circ C$ . Средняя наружная температура за отопительный период составляет  $t = -5^\circ C$ , а внутри здания  $t = +16^\circ C$ . Отопительный период – 150 дней. Теплопроводная способность условного топлива – 7000 ккал/кг. Коэффициент полезного действия котельной установки – 0,7.

**Задача 2.** Определить потребность силовой электроэнергии для участка механического цеха за год на основе следующих данных (таблица 10.1)

Таблица 10.1 – Исходные данные для задачи

| Потребители электроэнергии | Мощность установленных моторов, кВт | Коэффициент спроса |
|----------------------------|-------------------------------------|--------------------|
| Электрокран                | 6                                   | 0,2                |
| Токарный станок            | 8                                   | 0,3                |
| Сверлильный станок         | 3                                   | 0,2                |
| Фрезерный станок           | 10                                  | 0,3                |
| Шлифовальный станок        | 7                                   | 0,4                |
| Строгальный станок         | 8                                   | 0,2                |
| Пресс фрикционный          | 12                                  | 0,5                |

Режим работы участка – двухсменный по 8 ч. Число рабочих дней в году – 260. Потери времени на плановый ремонт – 5 %.

**Задача 3.** Определить потребность в силовой электроэнергии для участка механического цеха за год на основе следующих данных (таблица 10.2):

Таблица 10.2 – Исходные данные для задачи

| Станки       | Мощность установленных электромоторов, кВт | $\cos \varphi$ электромоторов | Коэффициент машинного времени работы оборудования |
|--------------|--|-------------------------------|---|
| Токарные     | 36   | 0,8                           | 0,7   |
| Фрезерные    | 30   | 0,7                           | 0,8   |
| Сверлильные  | 6  | 0,6                           | 0,4   |
| Зуборезные   | 18   | 0,7                           | 0,6   |
| Шлифовальные | 28   | 0,8                           | 0,8   |

Режим работы участка – двухсменный по 8 ч. Число рабочих дней в году – 260. Потери времени на капитальный ремонт – 5 %.

**Задача 4.** Определить расход силовой электроэнергии по участку механического цеха за месяц, если мощность электромоторов, установленных на оборудовании участка, составляет 160 кВт. Коэффициент мощности установленных электромоторов – 0,9. Коэффициент машинного времени работы оборудования участка – 0,7. Режим работы участка – двухсменный по 8 ч. Число рабочих дней в месяце – 22. Потери времени на плановый ремонт оборудования – 4 %.

**Задача 5.** Определить расход силовой электроэнергии по участку механического цеха за месяц, если на участке установлено 10 электродвигателей по 6 кВт, 7 – по 8 кВт, 5 – по 10 кВт, 4 – по 12 кВт. Средний коэффициент полезного действия электродвигателей – 0,9. Средний коэффициент загрузки оборудования – 0,8. Средний коэффициент одновременной работы оборудования – 0,7. Потери питающей электросети – 4 %. Режим работы участка – двухсменный по 8 ч. Число рабочих дней в месяце – 22. Потери времени на плановый ремонт – 5 %.

**Задача 6.** Определить потребность в осветительной электроэнергии для механического цеха за месяц, если в нем имеется 40 люминесцентных светильников, средняя мощность каждого светильника – 100 Вт. Время горения светильников в день (в среднем) – 15 ч. Коэффициент одновременного горения светильников – 0,8. Число рабочих дней в месяце – 22.

**Задача 7.** Определить потребность в осветительной электроэнергии для участка механического цеха за год, площадь которого 550 м<sup>2</sup>. Норматив расхода осветительной электроэнергии на 1 м<sup>2</sup> – 15 Вт×ч. Режим работы участка – двухсменный по 8 ч. Число рабочих дней в году – 260.

**Задача 8.** Определить потребность пара для отопления здания цеха, имеющего наружные габаритные размеры: длина – 50 м, ширина – 24 м, высота – 6 м.

Расход пара на 1 м<sup>3</sup> здания – 0,5 ккал/ч при разности наружной и внутренней температур 1°С. За отопительный период средняя разность температур составляет 20 °С. Число дней в отопительном периоде – 160. Теплосодержание пара – 540 ккал/кг.

