

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, РОБОТОТЕХНИКИ  
И СИСТЕМНОЙ ИНЖЕНЕРИИ  
Кафедра технологического предпринимательства**

**ЖИЗНEDEЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Методические указания для решения задач**



**КАЗАНЬ  
2023**

**УДК 658(075.8)**

**ББК 65.050я73**

**Ж71**

*Печатается по рекомендации учебно-методической комиссии  
Института искусственного интеллекта, робототехники  
и системной инженерии  
Казанского (Приволжского) федерального университета  
(протокол № 1 от 30 ноября 2023 г.)*

**Авторы:**

**Г.Р. Хамидуллина, А.Л. Тевелева, Д.Р. Фахреева,  
Б.А. Заппаров, Р.Л. Фейфер**

**Рецензенты:**

кандидат технических наук, доцент кафедры  
технологического предпринимательства **Э.М. Хуснудинова**;  
кандидат экономических наук,  
директор ООО «Центр качества» **Т.Г. Аблатыпов**

**Жизнедеятельность предприятий: методические указания для решения задач / Г.Р. Хамидуллина, А.Л. Тевелева, Д.Р. Фахреева и др.** – Казань: Издательство Казанского университета, 2023. – 48 с.

**ISBN 978-5-00130-787-7**

В данных методических указаниях представлены рекомендации и подходы к решению различных задач, связанных с жизнедеятельностью предприятий. Пособие содержит информацию о базовых принципах и методах анализа и оптимизации работы предприятий, а также примеры решения конкретных задач.

Данный сборник предназначен для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 27.03.02 «Управление качеством» (бакалавриат), 27.03.05 и 27.04.05 «Инноватика» (магистратура).

**УДК 658(075.8)**

**ББК 65.050я73**

**ISBN 978-5-00130-787-7**

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1. Построение производственного процесса во времени.....	6
2. Планирование энергообслуживания.....	16
3. Планирование потребности в инструменте.....	20
4. Производственные запасы.....	24
4.1. Расчет оптимального размера заказа.....	25
4.2. Расчет интервала времени между заказами.....	26
4.3. Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами.....	27
4.4. Расчет параметров системы управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня.....	28
5. Расчет потребности в складских помещениях и оснащении.....	32
6. Организация производственных процессов.....	37
6.1. Расчет длительности операции.....	38
6.2. Расчет длительности совокупности цикла механической обработки партии деталей при последовательном способе календарной организации процесса.....	39
6.3. Расчет длительности совокупности цикла механической обработки партии деталей при параллельном способе календарной организации процесса.....	40
6.4. Расчет длительности совокупности цикла механической обработки партии деталей при последовательно-параллельном способе календарной организации процесса.....	41
6.5. Расчет длительности цикла сборки изделия.....	42
6.6. Расчет длительности производственного цикла изделия.....	42
Список использованных источников.....	46

## **Введение**

Согласно современным научным взглядам, каждое предприятие рассматривается как система деятельности, которая представляет собой организованный комплекс элементов (людей, материальных и финансовых ресурсов), выделенный из общественно-экономической среды. Эти элементы связаны между собой через причинно-следственные взаимоотношения и управляемы на основе информации, которая получается и передается в целях получения конечного продукта. Функционирование системы заключается в движении информации, энергии и материалов, связанных с обработкой определенных входных данных (инструменты, финансовые средства и пр.) для получения желаемых результатов (готовые изделия, услуги, прибыль и т. д.).

В данном контексте необходимо быстро и точно информировать систему управления о возникающих проблемах и тенденциях развития производства. Поступающая информация должна включать не только текущие процессы, но и возможность прогнозирования будущего.

Общие аспекты управленческих процессов включают:

1. Существование управляемого объекта (т. е. системы, которой требуется управление).
2. Присутствие управляющего объекта (системы, которая, основываясь на целях, информации об управляемом объекте и внешних факторах, воздействующих на этот объект, разрабатывает решения в виде управляющих сигналов).
3. Наличие исполнительного органа, превращающего управляющие сигналы в действия на управляемом объекте. Технология управления как информационного процесса включает следующие этапы:

- a) получение информации о состоянии управляемого объекта и влияющих на него внешних условиях;
- б) принятие решений на основе поставленных целей и критерия управления;
- в) генерация управляющих сигналов;

- г) преобразование сигналов в действия на управляемом объекте;
- д) изменение состояния управляемого объекта.

Производство – это процесс преобразования ресурсов в конечный продукт. Оно может рассматриваться как система, состоящая из трех основных компонентов: ресурсов, производственного процесса и продукции. В производстве можно выделить следующие системы:

1. Техническая система представляет собой совокупность производственно-технических средств, необходимых для выполнения определенной производственной задачи.
2. Технологическая система включает определенные правила, которые определяют состав и последовательность операций и процессов производства.
3. Система организации производства включает элементы производственной структуры, методы производства и организацию труда.
4. Система совместного труда представляет собой совокупность различных видов труда и их взаимосвязь в процессе производства.
5. Экономическая система включает экономические процессы и их связи в производстве. Ее цель заключается в максимальном использовании возможностей всех систем производства для повышения эффективности.

Все эти системы существуют одновременно, взаимосвязаны и дополняют друг друга. Производство как физическая система представляет собой совокупность физических элементов, материальных и энергетических связей между ними. Система управления производством представляет собой комплекс органов и элементов управления. Она включает структуры, функции, информацию, технику и методы управления. Система управления – это полный комплекс работ по управлению, которые необходимы для достижения целей предприятия.

Основные принципы управления производством включают:

- 1) демократию с элементами централизма;
- 2) ведение хозяйства, которое обеспечивает соблюдение пропорции;
- 3) оптимальность управления;
- 4) материальное и моральное стимулирование труда;
- 5) правильный подбор и рациональную расстановку кадров.

## **1. Построение производственного цикла во времени**

Производственный процесс представляет собой осуществление целенаправленных, последовательных трансформаций исходного сырья и материалов в готовый продукт, обладающий заданными свойствами, пригодный для использования или дальнейшей обработки.

Одним из основных элементов производственного процесса являются технологические процессы, с помощью которых проводят специальные манипуляции для изменения и определения состояния рабочей среды.

В зависимости от своего назначения и функциональности в производстве процессы могут быть разделены на основные, вспомогательные и обслуживающие.

Основные процессы включают все виды производственных операций, необходимых для создания основной продукции, выпускаемой предприятием.

Вспомогательные процессы представляют собой деятельность, связанную с созданием или восстановлением материальной продукции для внутреннего потребления, которая является неотъемлемой частью процесса производства товарной продукции. Это может включать закупку сырья, лабораторного и конторского оборудования, а также услуги в сфере консультаций и бухгалтерии.

Обслуживающие процессы связаны с созданием нематериальной продукции или предоставлением услуг для внутреннего потребления, которая необходима для производства конечной товарной продукции. К таким процессам относятся контроль качества продукции или услуг внутри предприятия, транспортировка грузов и складская деятельность.

Продолжительность производственного процесса, которая измеряется календарным периодом между началом и окончанием этого процесса, называется производственным циклом.

Производственный цикл является временной рамкой для изготовления изделия или партии изделий, т. е. охватывает длительность от начала производства сырья и полуфабрикатов до финального получения готовой продукции.

Продолжительность производственного цикла зависит от специфики перемещения рабочих объектов от одной операции к другой.

Измерение цикла начинается с первого рабочего места, где начинается обработка изделия и его компонентов, и продолжается по всей производственной цепочке до последнего рабочего места. В реальной практике определение продолжительности производственного цикла обычно основывается на площади и объеме помещений, где располагается производство, а не на длине пути, так как производственный цикл представляет собой не линию, а площадь, где находятся машины, оборудование, инвентарь и другие элементы производства.

В общем виде длительность производственного цикла ( $T_{ц}$ ) определяется по формуле (1):

$$T_{ц} = T_{тех} + T_{подготов-заключ} + T_{естеств} + T_{контр} + T_{трансп} + T_{мо} + T_{пер}, \quad (1)$$

где  $T_{тех}$  – время выполнения технологических операций;  $T_{подготов-заключ}$  – время выполнения подготовительно-заключительных операций;  $T_{естественн}$  – время выполнения естественных процессов;  $T_{контр}$  – время выполнения контрольных операций;  $T_{трансп}$  – время транспортировки объектов производства;  $T_{мо}$  – время межоперационного пролеживания объектов производства;  $T_{пер}$  – время перерывов, обусловленных режимом труда.

Длительность технологических и подготовительно-заключительных операций в совокупности образует *операционный цикл*, который представляет собой продолжительность законченной части технологического процесса, выполняемой на одном рабочем месте.

Продолжительность цикла многооперационного процесса зависит от способа передачи (вида движения) объектов производства с одного рабочего места на другое. Таких способов существует три: последовательный, параллельный и параллельно-последовательный.

Самый короткий производственный цикл получается при параллельном движении изделий по операциям, самый длинный – при последовательном, промежуточное значение имеет цикл при параллельно-последовательном движении.

При *последовательном виде движения* длительность цикла технологических операций ( $T_{\text{посл}}$ ) рассчитывается по формуле (2):

$$T_{\text{посл}}^{\text{II}} = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{c_{p.mi}}, \quad (2)$$

где:  $t_{\text{шт}i}$  – норма времени на выполнение каждой операции, минуты;  $c_{p.mi}$  – количество рабочих мест, занятых изготовлением партии деталей на каждой операции;  $m$  – число операций в технологическом процессе ( $i = 1, 2, \dots, m$ );  $n$  – количество деталей в партии.

Последовательное движение предметов труда характеризуется наибольшей продолжительностью производственного цикла и отличается относительно простой организацией. В промышленности этот вид движения в основном применяется в единичном и мелкосерийном производстве, где на каждом рабочем месте поочередно обрабатываются небольшие партии однородных предметов труда. Классический тип последовательного движения изделия в процессе его изготовления можно наблюдать на индивидуальном предприятии, где трудится один человек. Завершив одну операцию по изготовлению изделия, он приступает к следующей. В этом случае сумма циклов изготовления компонентов изделия полностью совпадает с продолжительностью производственного цикла всего изделия.

При *параллельном виде движения* небольшие передаточные (транспортные) партии объектов производства ( $p$ ) или отдельные детали передаются на последующую операцию после обработки их на предыдущей операции независимо от всей партии ( $n$ ). Однако использовать данный вид движения изделий можно только в условиях массового и крупносерийного производства.

Длительность производственного цикла при этом зависит от уровня непрерывности производственного процесса для одного из компонентов изделия с наиболее длительным циклом производства и общего времени обработки деталей и сборки узлов, из которых комплектуется готовое изделие.

Длительность производственного цикла ( $T_{\text{пар}}^{\text{II}}$ ) рассчитывается по формуле (3):

$$T_{\text{пар}}^{\text{II}} = p \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{c_{p.mi}} + (n - p) \cdot \left( \frac{t_{\text{шт}}}{c_{p.max}} \right), \quad (3)$$

где  $\left( \frac{t_{\text{шт}}}{c_{p.max}} \right)$  – время выполнения самой продолжительной операции в технологическом процессе, в минутах;  $c_{p.max}$  – количество рабочих мест, занятых изготовлением партии деталей на каждой операции.

При *параллельно-последовательном виде движения* последующая операция начинается раньше, чем вся партия объектов производства закончит обработку на предыдущей операции, и изготовление партии деталей осуществляется без перерывов на каждом рабочем месте. Передача объектов производства с операции на операцию осуществляется передаточными партиями ( $p$ ) или поштучно. Этот вид движения предметов труда применяется в том случае, когда обработка ведется параллельно на многих рабочих местах. Параллельно-последовательное движение деталей используется в серийном производстве в промышленности, строительстве на транспорте. Длительность производственного цикла ( $T_{\text{пар-посл}}^{\text{II}}$ ):

а) при передаче изделий поштучно длительность параллельно-последовательного производственного цикла определяется по формуле (4):

$$T_{\text{пар-посл}}^{\text{II}} = \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{c_{p.mi}} - \sum_{i=1}^{m-1} \left( \frac{t_{\text{шт}}}{c_{p.m}} \right) \text{кор}, \quad (4)$$

где  $\left( \frac{t_{\text{шт}}}{c_{p.m}} \right)_{\text{кор}}$  – время выполнения наиболее короткой операции;

б) при передаче изделий транспортными партиями длительность параллельно-последовательного производственного цикла определяется по формуле (5):

$$T_{\text{пар-посл}}^{\text{II}} = n \cdot \sum_{i=1}^m \frac{t_{\text{шт}i}}{c_{p.mi}} - (n-p) \cdot \sum_{i=1}^{m-1} \left( \frac{t_{\text{шт}}}{c_{p.m}} \right)_{\text{кор}} \quad (5)$$

**Пример:** определить аналитически и графически длительность производственного цикла при последовательном, параллельном и параллельно-последовательном виде движения партии деталей, если известно, что партия деталей ( $n$ ) состоит из 5 шт., технологический процесс обработки включает 5 операций (в мин):  $t_1 = 2$ ,  $t_2 = 9$ ,  $t_3 = 5$ ,  $t_4 = 8$ ,  $t_5 = 3$ , а размер транспортной партии  $p = 1$  шт. Каждая операция выполняется на одном станке.

### Решение:

1. Определяем аналитически и графически длительность цикла при последовательном виде движения по формуле (6):

$$T_{\text{посл}}^{\text{II}} = 5 \cdot (2 + 9 + 5 + 8 + 3) = 135 \text{ минут} = 2,25 \text{ часа} \quad (6)$$

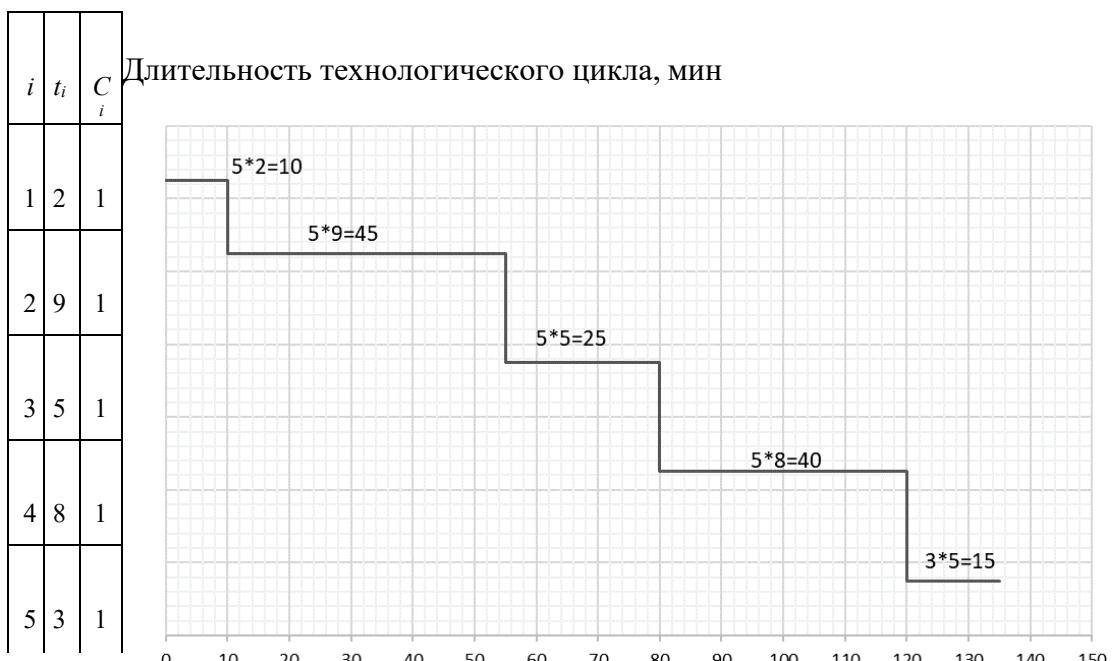


Рис. 1. График обработки партии деталей  
при последовательном виде движения

На графике (рис. 1) слева направо в масштабе времени откладывается продолжительность обработки всей партии деталей сначала на первой операции (10 мин), на второй (45 мин), на третьей (25 мин) и на четвертой (40 мин), на пятой (15 мин).

2. Определяем аналитически и графически длительность цикла при параллельно-последовательном виде движения по формуле (7):

$$T_{\text{пар-посл}}^{\text{II}} = 5 \cdot (2 + 9 + 5 + 8 + 3) - (5 - 1) \cdot (2 + 5 + 5 + 3) = 75 \text{ минут} = 1,25 \text{ часа} \quad (7)$$

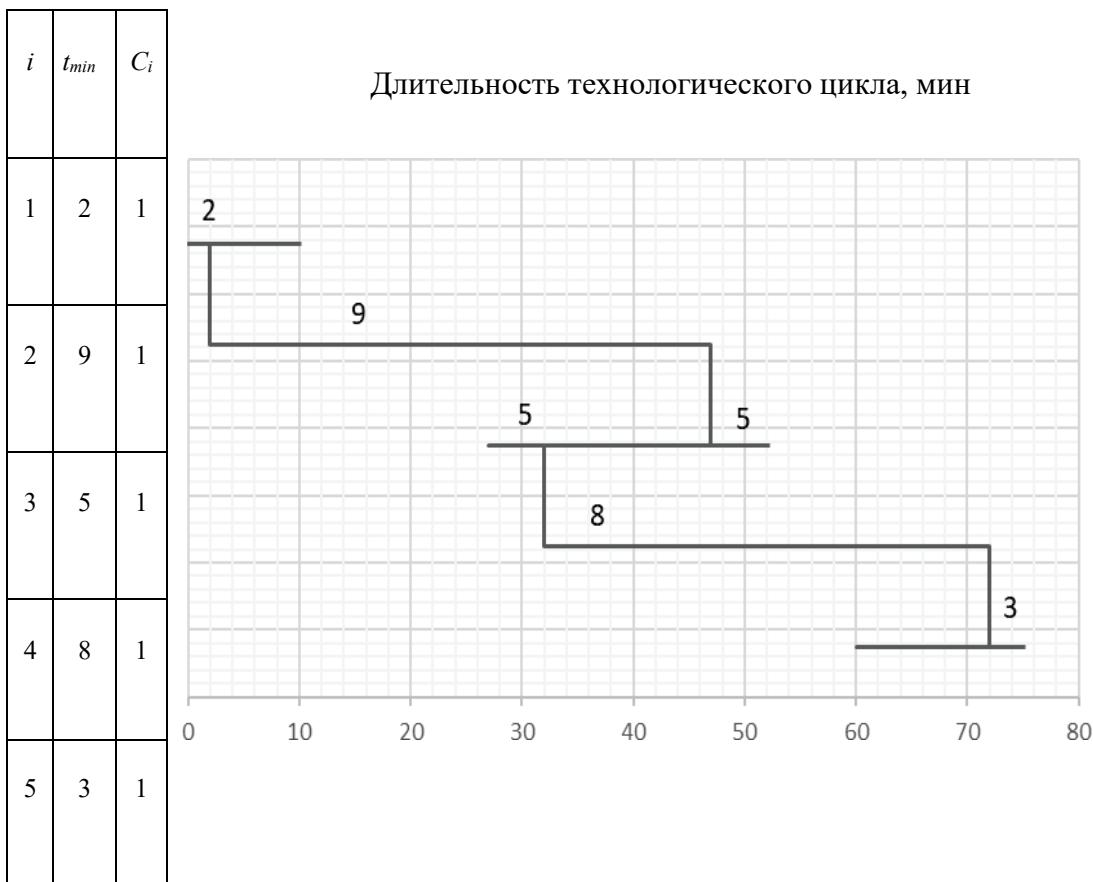


Рис. 2. График обработки партии деталей  
при параллельно-последовательном виде движения