**Задача 9.** Определить расход воды на приготовление охлаждающей эмульсии для металлорежущего инструмента за год по механическому цеху. Вода употребляется на 50 станках, средний часовой расход которой на один станок составляет 1,2 л. Средний коэффициент загрузки станков – 0,8. Цех работает в две смены по 8 ч. Число рабочих дней в году – 260. Потери времени на плановый ремонт – 5 %.

**Задача 10.** Определить потребность цеха в сжатом воздухе за месяц, если он используется на 30 станках. Среднечасовой расход сжатого воздуха на одном станке – 10 м<sup>3</sup>. Коэффициент утечки сжатого воздуха в местах неплотных соединений – 1,5. Коэффициент использования станков во времени – 0,8, а по мощности – 0,7. Режим работы оборудования цеха – двухсменный по 8 ч. Число рабочих дней в месяце – 22. Потери времени на плановый ремонт – 5 %.

## Тема 11. Организация транспортного хозяйства

1. Расчетное количество транспортных средств (электро-, автокар, автомашин) определяется по формуле

$$A_{mc} = \frac{Q}{q \times K_{uc} \times T \times K_{gp}} \times T_p, \quad (11.1)$$

где  $A_{mc}$  – расчетное количество транспортных средств;

$Q$  – суммарный груз, перевозимый в течение расчетного периода на данном маршруте, т. кг.;

$q$  – грузоподъемность (номинальная) транспортного средства, т. кг.;

$K_{gp}$  – коэффициент использования номинальной грузоподъемности транспортного средства;

$T_p$  – время, затраченное транспортным средством на один рейс;

$K_{uc}$  – коэффициент использования фонда времени работы транспортного средства;

$T$  – расчетный период, мин.

$$T = K_{cm} \times t_{cm} \times D_p \times 60. \quad (11.2)$$

При расчете транспортных средств прерывного действия (автомашин, автокар, электрокар), необходимых для межцеховых перегрузок, учитывают транспортный цикл, который зависит от вида маршрута:

- при маятниковом одностороннем маршруте:

$$T_p = \frac{2L}{V_{cp}} + t_n + t_p, \quad (11.3)$$

– при маятниковом двухстороннем маршруте:

$$T_p = \frac{2L}{V_{cp}} + 2(t_n + t_p), \quad (11.4)$$

– при кольцевом маршруте с затухающим грузопотоком:

$$T_p = \frac{L'}{V_{cp}} + t_n + K_{np} \times t_p, \quad (11.5)$$

– при кольцевом маршруте с нарастающим грузопотоком:

$$T_p = \frac{L'}{V_{cp}} + t_n \times K_{np} + t_p, \quad (11.6)$$

– при кольцевом маршруте с равномерным грузопотоком:

$$T_p = \frac{L'}{V_{cp}} + K_{np} \times (t_n + t_p), \quad (11.7)$$

где  $T_p$  – транспортный цикл, ч. мин.;

$L$  – расстояние между двумя пунктами маршрута;

$V_{cp}$  – средняя скорость движения транспортного средства, м/мин;

$L'$  – длина всего кольцевого маршрута, м;

$K_{np}$  – количество погрузочных, разгрузочных пунктов;

$t_n, t_p$  – время, затраченное на одну погрузочную, разгрузочную операцию за каждый рейс, мин.

2. Количество рейсов, совершаемых транспортным средством в течение расчетного периода, определяем по формуле

$$P = \frac{T \times K_{uc}}{T_p}. \quad (11.8)$$

3. Производительность одного рейса определяется по формуле

$$\Pi = \frac{Q_{cm}}{P}, \quad (11.9)$$

где  $Q_{cm}$  – количество груза перевозимого за смену, т. кг.;

$P$  – количество рейсов, совершаемых транспортным средством за сутки.

4. Количество груза, перевозимого за смену:

$$Q_{cm} = \frac{Q_\Gamma}{D_p \times K_{cm} \times K_n}, \quad (11.10)$$

где  $Q_\Gamma$  – годового грузооборот на данном маршруте, т. кг.;

$D_p$  – число рабочих дней в году;

$K_{cm}$  – число смен в сутки;

$K_n$  – коэффициент неравномерности перевозок (принимается равным 0,85).