График параллельно-последовательного движения объектов производства строится следующим образом (рис. 2):

а) на первой операции откладывается время обработки всех передаточных партий (в нашем примере на первой операции обрабатываются пять передаточных партий, по 2 мин каждая);

б) если последующая операция длиннее предыдущей, то после изготовления первой партии деталей на предыдущей операции эта партия сразу передается на вторую операцию и начинается ее обработка. Партии со второй по пятую первой операции обрабатываются последовательно во время обработки первой партии второй операции и сразу передаются на обработку второй операции;

в) если последующая третья операция короче предыдущей второй операции, то в этом случае вторая операция выполняется полностью для всех партий деталей, и последняя партия второй операции передается на обработку последней партии третьей операции. С первой по четвертую партии третьей операции обрабатываются параллельно с изготовлением деталей на второй операции. Для непрерывности технологического цикла и исключения межоперационных потерь времени необходимо определить оптимальное время начала обработки первой партии деталей на третьей операции. Для этого из суммарного времени изготовления первой партии первой операции, всех партий деталей на второй операции и пятой партии на третьей операции вычесть время изготовления всех партий третьей операции. В нашем случае это время составляет 27 мин от начала технологического цикла;

г) четвертая операция выполняется аналогично второй операции;

д) пятая операция выполняется аналогично третьей операции.

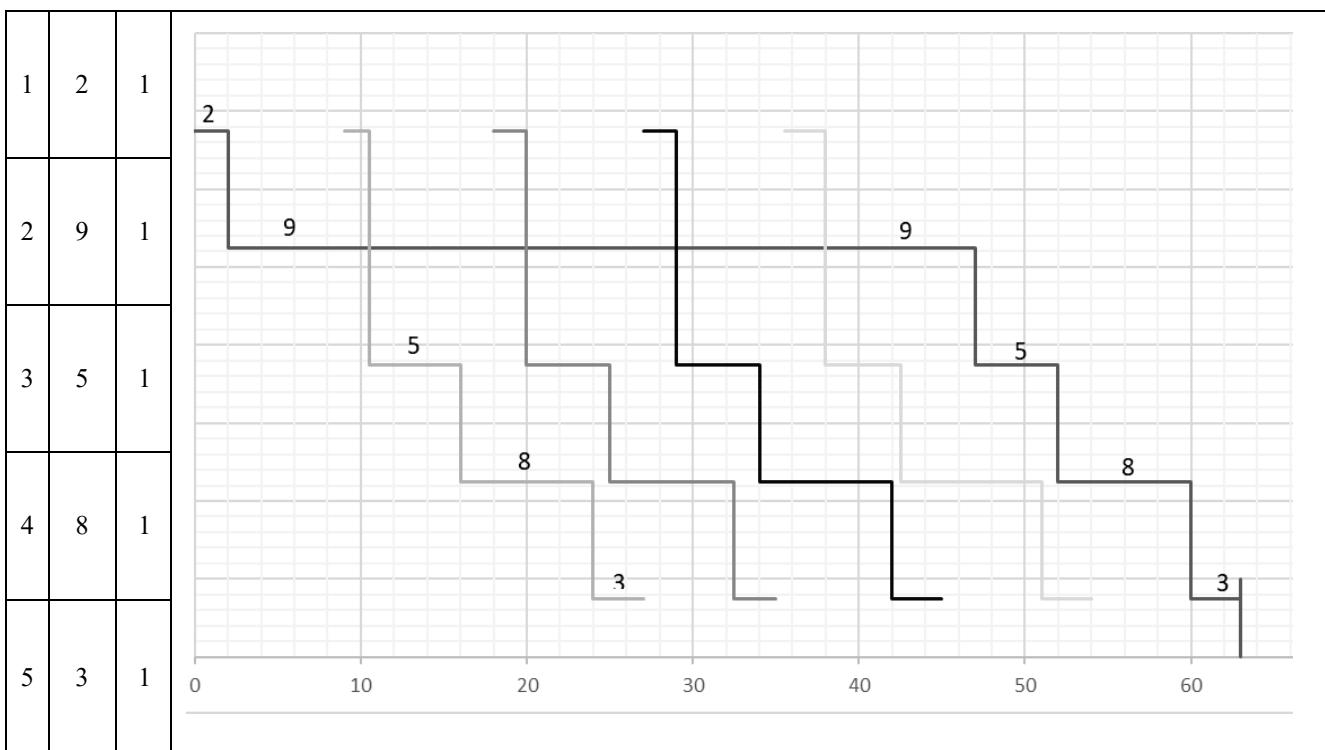
3. Определяем аналитически и графически длительность цикла при параллельном виде движения по формуле (8):

$$T_{\text{пар}}^{\text{Ц}} = (5 - 1) \cdot 9 + 1 \cdot (2 + 9 + 5 + 8 + 3) = 63 \text{ минуты} \quad (8)$$

График параллельного движения объектов производства по рабочим местам (операциям) (рис. 3) строится следующим образом: при параллельном виде движения после изготовления первой партии первой операции она передается на вторую операцию, которая в нашем примере является самой длинной. Это операция достраивается последовательно по всем партиям, а затем к ней надстраиваются все партии на предыдущих и последующих операциях.

$i$	$t_i$ мин	$C_i$
1	2	1
2	9	1
3	5	1
4	8	1
5	3	1

Длительность технологического цикла, мин



$$T_{\max} = 63 \text{ мин}$$

Рис. 3. График обработки партии деталей

при параллельном виде движения

### Задачи для самостоятельного решения

**Задача 1.** Необходимо построить графики циклов для последовательного и параллельно-последовательного видов движения. После этого проверить правильность графического построения, используя аналитические расчеты, и определить длительность цикла при следующих условиях: величина партии деталей составляет 20 шт., а размер передаточной партии – 5 шт. Нормы времени по операциям составляют:  $t_1 = 15$  мин,  $t_2 = 20$  мин,  $t_3 = 4$  мин,  $t_4 = 5$  мин,  $t_5 = 3$  мин,  $t_6 = 6$  мин. Первая и вторая операции выполняются на пяти станках, третья и шестая – на двух, а четвертая и пятая – на одном.

**Задача 2.** Построить графики циклов при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения. Проверить правильность графического построения аналитическими расчетами длительности цикла при следующих условиях: величина партии деталей – 25 шт., величина передаточной партии – 5 шт. Нормы времени по операциям (в минутах):  $t_1 = 4$ ,  $t_2 = 6$ ,  $t_3 = 12$ ,  $t_4 = 6$ ,  $t_5 = 4$ ,  $t_6 = 4$ ,  $t_7 = 6$ . Первая, вторая, шестая и седьмая операции выполняются на двух станках, третья – на четырех, четвертая – на трех, а пятая – на одном.

**Задача 3.** Построить графики циклов при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения. Проверить правильность графического построения аналитическими расчетами длительности цикла при следующих условиях: величина партии деталей – 80 шт., величина передаточной партии – 20 шт. Нормы времени по операциям (в минутах):  $t_1 = 5$ ,  $t_2 = 3$ ,  $t_3 = 2$ ,  $t_4 = 4$ ,  $t_5 = 3$ ,  $t_6 = 2$ ,  $t_7 = 1$ ,  $t_8 = 4$ . Первая операция выполняется на пяти станках, вторая, третья, четвертая, пятая, седьмая и восьмая – на одном, а шестая – на двух. Определить, как изменится длительность технологического цикла, если третью, четвертую и восьмую операции выполнять на двух станках каждую.

**Задача 4.** Построить графики циклов при последовательном, параллельно-последовательном и параллельном видах движения. Проверить правильность графического построения аналитическими расчетами длительности цикла при следующих условиях: величина партии деталей – 50 шт., величина передаточной партии – 10 шт. Нормы времени по операциям (в минутах):  $t_1 = 12$ ,  $t_2 = 4$ ,  $t_3 = 2$ ,  $t_4 = 3$ ,  $t_5 = 8$ . Первая и пятая операции выполняются на четырех станках, вторая и третья – на двух, четвертая – на одном.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Сущность производственного процесса и его компоненты.
2. Понятие операционного цикла и его важность.
3. Разновидности производственных циклов и примеры их продолжительности.
4. Подбор методов перемещения рабочих предметов для разных видов производства.

## 2. Планирование энергообслуживания

Основные формы энергии включают в себя электрическую энергию, тепловую энергию из различных источников топлива, таких как твердое, жидкое и газообразное топливо, а также пар и горячую воду и, наконец, механическую энергию. Энергоресурсы, в свою очередь, включают в себя электрический ток, природное топливо, пар с разными параметрами, сжатый воздух разного давления, природный и сжиженный газ, горячую воду и конденсат, а также воду под давлением. Разнообразные энергоресурсы на предприятии используются как источник энергии для приведения в движение машин и оборудования, для осуществления технологических процессов, а также для освещения, вентиляции, отопления и других бытовых надобностей.

Основная цель энергетического хозяйства на предприятии состоит в обеспечении продолжительной и бесперебойной подачи энергии, соблюдая при этом все необходимые требования безопасности и качества, а также обеспечивая эффективное использование энергоресурсов с точки зрения экономичности.