5. Расчетное количество электрокранов определяем по формуле

$$A_{\text{кран}} = \frac{T_p \times N}{T \times K_{ис}}, \quad (11.11)$$

где  $T_p$  – длительность одного рейса электрокрана (сумма времени на пробег электрокрана в оба конца и на его погрузку – разгрузку), мин;

$N$  – количество транспортируемых изделий в течение расчетного периода, шт.

6. Время пробега транспортного средства по заданному маршруту определяем по формуле

$$T_{\text{проб}} = \frac{L}{V_{\text{ср}}}, \quad (11.12)$$

где  $L$  – расстояние в оба конца маршрута, м;

$V_{\text{ср}}$  – средняя скорость пробега, м/мин;

7. Расчет времени, затрачиваемого транспортным средством при прохождении одного рейса, производится по формуле

$$T_p = 2 T_{\text{проб}} + t_n + t_p, \quad (11.13)$$

где  $t_n, t_p$  – время, затраченное на одну погрузочную, разгрузочную операцию за каждый рейс, мин.

8. Расчетное количество конвейеров (транспортёров) для транспортировки штучных грузов (изделий):

$$A_{\text{конв}} = \frac{Q \times l}{3,6 \times V_k \times T \times K_{ис} \times m}, \quad (11.14)$$

где 3,6 – постоянный коэффициент;

$Q$  – суммарный транспортируемый груз в течение расчетного периода, т. кг.;

$l$  – расстояние между двумя перемещаемыми грузами, изделиями (шаг конвейера);

$m$  – масса (вес) одного транспортируемого изделия, кг;

$V_k$  – скорость движения конвейера, м/мин. м/с.

9. Расчетное количество грузовых крюков  $A_k$  на подвесном транспортёре рассчитывается по формуле

$$A_k = \frac{N \times L_p}{n \times V_k \times K_{ис} \times T}, \quad (11.15)$$

где  $N$  – количество транспортируемых грузов, изделий в течение расчетного периода,;

$L_p$  – длина рабочей части конвейера, м;

$n$  – количество изделий, навешиваемых на один крюк, шт.



**Задача 1.** Доставка деталей из цехов предприятия в сборочный цех осуществляется электрокаром номинальной грузоподъемностью 1 т. Суточный грузооборот – 12 т. Кольцевой маршрут с возрастающим грузопотоком составляет 1000 м. Скорость движения электрокара – 40 м/мин. Погрузка в каждом из цехов в среднем соответствует 5 мин, а разгрузка в сборочном цехе – 15 мин. Число погрузочных пунктов  $K_{np} = 3$ . Режим работы цехов – двухсменный. Коэффициент использования грузоподъемности – 0,9; коэффициент использования времени работы электрокара – 0,9. Определите необходимое количество транспортных средств, коэффициент их загрузки и число рейсов за сутки.

**Задача 2.** Сменный грузооборот механического и термического цехов равен 15 т. Маршрут деталей – маятниковый двухсторонний. Расстояние между цехами – 800 м. Детали передаются из цеха в цех на электрокарах номинальной грузоподъемностью 2 т. Скорость движения электрокаров – 50 м/мин. Погрузка деталей в каждом цехе требует 14 мин, а разгрузка – 8 мин. Номинальная грузоподъемность электрокара используется на 80 %, фонд времени работы – на 95 %. Определить необходимое количество электрокаров, коэффициент их загрузки и количество рейсов каждого электрокара за смену.

**Задача 3.** Центральный инструментальный склад завода каждые два дня снабжает инструментом в объеме 2 т. восемь цехов завода на электрокарах номинальной грузоподъемностью 1,0 т. Маршрут электрокаров протяжением 3,0 км – кольцевой с затухающим грузопотоком. Скорость движения электрокаров – 60 м/мин. Сортировка и погрузка инструмента в инструментальном складе требует 30 мин, на разгрузку же в каждом цехе уходит – 6 мин. Коэффициент использования номинальной грузоподъемности электрокара – 0,7; коэффициент использования фонда времени работы электрокара – 0,8. Режим работы склада и электрокаров – односменный. Определить необходимое количество электрокаров и количество рейсов, ими совершаемых за смену.

**Задача 4.** Доставка деталей из цехов (литейного, механического и термического) в сборочный цех осуществляется автомашинами номинальной грузоподъемностью 2,5 т. Суточный грузооборот достигает 30 т. Маршрут автомашин на расстояние 1500 м – кольцевой с возрастающим грузопотоком, средняя скорость движения автомашин 62 м/мин. Погрузка в каждом из цехов требует (в среднем) 12 мин, разгрузка же в сборочном цехе – 20 мин. Автомашины работают в две смены. Номинальная грузоподъемность автомашины используется на 70 %, сменный же фонд времени их работы — на 85 %. Определить необходимое количество автомашин и количество совершаемых ими рейсов за сутки.

**Задача 5.** Суточный выпуск механического участка 120 деталей. Каждая деталь транспортируется электромостовым краном на расстояние 75 м. Кран движется

со скоростью 50 м/мин. На каждую деталь при ее погрузке и разгрузке приходится в среднем 4 крановые операции, длительностью каждая по 3 мин. Участок работает в 2 смены. Фонд времени работы крана используется на 85 %. Определить длительность одного рейса электрокрана и необходимое количество электрокранов.

**Задача 6.** Подача деталей на сборку осуществляется напольными конвейерами. Суточный грузопоток достигает 60 т при весе одной детали 2 кг. Расстояние между соседними деталями – 0,75 м. Конвейеры движутся со скоростью 0,25 м/сек. Сборочный цех работает в 2 смены. Фонд времени работы конвейеров используется на 95 %. Определить необходимое количество конвейеров.

**Задача 7.** Сборка деталей контактора электроаппарата производится на напольных конвейерах. Суточная производительность конвейера достигает 12 т при работе в 2 смены с двумя перерывами по 10 мин в каждую смену. Средний вес детали – 6 кг, конвейер движется со скоростью 0,3 м/с. Расстояние между деталями на конвейере – 1 м. Определить необходимое количество конвейеров и коэффициент их загрузки.

**Задача 8.** Электромостовой кран механосборочного цеха за смену транспортирует 28 изделий. На погрузку и разгрузку одного изделия требуется 10 мин. Кран движется со скоростью 30 м/мин. Продолжительность трассы крана 80 м. Коэффициент использования фонда времени работы крана – 0,9. Продолжительность рабочей смены – 8 ч.

## Тема 12. Организация материально-технического обеспечения и складского хозяйства

1. При регулярном завозе материала максимальный текущий запас соответствует потребности в материале за период времени между поставками. Этот запас определяет собой партию поставки и рассчитывается по формулам

$$Z_{тек.мах} = Q_p \times T_n, \quad (12.1)$$

$$Z_{тек.мах} = П_n, \quad (12.2)$$

где  $Q_p$  – среднесуточный расход материала, шт. т. м.;

$T_n$  – период времени между двумя очередными поставками данного материала, дни;

$П_n$  – партия поставки материала, шт. т. м.

2. Средний текущий запас материала соответствует половине максимального:

$$Z_{тек.ср} = \frac{Z_{тек.мах}}{2}. \quad (12.3)$$

3. Величина страхового запаса  $Z_{стр}$  производится по формуле

$$Z_{стр} = Q_p \times T_{стр}, \quad (12.4)$$

где  $T_{стр}$  – время задержки очередной поставки материалов (или время, необходимое для срочного восстановления текущего запаса), дн.

4. Максимальный складской запас основных материалов рассчитываем по формуле

$$Z_{max.скл} = Z_{max.тек} + Z_{стр}. \quad (12.5)$$

5. Норма расхода (техническая) основного материала на деталь (изделие)  $q$  определяется по формуле

$$q = q_ч + q_{отх} \quad \text{или} \quad q = \frac{q_ч 100}{100 - P_{отх}}, \quad (12.6)$$

где  $q_ч$  – масса (вес) детали, изделия в соответствующих единицах измерения;

$q_{отх}$  – масса (вес) отходов на деталь, изделие в соответствующих единицах измерения;

$P_{отх}$  – отходы на деталь, изделие, %.

6. Коэффициент использования материала рассчитывается по формуле

$$K_{и.м} = \frac{q_ч}{q}, \quad (12.7)$$

где  $K_{и.м}$  – коэффициент использования материала;

$q_ч$  – масса (вес) детали, изделия в соответствующих единицах измерения;

$q$  – норма расхода основного материала на деталь в соответствующих единицах измерения.