Количество расходуемого топлива для производственных нужд предприятия определяется по формуле (9):

$$Q_{\text{топ}}^{\text{пр.п}} = \frac{q_{\text{усл.топ}}}{K_3} \cdot N \quad (9)$$

где  $q_{\text{усл.топ}}$  – норма расхода условного топлива на единицу выпускаемой продукции;  $N$  – объем выпуска продукции за расчетный период времени в соответствующих единицах измерения (т, шт.);  $K_3$  – калорийный эквивалент применяемого вида топлива.

Расход топлива для отопления производственных, административных и других зданий определяется по формуле (10):

$$Q_{\text{топ}}^{\text{зд}} = \frac{q_{\text{топ}} \cdot t \cdot F_{\text{отпар}} \cdot V_{\text{зд}}}{1000 \cdot K_y \cdot K_{\text{kot}}} \quad (10)$$

где  $q_{\text{топ}}$  – норма расхода тепла на 1 м<sup>3</sup> здания при разности между наружной и внутренней температурами в 10 °C, ккал/ч;  $t$  – разность между наружной и внутренней температурами отопительного периода, 0 °C;  $F_{\text{отпар}}$  – продолжительность отопительного периода, ч;  $V_{\text{зд}}$  – объем здания (по наружному его обмеру), м<sup>3</sup>;  $K_y$  – теплота сгорания условного топлива, ккал/кг;  $K_{\text{кот}}$  – коэффициент полезного действия котельной установки.

Расход электроэнергии для производственных целей определяется по формуле (11):

$$\mathcal{E}_{\text{пп}} = \frac{W_y \cdot F_{\text{ЭФ}} \cdot K_3 \cdot K_o}{K_c \cdot K_m} \quad (11)$$

где  $W_y$  – суммарная установленная мощность электромоторов оборудования, кВт;  $F_{\text{ЭФ}}$  – эффективный фонд времени работы потребителей электроэнергии за плановый период, ч;  $K_3$  – коэффициент загрузки оборудования;  $K_o$  – средний коэффициент одновременной работы потребителей электроэнергии;  $K_c$  – коэффициент полезного действия питающей электросети;  $K_m$  – коэффициент полезного действия установленных электромоторов.

Расход электроэнергии для освещения помещений определяется по формуле (12):

$$\mathcal{E}_{\text{осв}} = \frac{c_{\text{св}} \cdot P_{\text{ср}} \cdot F_{\text{ЭФ}} \cdot K_o}{1000} \quad (12)$$

где  $c_{\text{св}}$  – число светильников (лампочек) на участке, в цехе, на предприятии, шт.;  $P_{\text{ср}}$  – средняя мощность одной лампочки, Вт;  $F_{\text{ЭФ}}$  – эффективный фонд времени работы потребителей электроэнергии за плановый период, ч;  $K_o$  – средний коэффициент одновременной работы потребителей электроэнергии.

Расход пара для отопления здания определяется по формуле (13):

$$Q_{\text{пар}} = \frac{q_{\text{пар}} \cdot t_o \cdot F_{\text{отпар}} \cdot V_{\text{зд}}}{J \cdot 1000} \quad (13)$$

где  $Q_{\text{пар}}$  – расход пара на 1 м<sup>3</sup> объема здания при разности между наружной и внутренней температурами в 10 °C;  $J$  – теплосодержание пара (принимается 540 ккал/кг);  $V_{\text{зд}}$  – объем здания (по наружному его обмеру), м<sup>3</sup>;  $F_{\text{отпар}}$  – эффективный фонд времени расхода пара для отопления здания.

Расход сжатого воздуха для производственных целей определяется по формуле (14):

$$Q_{\text{воз}} = 1,5 \cdot \sum_{i=1}^m (d_i \cdot K_i \cdot F_{\text{ЭФ}} \cdot K_3) \quad (14)$$

где 1,5 – коэффициент, учитывающий потери сжатого воздуха в трубопроводах и местах неплотного их соединения;  $d$  – расход сжатого воздуха при непрерывной работе воздухоприемника, м<sup>3</sup>/ч;  $K_i$  – коэффициент использования воздухоприемника во времени;  $m$  – число наименований воздухоприемников;  $F_{\text{ЭФ}}$  – эффективный фонд времени работы потребителей электроэнергии за плановый период, ч;  $K_3$  – коэффициент загрузки оборудования.

### **Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** По механическому цеху мощность установленного оборудования – 448,2 кВт; средний коэффициент полезного действия электромоторов – 0,9; средний коэффициент загрузки оборудования – 0,8; средний коэффициент одновременной работы оборудования – 0,7; коэффициент полезного действия питающей электросети – 0,96. Режим работы цеха – двухсменный по 8 ч. Потери времени на плановые ремонты составляют 5 %. Определить экономию силовой электроэнергии по цеху за год.

**Задача 2.** Для определения потребности в осветительной электроэнергии в механическом цехе учитываем, что в нем имеется 50 люминесцентных светильников со средней мощностью каждого 100 Вт. Эти светильники горят в течение 15 ч в сутки, при этом коэффициент их одновременного горения равен 0,75. Учитывая, что в месяце 22 рабочих дня, необходимо выполнить расчет потребности в электроэнергии для освещения цеха.

**Задача 3.** Определить расход пара на отопление здания механического цеха, имеющего объем 8 000 м<sup>3</sup>. Норма расхода пара – 0,5 ккал/ч на 1 м<sup>3</sup> объема здания. Средняя наружная температура за отопительный период – 50 °С. Внутренняя температура в здании цеха за отопительный период поддерживается на уровне +18 °С. Отопительный период – 200 дней.

**Задача 4.** Необходимо определить потребность цеха в сжатом воздухе за месяц, учитывая его использование на 35 станках. Среднечасовой расход сжатого воздуха на каждом станке составляет 10 м<sup>3</sup>. Коэффициент утечки сжатого воздуха равен 1,5. Коэффициент использования станков по времени составляет 0,85, а по мощности – 0,75. Режим работы оборудования в цехе является двухсменным, а продолжительность рабочей смены составляет 8 ч. В месяце имеется 21 рабочий день. Потери времени на плановые ремонты составляют 6 %.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Основные виды энергии, используемые в производстве.
2. Основное назначение энергетического хозяйства.

### **3. Планирование потребности в инструменте**

Под понятием «потребность в инструменте» понимается общее количество инструмента каждого типа и размера, необходимое для производства на заводе и/или приобретения со стороны, чтобы удовлетворить все нужды предприятия.

Расход инструмента определяется количеством инструмента, которое полностью износится при выполнении запланированных задач по производству продукции за определенный период.

Целью работы инструментального хозяйства предприятия является обеспечение непрерывной поставки высококачественной технологической оснастки на производственные участки и рабочие места, в нужном количестве и ассортименте, при минимальных расходах на ее проектирование, приобретение или изготовление, хранение, эксплуатацию, ремонт, восстановление и утилизацию. Годовая потребность в инструменте ( $I_{\text{п}}$ ) определяется по расходу его на производственную программу ( $I_p$ ) и разности между нормативной ( $I_n$ ) и фактической ( $I_{\phi}$ ) потребностью в инструменте по формуле (15):

$$I_{\text{п}} = I_p + (I_n - I_{\phi}), \quad (15)$$

где  $I_p$  – расход инструмента;  $I_n$  – нормативный оборотный фонд инструмента;  $I_{\phi}$  – фактический оборотный фонд инструмента на начало планового периода.

Расход режущего инструмента определенного типоразмера определяется по формуле (16):

$$I_p = \frac{t_M \cdot N}{60 \cdot T_{\text{изн}} \cdot (1 - R)}, \quad (16)$$

где  $N$  – число деталей, обрабатываемых данным инструментом по годовой программе, шт.;  $t_M$  – машинное время на одну деталеоперацию, мин;  $R$  – коэффициент преждевременного износа инструмента;  $T_{\text{изн}}$  – машинное время работы инструмента до полного износа (норма износа), ч.

Норма износа инструмента определяется по формуле (17):

$$T_{\text{изн}} = \left( \frac{L}{l} + 1 \right) \cdot t_{\text{ст}} \quad (17)$$

где  $L$  – допустимая величина стачивания рабочей части инструмента при заточках, мм;  $l$  – средняя величина снимаемого слоя при каждой заточке, мм;  $t_{\text{ст}}$  – стойкость инструмента, машинное время его работы между двумя переточками, ч.

Норма расхода на 1 000 деталей определяется по формуле (18):

$$H_p = \frac{1000 \cdot t_M}{60 \cdot T_{\text{изн}}} \quad (18)$$

где  $t_M$  – машинное время на одну деталеоперацию, мин;  $T_{\text{изн}}$  – норма износа инструмента.

Расход инструмента, исходя из нормы расхода, можно рассчитать следующим образом (19):

$$I_p = \frac{H_p \cdot N}{n_p} \quad (19)$$

где  $n_p$  – количество деталей, принятое за расчетную единицу, шт.;  $H_p$  – норма расхода инструмента на 1 000 деталей;  $N$  – число деталей, обрабатываемых данным инструментом по годовой программе, шт.

Расход измерительного инструмента определяется по формуле (20):

$$I_m = \frac{N \cdot a_{\text{изм}} \cdot n_{\text{в.к.}}}{m_0 \cdot (1 - R)} \quad (20)$$

где  $a_{\text{изм}}$  – число измерений на одну деталь;  $n_{\text{в.к.}}$  – выборочность контроля (коэффициент);  $m_0$  – количество измерений, выдерживаемых данным инструментом до полного износа (норма износа мерительного инструмента);  $N$  – число деталей, обрабатываемых данным инструментом по годовой программе, шт.;  $R$  – коэффициент преждевременного износа инструмента.

Норма износа измерительного инструмента определяется по формуле (21):

$$m_o = a_i \cdot a_p \cdot B \quad (21)$$

где  $a_i$  – величина допустимого износа измерительного инструмента по ГОСТу, мкм;  $a_p$  – коэффициент ремонта;  $B$  – норма стойкости измерительного инструмента (число измерений на 1 мкм износа).

Заводской оборотный фонд инструмента ( $\Phi_{o.z.}$ ) определяется как сумма цеховых оборотных фондов ( $\Phi_{o.p.}$ ) и запаса инструмента на центральном инструментальном складе (ЦИС) ( $Z_{cis}$ ). В укрупненном виде запас инструмента в ЦИС определяют по формуле (22):

$$Z_{cis} = \frac{T_{воз}^{cis}}{T_{пост}^{irk}} \cdot P_{инст} \cdot \left(1 + Z_{страх}^{cis}\right) \quad (22)$$

где  $T_{воз}^{cis}$  – периодичность возобновления запасов в ЦИС (60–90 дней);  $T_{пост}^{irk}$  – периодичность поступления инструмента в инструментально-раздаточной кладовой (ИРК) (15-30 дней);  $P_{инст}$  – суммарная партия выдачи инструмента из ЦИС в ИРК по всем цехам;  $Z_{страх}^{cis}$  – страховой запас в ЦИС (0,15–0,2 от  $P_{инст}$ ).

Цеховой оборотный фонд инструмента ( $\Phi_{ц.о.ф.}$ ) определяется по формуле (23):

$$\Phi_{ц.о.ф.} = \Phi_{и.р.м.} \cdot \Phi_{и.р.} \cdot Z_{зап} \quad (23)$$

где  $\Phi_{и.р.м.}$  – количество инструмента, находящегося на рабочих местах;  $\Phi_{и.р.}$  – количество инструмента, находящегося в ремонте (заточке, проверке);  $Z_{зап}$  – запас инструмента в цеховой инструментально-раздаточной кладовой (ИРК).

### **Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Определить норму расхода и годовой расход спиральных сверл из быстрорежущей стали диаметром 30 мм. Норма износа сверл – 30 ч; годовая программа деталей, обрабатываемых сверлами, – 60 000 шт.; машинное время обработки одной детали – 1,5 мин.

**Задача 2.** Определить норму износа и годовой расход гладких специальных скоб. Величина допустимого износа скоб – 5 мкм; количество промеров на 1 мкм износа – 250; коэффициент ремонта – 3; коэффициент преждевременного выхода из строя – 0,08; годовая программа деталей, проверяемых измерителем, – 140 000 шт.; количество измерений на одну деталь – 5; выборочность контроля – 0,1.

**Задача 3.** Определить запасы токарных резцов на рабочих местах участка механического цеха. Стойкость резцов – 2 ч; число рабочих мест, одновременно применяющих данные резцы, – 3; количество резцов, одновременно применяемых на каждом многорезцовом станке, – 6; резервный запас резцов на каждом рабочем месте – 2; периодичность смены резцов на рабочих местах – 2 ч.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Что понимается под потребностью в инструменте?
2. Как определяется расход инструмента?
3. Какова цель функционирования инструментального хозяйства?

## **4. Производственные запасы**

Запасы на предприятии являются неотъемлемыми составляющими производственного процесса и охватывают различные этапы технологической обработки. Наличие запасов обосновано двумя главными причинами:

- 1) недостаточными объемами поставок по сравнению с объемами временного потребления;
- 2) разрывом во времени между поступлением и использованием материалов.

Запасы на предприятии обеспечивают непрерывную работу и снижают транспортные и заготовительные расходы, связанные с простоем производства. Однако содержание больших запасов сопряжено со значительными расходами, так как значительная часть средств изымается из оборота предприятия, возрастают издержки по хранению и содержанию запасов.

*Производственные запасы на предприятии подразделяются на текущие, подготовительные и сезонные.*

*Текущие запасы* необходимы предприятию для обеспечения бесперебойной работы в интервале между двумя поставками и связаны с возможностью производства продукции партиями оптимального размера.

*Подготовительные запасы* выделяются из производственных для обеспечения бесперебойной работы в период, необходимый для подготовки материалов к использованию и доставки их на рабочие места.

*Сезонные запасы* обусловлены сезонными колебаниями в объеме производства или потребления. Эти запасы предназначены для удовлетворения прогнозируемого (сезонного) увеличения спроса, а также некоторой разгрузки предприятия на период отпусков.

*Под системой регулирования* запасами понимается комплекс мероприятий по созданию и пополнению запасов, организации непрерывного контроля и оперативного планирования поставок.

Для управления производственными запасами их нормы устанавливаются в следующих трех диапазонах:

- максимальный запас, равный сумме гарантированного и подготовительного запасов и максимального текущего запаса;
- средний или переходящий запас, равный сумме гарантированного и подготовительного запасов и половине текущего запаса;
- минимальный запас, равный сумме гарантированного и подготовительного запасов.

Регулировать размер заказа можно изменением объема партий, интервала между поставками или объема и интервала поставки. В зависимости от этого в практике управления запасами используются две основные системы: система с фиксированным размером заказа и система с фиксированной периодичностью заказа.

Система с фиксированным размером заказа предусматривает поступление материала равными, заранее определенными, оптимальными партиями через изменяющиеся интервалы времени.

Система с фиксированной периодичностью заказа предполагает поступление материала через равные, регулярно повторяющиеся промежутки времени.

#### **4.1. Расчет оптимального размера заказа**

**Пример:** рассчитайте оптимальный размер заказа ДВП (древесноволокнистой плиты), если издержки выполнения заказа составляют 30 руб./ $m^2$ ; потребности в пиломатериалах – 3 000  $m^2$ ; затраты на хранение – 1 руб./ $m^2$ . Коэффициент  $k$ , учитывающий скорость пополнения запаса на складе, равен 2.

**Решение:**

1. Определение потребности в материале:  $S = 3\ 000\ m^2$  (по условию).
2. Определение издержек выполнения заказа:  $C_o = 30\ \text{руб./}m^2$  (по условию).
3. Определение затрат на хранение единицы заказываемого материала:  $i = 1\ \text{руб./}m^2$  (по условию).
4. Расчет оптимального размера заказа по формуле Уилсона (24):

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2 \cdot S \cdot C_0}{k \cdot i}} \quad (24)$$

$$q_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 30 \cdot 3000}{2 \cdot 1}} = 300 \text{ м}^2$$

**Ответ:** 300 м<sup>2</sup>.

## 4.2. Расчет интервала времени между заказами

**Пример:** рассчитайте интервал времени между заказами древесноволокнистых плит, если потребность по итогам предыдущего года составила 3 000 м<sup>2</sup>, а оптимальный размер заказа – 110 м<sup>2</sup>. Количество рабочих дней в предыдущем году составило 250 дней.

**Решение:**

1. Определение количества рабочих дней в году: количество рабочих дней  $N$  принимаем равным 250 дням.
2. Определение потребности в материале: потребность в материале  $S = 3 000 \text{ м}^2$  (по условию).
3. Определение оптимального размера заказа:  $q_{\text{опт}} = 110 \text{ м}^2$  (по условию).
4. Расчет интервала времени между заказами:

$$I = \frac{N}{\left(\frac{S}{q_{\text{опт}}}\right)} = \frac{250}{\left(\frac{3000}{110}\right)} = 9 \text{ дней}$$

Примечание: по согласованию данный интервал времени можно скорректировать до 10 рабочих дней, тогда поставки будут осуществляться один раз в две недели.

**Ответ:** 9 дней.

#### **4.3. Расчет параметров системы управления запасами с фиксированным интервалом времени между заказами**

**Пример:** рассчитайте размер заказа древесноволокнистых плит, если потребность по итогам предыдущего года ( $S$ ) составила  $3\ 000\ м^3$ , время поставки (ВП) – 2 дня, возможная задержка поставки (ВЗ) – 0,5 дня, оптимальный размер заказа ( $q_{\text{опт}}$ ) –  $110\ м^3$ . Количество рабочих дней ( $N$ ) в предыдущем году составило 250 дней, в расчетном ( $N_T$ ) – 252 дня.

**Решение:**

1. Определение потребности в материале:  $S = 3\ 000\ м^3$  (по условию).

2. Расчет интервала времени между заказами:

$$I = \frac{N}{\left(\frac{S}{q_{\text{опт}}}\right)} = \frac{250}{\left(\frac{3000}{110}\right)} = 9\text{ дней}$$

Примечание: по согласованию данный интервал времени можно скорректировать до 10 рабочих дней, тогда поставки будут осуществляться один раз в две недели.

3. Определение времени поставок: ВП = 2 дня (по условию).

4. Определение времени возможных задержек: ВЗ = 0,5 дня (по условию).

5. Определение размера ожидаемого ежедневного потребления (ЕП):

$$\text{ЕП} = \frac{S}{N \cdot T} = \frac{3000}{252} = 11,9 \frac{м^3}{дней}.$$

6. Определение размера ожидаемого потребления за время поставки (ОП):

$$\text{ОП} = \text{ЕП} \cdot \text{ВП} = 11,9 \cdot 2 = 23,8\text{ м}^3.$$

7. Максимальное потребление за время поставки (МП):

$$\text{МП} = \text{ЕП} \cdot (\text{ВП} + \text{ВЗ}) = 11,9 \cdot (2 + 0,5) = 29,75\text{ м}^3.$$

8. Определение размера гарантированного запаса (текущего запаса – ТЗ):

$$\text{ТЗ} = \text{МП} - \text{ОП} = 29,75 - 23,8 = 5,95\text{ м}^3.$$

9. Определение размера максимального желательного запаса (МЖЗ):

$$МЖЗ=ТЗ+(I \cdot ЕП) = 5,95 + (10 \cdot 11,9) = 124,95 м^3.$$

10. Определение размера заказа (РЗ):

$$РЗ=МЖЗ - ТЗ+ОП=124,95 - 5,95+23,8=142,8 м^3.$$

**Ответ:** 142,8 м<sup>3</sup>.

#### **4.4. Расчет параметров системы управления запасами с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня**

Система управления запасами (СУЗ) с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня используется в условиях значительных колебаний продаж при крайней нежелательности дефицита запаса.