7. Потребность предприятия, цеха или участка в основных материалах  $Q_{осн}$  для выполнения плана выпуска продукции определяется по формуле

$$Q_{осн} = q \times N, \quad (12.8)$$

где  $N$  – программа выпуска продукции в натуральных единицах измерения, шт., т;

$q$  – норма расхода основного материала на деталь в соответствующих единицах измерения;

$Q_{осн}$  – потребность в основных материалах.

1. Потребность в основных материалах, подлежащих завозу в планируемом периоде:

$$Q_{зав} = Q_{осн} + (Z_k - Z_n), \quad (12.9)$$

где  $Q_{осн}$  – потребность в основных материалах, шт. т. м.;

$Q_{зав}$  – потребность в основных материалах, подлежащих завозу;

$Z_k, Z_n$  – соответственно нормативный остаток основных материалов на складе на конец и начало планируемого периода.

2. Общая площадь склада  $S$  определяется по формуле

$$S_{общ} = \frac{S_{пол}}{K_{и.п.}}, \quad (12.10)$$

где  $S_{общ}$  – общая площадь склада, м<sup>2</sup>;

$S_{пол}$  – полезная площадь склада, непосредственно занятая хранимыми материалами, м<sup>2</sup>;

$K_{и.п.}$  – коэффициент использования общей площади склада с учетом вспомогательной площади (проездов, проходов, для приема и выдачи материалов, для весов, шкафа и стола кладовщика и т. д.).

7. Полезная площадь рассчитывается в зависимости от способа хранения материалов

– при напольном хранении в штабелях:

$$S_{пол} = \frac{Z_{max.скл}}{q_d}, \quad (12.11)$$

где  $q_d$  – допускаемая нагрузка (груз) на 1 м<sup>2</sup> пола (согласно справочным данным), т. кг.;

– при хранении в стеллажах:

$$S_{пол} = S_{ст} \times N_{ст.р.}, \quad (12.12)$$

где  $S_{ст}$  – площадь, занимаемая одним стеллажом, м<sup>2</sup>;

$N_{ст.р.}$  – расчетное количество стеллажей;

$$N_{ст.р.} = \frac{Z_{max.скл}}{VK_{ст}g}, \quad (12.13)$$

где  $N_{ст.р.}$  – расчетное количество стеллажей;

$K_{ст}$  – коэффициент заполнения объема стеллажа;

$g$  – плотность хранимого материала, т/м<sup>3</sup>. г/см<sup>3</sup>;

$V$  – объем стеллажа, м<sup>3</sup>, см<sup>3</sup>;

$$V = a \times b \times h, \quad (12.14)$$

где  $a$  – длина стеллажа, м;

$b$  – ширина стеллажа;

$h$  – высота стеллажа, м.

Принятое количество стеллажей устанавливается после проверки соответствия допустимой нагрузке:

$$N_{ст} = \frac{Z_{max}}{S_{ст} \times q_d}, \quad (12.15)$$

– при хранении штабелями, когда штучные грузы уложены на поддоны или в контейнер:

$$S_{пол} = \frac{Z}{q_{т.ед} \times n} \times l \times b, \quad (12.16)$$

где  $S_{пол}$  – полезная площадь склада, непосредственно занятая хранимыми материалами,  $m^2$ ;

$Z$  – общая грузоподъемность склада, шт. т. м.;

$q_{т.ед}$  – грузовместимость транспортной единицы, т. кг;

$n$  – число рядов укладки грузов в штабеля по высоте;

$l$  и  $b$  – соответственно длина и ширина транспортной единицы, м.

8. Коэффициент оснащённости средствами механизации складов:

$$K_{мех} = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{Q_c}, \quad (12.17)$$

где  $q_i$  – грузоподъемность  $i$ -го средства механизации;

$Q_c$  – грузооборот склада за расчетный период, т.

**Задача 1.** Вес изготовленной детали – 930 кг. Отходы по действующему технологическому процессу составляют 18 %. В результате изменения способа получения заготовки отходов уменьшились на 7,5 %. Определить количество сэкономленного материала, если в цехе изготовлено 280 деталей.