Сущность данной СУЗ заключается в следующем: заказы на пополнение запасов осуществляются в фиксированные, заранее установленные моменты времени, а также в случаях, когда запас достиг порогового уровня.

То есть в данной СУЗ формируются два вида заказов:

- 1) плановые – которые осуществляются через равные интервалы времени, они обосновываются и устанавливаются предварительно;
- 2) внеплановые – дополнительные заказы, которые производятся в момент достижения запасом порогового значения. Величина поставки определяется каждый раз в момент заказа по принципу пополнения уровня запаса до максимальной величины.

Таким образом, данная модель комбинирует СУЗ с фиксированным интервалом времени между заказами и принцип РОП (риск-ориентированный подход).

Основным преимуществом данной модели является возможность избежать дефицита даже при возникновении сбоев в поставках. Однако в связи с наличием дополнительных заказов может возникнуть избыточный запас, что приведет к увеличению издержек на хранение. В связи с этим применение рассматриваемой системы на торговом предприятии целесообразно для узкой но-

менклатуры продукции, приносящей наибольшую прибыли, поскольку дефицит запаса может привести к существенной упущеной выгоде. По классификации *ABC* к таким товарам относится категория *A*. СУЗ с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня хорошо работает в условиях нестабильного спроса и скачкообразных изменений отгрузки. В связи с этим может использоваться для регулирования запасов категории *Y* и *Z* по классификации *XYZ*.

Параметры СУЗ с установленной периодичностью пополнения запасов до постоянного уровня:

1. Исходными данными системы являются:

- потребность в товарах за период;
- интервал времени между плановыми заказами, дни;
- время осуществления поставки, дни;
- максимально возможная просрочка поставки, дни.

2. Расчетными параметрами системы являются (рис. 4):

– гарантийный запас – это такой уровень запаса, который создается с целью обеспечения бесперебойной работы предприятия в случае сбоев в поставках;

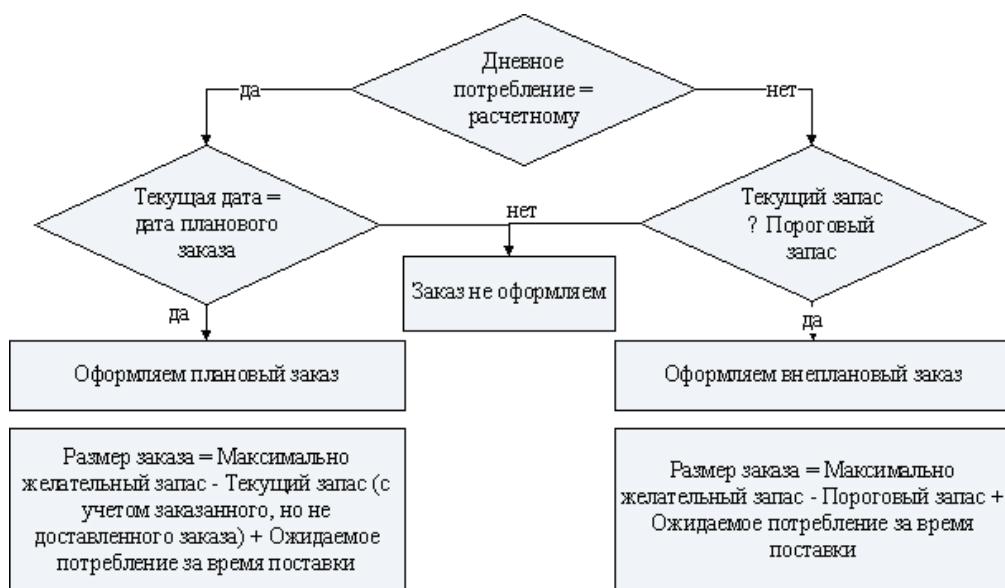


Рис. 4. Параметры системы управления запасами (СУЗ)

- пороговый уровень запаса – объем запаса, при достижении которого необходимо осуществить внеплановый заказ на пополнение запаса;
- максимально желательный запас – уровень запаса, который определяет максимально целесообразную загрузку склада для минимизации общих издержек;
- размер заказа определяется каждый раз на момент заказа в зависимости от текущего уровня запаса или от порогового запаса, с учетом расхода за время осуществления поставки.

**Пример:** рассчитайте размер заказа изделий смежных производств в системе с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня при следующих условиях: максимальный желательный запас изделий – 170 ед., ожидаемое потребление за время поставки – 24 ед., пороговый уровень изделий – 50 ед. Поставка осуществляется один раз в две недели. Предыдущий заказ был 3 февраля, 11 февраля текущий запас изделий составил 50 ед.

Решение:

1. Определение максимального желательного запаса: МЖЗ = 170 ед. (по условию).
2. Определение ожидаемого потребления за время поставки: ОП = 24 ед. (по условию).
3. Определение порогового уровня запаса: ПУ = 50 ед. (по условию).
4. Сопоставление текущего запаса с пороговым уровнем: по состоянию на 11 февраля текущий запас равен пороговому уровню, следовательно, будет дополнительный заказ.
5. Определение размера заказа (РЗ):

$$РЗ=МЖЗ - ПУ + ОП = 170 - 50 + 24 = 144 \text{ ед.}$$

**Ответ:** 144 ед. изделий.

## **Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Рассчитайте оптимальный размер заказа горячекатаного листа толщиной 10 мм, если издержки выполнения заказа составляют 1 100 руб./т, потребности в листе – 2 000 т, издержки хранения – 275 руб./т. Коэффициент  $k$ , учитывающий скорость пополнения запаса на складе, равен 0,8.

**Задача 2.** Рассчитайте интервал времени между заказами, если потребность в трубах по итогам предыдущего года составила 2 500 т, а оптимальный размер заказа – 140 т. Количество рабочих дней в предыдущем году – 250.

**Задача 3.** Рассчитайте размер заказа древесины, если потребность по итогам предыдущего года составила ( $S$ ) составила 6 000 м<sup>2</sup>, время поставки (ВП) – 2 дня, возможная задержка поставки (ВЗ) – 1 день, оптимальный размер заказа ( $q_{\text{опт}}$ ) – 100 м<sup>2</sup>. Количество рабочих дней ( $N$ ) в предыдущем году – 270, в расчетном ( $N_T$ ) – 280.

**Задача 4.** Рассчитайте размер заказа металлических уголков в системе с установленной периодичностью пополнения запаса до постоянного уровня при следующих условиях: максимальный желательный запас уголков – 190 т, ожидаемое потребление за время поставки – 20 т, пороговый уровень изделий – 50 т. Поставка осуществляется один раз в месяц. Предыдущий заказ был 10 мая. По состоянию на 10 июня текущий запас изделий составил 80 т.

## **ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ**

1. Дайте определение запасам предприятия.
2. Причины необходимости наличия запасов у предприятия.
3. Виды производственных запасов предприятия.
4. Что включается в систему регулирования запасами?
5. Системы управления запасами предприятия.

## **5. Расчет потребности в складских помещениях и оснащении**

Складское хозяйство выполняет функции по хранению, учету и контролю движения материально-технических ресурсов предприятия. Эти функции складское хозяйство должно выполнять качественно, в установленные сроки и с минимальными затратами. В зависимости от объема работ склады могут быть общезаводскими и цеховыми.

Перемещение материальных потоков в логистических системах невозможно без концентрации в определенных местах необходимых запасов. Места хранения этих запасов называются складами. Современный склад – это сложное техническое сооружение, которое состоит из многочисленных взаимосвязанных элементов и выполняет ряд функций по накапливанию, переработке и распределению товаров между потребителями.

По своей конструкции склады бывают открытые, полуоткрытые, закрытые и специальные.

Организация складского хозяйства включает следующие работы:

- определение номенклатуры и типа складских помещений;
- разработка схем размещения складских помещений, их проектирование, строительство;
- разработка оперативно-календарных планов работы складских помещений;
- организация учета и контроля движения материальных потоков через склады;
- организация выдачи и доставки грузов до потребителей;
- анализ эффективности работы складского хозяйства, разработка предложений по улучшению его работы.

Для эффективной организации работы складов необходимо произвести расчеты требуемых площадей складских помещений и средств оснащения складов.

Общая площадь склада ( $S_{скл}$ ) определяется по формуле (25):

$$S_{скл} = \frac{S_{скл}^{пол}}{K_{исп}} \quad (25)$$

где  $S_{скл}^{пол}$  – полезная площадь склада, непосредственно занятая хранимыми материалами,  $\text{м}^2$ ;  $K_{исп}$  – коэффициент использования площади склада, учитывающий вспомогательную площадь для проездов, проходов, приема и выдачи материалов, весов, шкафов, стола кладовщика и т. д.