**Задача 2.** Определить количество основных материалов, подлежащих заготовке для завода, на основе следующих данных: годовая программа выпуска изделий – 2500 шт., норма расхода материалов на одно изделие для стали – 100, чугуна – 75 кг. Фактические остатки материалов на начало планируемого года составили по стали 5 т по чугуну 3 т. На конец планируемого года остатки материалов установлены по стали 7 т, по чугуну 5 т.

**Задача 3.** Определить размер страхового, максимального и нормативного текущего запаса металлопроката, если цех потребляет 6 т стального проката в сутки на изготовление деталей, а поступление металлопроката осуществляется один раз в 30 дней. Страховой запас – 7 дней.

**Задача 4.** На первом заводе вес деталей для станка составляет 1340 кг, а норма расхода материала 1740 кг. На втором заводе, выпускающем такие же станки, коэффициент использования металла составляет 0,83. Общий годовой расход металла на первом заводе – 290 тыс. т. Определить коэффициент использования металла на первом заводе и экономию металла на этом заводе в течение года, если его коэффициент использования будет доведен до уровня второго завода.

**Задача 5.** Определить площадь производственного склада для хранения отливок, если годовой выпуск составляет 52 тыс. т, страховой размер запаса равен 20 т/сут, средняя расчетная норма хранения – 2 т/ $m^2$ , коэффициент использования площади – 0,4.

**Задача 6.** Токарные резцы хранятся на инструментальном складе в клеточных

стеллажах. Размеры двусторонних стеллажей 1,24,0 м, высота 2,0 м. Годовой расход резцов достигает 100000 шт. Средние размеры токарного резца 30×30×250 мм при удельном весе стали 8 г/см<sup>3</sup>. Инструмент поступает со специализированного завода ежеквартально партиями. Страховой запас установлен в размере 20 дней. Коэффициент заполнения стеллажей по объему 0,3. Вспомогательная площадь занимает 50 % от общей площади склада. Склад работает 250 дней в году. Допускаемая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> пола 2 т. Определить необходимую складскую площадь для хранения токарных резцов.

**Задача 7.** Годовая программа по электроаппаратам составляет 4800 единиц. На изготовление одного аппарата требуется 10 кг меди, которая поступает на завод ежеквартально. Страховой (гарантийный) запас меди установлен 20 дней. Склад работает в течение 258 дней. Допускается нагрузка на 1 м<sup>2</sup> пола 1,5. Хранение меди напольное (в штабелях). Определить общую площадь склада, если коэффициент ее использования – 0,65.

**Задача 8.** Отливки из литейного цеха поступают на склад заготовок еженедельно в количестве 4,5 т. Кроме того, на складе хранится гарантийный двухнедельный запас отливок. Отливки плотностью 7,8 кг/дм<sup>3</sup> хранятся на односторонних стеллажах размерами 0,64 м, высотой 2,0 м. Коэффициент заполнения стеллажей по объему – 0,4. Допустимая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> пола 2 т. Определить необходимую общую площадь для хранения отливок, если коэффициент ее использования равен 0,6.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бухалков, М. И. Организация производства на предприятиях машиностроения : учебник / М. И. Бухалков. – Москва : ИНФРА-М, 2012. – 511 с.
2. Гайнутдинов, Э. М. Производственный менеджмент : учебное пособие / Э. М. Гайнутдинов, Л. И. Поддерегина. – Минск : Высш. шк., 2010. – 320 с.
3. Золотогоров, В. Г. Организация и планирование производства / В. Г. Золотогоров. – Минск : ФУАинформ, 2001. – 528 с.
4. Новицкий, Н. И. Организация и планирование производства : практикум / Н. И. Новицкий. – Минск : Новое знание, 2004. – 256 с.
5. Новицкий, Н. И. Организация производства на предприятии : учебно-методическое пособие / Н. И. Новицкий. – Москва : Финансы и статистика, 2003. – 392 с.
6. Сеница, Л. М. Организация производства : учебное пособие / Л. М. Сеница. – Минск : ИВЦ Минфина, 2008. – 521 с.
7. Фатхутдинов, Р. А. Организация производства : учебник / Р. А. Фатхутдинов. – Москва : ИНФРА – М, 2008. – 672 с.