Полезная площадь рассчитывается в зависимости от способа хранения материалов по формулам (26) и (27):

– при напольном хранении в штабелях:

$$S_{скл}^{пол} = \frac{Z_{max}}{q_g} \quad (26)$$

– при хранении в стеллажах:

$$S_{скл}^{пол} = S_{ст} \cdot n_{ст} \quad (27)$$

где  $Z_{max}$  – величина максимального складского запаса материалов, которая определяется по формуле (28):

$$Z_{max} = \frac{N_{год}}{M} \cdot m \quad (28)$$

где  $N_{год}$  – годовая поставка материала, т;  $M$  – количество рабочих дней склада в году, рабочие дни;  $m$  – количество дней гарантированного запаса материала, дни;  $q_g$  – допустимая масса груза на 1  $\text{м}^2$  площади пола, т, кг;  $S_{ст}$  – площадь, занимаемая одним стеллажом,  $\text{м}^2$ ;  $n_{ст}$  – расчетное количество стеллажей, определяемое по формуле (29):

$$n_{ст} = \frac{Z_{max}}{S_{ст} \cdot K_{зп} \cdot K_{пр}} \quad (29)$$

где  $K_{зп}$  – коэффициент заполнения объема стеллажа;  $K_{пр}$  – предельная нагрузка на 1 м<sup>2</sup>, равная 2 т.

**Пример:** завод потребляет в год 600 т листового свинца, который поступает на завод через каждые 2 месяца. Гарантийный запас свинца – 20 дней. Склад работает 255 дней в году. Листы свинца хранятся на полочных стеллажах 1,8x1,5 м, высотой 2 м. Коэффициент заполнения стеллажей по объему – 0,5. допустимая масса груза на 1 м<sup>2</sup> площади пола – 2 т.

Определить необходимую общую площадь склада, если коэффициент ее использования равен 0,7.

**Решение:**

1. Определим величину максимального складского запаса материалов по формуле (28):

$$Z_{\max} = \frac{600\text{т}}{255\text{дней}} \cdot 20\text{дней} = 47\text{т}$$

2. Определим расчетное количество стеллажей по формуле (29):

$$n_{ст} = \frac{47\text{т}}{(1,8 \cdot 1,5) \text{м}^2 \cdot 0,5 \cdot 2 \frac{\text{т}}{\text{м}^2}} = 17,5 \approx 18$$

3. Определим площадь, занимаемую стеллажами, по формуле (27):

$$S_{скл}^{пол} = (1,8 \cdot 1,5) \text{м}^2 \cdot 18 = 48,5 \text{м}^2 \approx 49 \text{м}^2$$

4. Определим общую площадь склада по формуле (25):

$$S_{скл} = \frac{49 \text{м}^2}{0,7} = 70 \text{м}^2$$

**Ответ:** 70 м<sup>2</sup>.

## Задачи для самостоятельного решения

**Задача 1.** Годовой расход черных металлов на заводе составляет 500 т. Металл поступает периодически в течение года шесть раз. Гарантийный запас – 15 дней. Склад работает 260 дней в году. Хранение металла на складе – напольное. Допустимая масса груза на 1 м<sup>2</sup> площади пола – 2 т. Определить необходимую общую площадь склада, если коэффициент ее использования равен 0,7.

**Задача 2.** Токарные резцы хранятся на инструментальном складе на клеточных стеллажах. Размеры двухстороннего стеллажа – 1,2x4 м, высота – 2 м. Годовой расход резцов достигает 100 тыс. шт. Средние размеры токарного резца – 3x3 см, длиной 25 см, при плотности стали 8 г/см<sup>3</sup>. Инструмент поступает ежеквартально партиями со специализированного завода. Гарантийный запас – 20 дней. Коэффициент заполнения стеллажей по объему равен 0,3. Коэффициент использования площади склада, учитывающий вспомогательную площадь для проездов, проходов, приема и выдачи материалов, весов, шкафов, стола кладовщика и т. д., – 0,5 общей площади склада. Склад работает 250 дней в году. Допустимая масса груза на 1 м<sup>2</sup> площади пола – 2 т.

Определить необходимую складскую площадь для хранения токарных резцов.

Примечание:

1. Вес ( $V_{\text{рез}}$ ) одного резца определяется по формуле (30):

$$V_{\text{рез}} = a \cdot b \cdot l \cdot \rho \quad (30)$$

где  $a, b$  – ширина и высота резца, см;  $l$  – длина резца, см;  $\rho$  – плотность стали, г/см<sup>3</sup>.

2. Так как предельное значение веса 1 м<sup>2</sup> определено в тоннах, то если задается годовое количество материала в штуках, то его нужно перевести в тонны по формуле (31):

$$Z_{\max} = \frac{N_{\text{год}} \cdot V_{\text{рез}}}{M} \cdot m \quad (31)$$

где  $N_{\text{год}}$  – годовая поставка материала, шт.;  $M$  – количество рабочих дней склада в году, рабочие дни;  $m$  – количество дней гарантированного запаса материала, дни;  $V_{\text{рез}}$  – вес одного резца, кг, т.

При расчетах учитывать размерности величин.

**Задача 3.** Годовой расход листовой стали на заводе составляет 380 т. Сталь поступает на завод ежеквартально партиями и хранится на центральном складе. Гарантийный запас предусмотрен в размере 15-дневной потребности. Стальные листы хранятся на стеллажах размером 1,8x1,5 м, высотой 2 м. Коэффициент заполнения стеллажей по объему равен 0,65. Склад работает 260 дней в году, а допустимая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> пола составляет 2 т.

Определить необходимую общую площадь склада, если коэффициент ее использования равен 0,7.

**Задача 4.** На центральном инструментальном складе строгальные резцы хранятся на клеточных двухсторонних стеллажах размером 1,2x4 м и высотой 1,8 м. Средние размеры резца – 35x35 мм, длина – 300 мм. Плотность материала резца – 7,8 г/см<sup>3</sup>. Годовой расход резцов – 50 тыс. шт. Инструментальный склад снабжается резцами ежеквартально. Гарантийный запас инструмента составляет 15 дней. Коэффициент заполнения стеллажей по объему – 0,4. Склад работает 260 дней в году. Допустимая масса груза на 1 м<sup>2</sup> площади пола – 1,8 т.

Определить необходимую площадь для хранения строгальных резцов, если коэффициент использования площади склада, учитывающий вспомогательную площадь для проездов, проходов, приема и выдачи материалов, весов, шкафов, стола кладовщика и т. д., – 0,4 общей площади склада.

### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Функции складского хозяйства.
2. Что такое современный склад?
3. Организация складского хозяйства.

## **6. Организация производственных процессов**

Термин «организация» образован от французского слова “organisation” и означает устройство, сочетание кого-либо или чего-либо в единое целое. Организация предполагает внутреннюю упорядоченность частей целого как средство достижения желаемого результата.

В материальном производстве выделяются две стороны: производительные силы и производственные отношения, образующие в своем единстве способ производства.

Производительные силы – это силы и средства, участвующие в общественном производстве.

Производственные отношения – отношения между людьми, возникающие в процессе производства и распределения материальных благ. Функционирование процесса производства обеспечивается на основе его организации. Деятельность по организации производства реализуется через функции организации производительных сил и производственных отношений.

Первая функция решает задачу организации производительных сил. С ее помощью обеспечивается соединение личных и вещественных факторов производства в единый производственный процесс.

Вторая функция организации производства направлена на установление между участниками производственного процесса и подразделениями предприятия, занятыми созданием материальных благ, разнообразных связей, обеспечивающих их совместную деятельность.

Третья функция состоит в создании организационных условий, обеспечивающих взаимодействие на экономической основе всех производственных звеньев предприятия единой производственной системы, и заинтересованности работников в результатах труда.

Четвертая функция призвана решать задачи создания условий для повышения качества трудовой жизни работников, их постоянного профессионально-

го и социально-культурного развития, самосовершенствования трудовых ресурсов предприятия.

Основными принципами эффективной организации производства являются:

- принцип эффекта организационной деятельности;
- принцип интеграции;
- принцип целевой специализации;
- принцип оптимальности и многовариантности решений.

Технологический процесс образует упорядоченная в отношении взаимного следования совокупность операций по изменению размеров, формы, внешнего вида или свойства предмета труда и их контролю. Технологический процесс содержит сведения о составе технологических операций, их трудоемкости и применяемом оборудовании.

Выбор технологического процесса производится на основе сравнительного анализа вариантов технологического процесса и предполагает определение вида технологии и типа оборудования для его изготовления. На российских предприятиях для решения этой задачи пользуются рекомендациями стандартов системы ЕСТПП: ГОСТ 14.301-73 «Общие правила разработки технологических процессов и выбора средств технологического оснащения», ГОСТ 14.301-72 «Виды технологических процессов» и др.

## **6.1. Расчет длительности операции**

**Пример:** рассчитать длительность операции штифтования, если нормативная трудоемкость этой операции составляет 30 ч, длительность рабочей смены – 8 ч, коэффициент выполнения норм – 0,95. На операции занято двое рабочих.

**Решение:**

1. Определение нормативной трудоемкости сборочной операции:

$$t_o = 30 \text{ ч} \text{ (по условию задачи).}$$

2. Определение количества рабочих, занятых на операции:

$$C = 2 \text{ человека (по условию задачи).}$$

3. Определение коэффициента выполнения норм:

$$K_B = 0,95 \text{ (по условию задачи).}$$

4. Определение длительности рабочей смены:

$$q = 8 \text{ ч (по условию задачи).}$$

5. Определение длительности отдельной операции по сборке сборочной единицы по формуле (32):

$$T_{c6.0} = \frac{t_0}{C \cdot K_B \cdot q} \quad (32)$$

где  $t_0$  – нормативная трудоемкость сборочной операции, ч;  $C$  – количество рабочих, занятых на операции, человек;  $K_B$  – коэффициент выполнения норм;  $q$  – длительность рабочей смены, ч.

$$T_{c6.0} = \frac{30}{2 \cdot 0,95 \cdot 8} = 2 \text{ дня.}$$

**Ответ:** 2 дня.

## **6.2. Расчет длительности совокупного цикла механической обработки партии деталей при последовательном способе календарной организации процесса**

**Пример:** рассчитайте длительность совокупного цикла механической обработки партии из 20 деталей при последовательном способе календарной организации процесса и следующих значениях плановой трудоемкости операций (в часах): токарная – 6, сверлильная – 1, токарная – 2, фрезерная – 1,5, шлифовальная – 4.

**Решение:**

1. Определение размера изготавливаемой партии одинаковых деталей:  $n = 20$  (по условию задания).

2. Определение числа технологических операций:  $m = 5$  (по условию задания).

3. Определение длительностей каждой из технологических операций (в часах):  $t_1 = 6, t_2 = 1, t_3 = 2, t_4 = 1,5, t_5 = 4$  (по условию задачи).

4. Расчет длительности цикла обработки партии деталей по формуле (33):

$$T_n = n \cdot \sum_{i=1}^m t_i \quad (33)$$

$$T_n = 20 \cdot (6 + 1 + 2 + 1,5 + 4) = 290 \text{ часов.}$$

**Ответ:** 290 часов.

### 6.3. Расчет длительности совокупного цикла механической обработки партии деталей при параллельном способе календарной организации процесса

**Пример:** рассчитайте длительность совокупного цикла механической обработки партии из 20 деталей при параллельном способе календарной организации процесса и следующих значениях плановой трудоемкости операций (в часах): токарная – 6, сверлильная – 1, токарная – 2, фрезерная – 1,5, шлифовальная – 4.

**Решение:**

1. Определение размера изготавливаемой партии одинаковых деталей:  $n = 20$  (по условию задания).

2. Определение числа технологических операций:  $m = 5$  (по условию задания).

3. Определение длительностей каждой из технологических операций (в часах):  $t_1 = 6, t_2 = 1, t_3 = 2, t_4 = 1,5, t_5 = 4$  (по условию задачи).

4. Определение наибольшей длительности технологической операции:  $t_{\text{дл}} = t_1 = 6$  часов (по условию задачи).

5. Расчет длительности цикла обработки партии деталей по формуле (34):

$$T_n = (n-1) \cdot t_{\text{дл}} + \sum_{i=1}^m t_i \quad (34)$$

$$T_n = (20-1) \cdot 6 + (6+1+2+1,5+4) = 128,5 \text{ часов.}$$

**Ответ:** 128,5 часов.

#### 6.4. Расчет длительности совокупного цикла механической обработки партии деталей при последовательно-параллельном способе календарной организации процесса

**Пример:** рассчитайте длительность совокупного цикла механической обработки партии из 20 деталей при последовательно-параллельном способе календарной организации процесса и следующих значениях плановой трудоемкости операций (в часах): токарная – 6, сверлильная – 1, токарная – 2, фрезерная – 1,5, шлифовальная – 4.

**Решение:**

1. Определение размера изготавливаемой партии одинаковых деталей:  $n = 20$  (по условию задания).

2. Определение числа технологических операций:  $m = 5$  (по условию задания).

3. Определение длительностей каждой из технологических операций (в часах):  $t_1 = 6, t_2 = 1, t_3 = 2, t_4 = 1,5, t_5 = 4$  (по условию задачи).

4. Определение длительности меньшей операции из каждой пары смежных операций (в часах):  $t_{m1} = 1, t_{m2} = 1, t_{m3} = 1,5, t_{m4} = 1,5$  (по условию задачи).

5. Расчет длительности цикла обработки партии деталей по формуле (35):

$$T_n = n \cdot \sum_{j=1}^m t_i - (n-1) \cdot \sum_{j=1}^m t_{mj} \quad (35)$$

$$T_n = 20 \cdot (6+1+2+1,5+4) - (20-1) \cdot (1+1+1,5+1,5) = 195 \text{ часов.}$$

**Ответ:** 195 часов.

## 6.5. Расчет длительности цикла сборки изделия

**Пример:** рассчитайте длительность цикла сборки изделия, состоящего из трех узлов, если длительность цикла генеральной (основной) сборки составляет 5 дней, длительность цикла сборки первого узла – 8 дней, второго – 9 дней и третьего – 7 дней.

**Решение:**

1. Определение длительности цикла генеральной сборки:  $T_{ц.г.сб} = 5$  дней (по условию задания).
2. Определение длительностей циклов сборки сборочной единицы:  $T_{ц.сб.ед.1} = 8$  дней,  $T_{ц.сб.ед.2} = 9$  дней,  $T_{ц.сб.ед.3} = 7$  дней (по условию задания).
3. Выбор максимального по длительности цикла сборки сборочной единицы по формуле (36):

$$T_{(ц.сб.ед.2)max} = 9 \text{ дней (по условию задачи).} \quad (36)$$

4. Расчет длительности цикла сборки по формуле (37):

$$T_{ц.сб.} = T_{ц.г.сб.} + T_{(ц.сб.ед.)max} \quad (37)$$

$$T_{ц.сб.} = 5 + 9 = 14 \text{ дней.}$$

**Ответ:** 14 дней.

## 6.6. Расчет длительности производственного цикла изделия

**Пример:** рассчитайте длительность производственного цикла изделия, если длительность изготовления отливок составляет 6 дней, длительность свободной ковки заготовок – 5 дней, длительность цикла механической обработки

деталей в цехе № 1 – 14 дней, а в цехе № 2 – 18 дней, длительность генеральной сборки – 5 дней, длительность сборки сборочной единицы № 1 – 8 дней, а сборочной единицы № 2 – 9 дней. Продолжительность межцеховых перерывов составляет 3 суток.

**Решение:**

1. Определение длительности цикла изготовления заготовки. Изготовление заготовок в данном случае состоит из двух операций (отливка и свободная ковка – по заданию). Длительность цикла изготовления заготовки определяется по ведущей операции, где продолжительность максимальная, т. е.  $T_{ц.заг} = T_{ц.литъя} = 6$  дней (по условию задания).

2. Определение цикла механической обработки: так как по условию задания ведущим подразделением является цех № 2, то  $T_{ц.мех} = 18$  дней.

3. Определение длительности цикла сборки: длительность цикла сборки складывается из длительности цикла генеральной сборки и максимальной длительности сборки сборочной единицы или узла:  $T_{ц.сб} = 5 + 9 = 14$  дней.

4. Определение длительности межцеховых перерывов:  $t_{мц} = 3$  дня (по условию задания).

5. Определение количества стадий в производстве: 1 – изготовление заготовок, 2 – механическая обработка, 3 – сборка ( $m = 3$ ).

6. Расчет длительности производственного цикла изделия по формуле (38):

$$T_{ц.изд} = T_{ц.изд} + T_{ц.изд} + T_{ц.изд} + (m - 1) \cdot t_{мц} \quad (38)$$

$$T_{ц.изд} = 6 + 18 + 14 + (3 - 1) \cdot 3 = 44 \text{ дня.}$$

**Ответ:** 44 дня.

## **Задачи для самостоятельного решения**

**Задача 1.** Рассчитайте длительность операции клепки, если нормативная трудоемкость клепки составляет 80 ч, длительность рабочей смены – 8 ч, коэффициент выполнения норм – 0,95; на операции клепки занято трое рабочих.

**Задача 2.** Рассчитайте длительность совокупного цикла механической обработки партии из 50 деталей при последовательном способе календарной организации процесса и следующих значениях плановой трудоемкости операций (в часах): токарная – 5, фрезерная – 1,5, сверлильная – 4, зенкерования – 4, шлифовальная – 7.

**Задача 3.** Рассчитайте длительность совокупного цикла механической обработки партии из 50 деталей при параллельном способе календарной организации процесса и следующих значениях плановой трудоемкости операций (в часах): фрезерная – 1,5, сверлильная – 4, токарная – 5, шлифовальная – 7.

**Задача 4.** Рассчитайте длительность совокупного цикла механической обработки партии из 50 деталей при последовательно-параллельном способе календарной организации процесса и следующих значениях плановой трудоемкости операций (в часах): фрезерная – 1,5, сверлильная – 4, токарная – 5, шлифовальная – 7.

**Задача 5.** Рассчитайте длительность цикла сборки изделия, состоящего из узлов, если длительность цикла генеральной сборки составляет 25 дней, а длительность сборки узлов составляет соответственно: первого узла – 12 дней, второго – 6 дней и третьего – 13 дней.

**Задача 6.** Рассчитайте длительность производственного цикла изделия, если длительность изготовления отливок составляет 16 дней, длительность свободной ковки заготовок – 15 дней, длительность цикла механической обработки деталей в цехе № 1 – 14 дней, в цехе № 2 – 18 дней, длительность генеральной сборки – 15 дней, длительность сборки сборочной единицы № 1 – 8 дней, а единицы № 2 – 9 дней. Продолжительность межцеховых перерывов составляет 3 суток.

## ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Дайте определение организации.
2. Производственные отношения. Производственные силы.
3. Функции организации производительных сил и производственных отношений.
4. Принципы эффективной организации производства.
5. Выбор технологического процесса.

## **Список использованных источников**

1. Экономика предприятия (фирмы): учебник / под ред. И.О. Волкова, О.В. Девяткина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Инфра-М, 2005. – 601 с. – (Высшее образование).
2. Экономика предприятия (организации): учебник / под ред. В.Я. Позднякова, О.В. Девяткина. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Инфра-М, 2011. – 640 с. – (Высшее образование).
3. *Ананьев Г.П.* Автоматизированные системы управления. Основные положения автоматизации управления: учебное пособие / Г.П. Ананьев, И.В. Арцимович. – М.: Издательство Российского университета дружбы народов, 1992. – 76 с.
4. *Винокур М.Е.* Организация производства и менеджмент: учебно-методический комплекс / М.Е. Винокур. – М.: Проспект, 2020. – 168 с.
5. *Фатхутдинов Р.А.* Организация производства: практикум / Р.А. Фатхутдинов, Л.А. Сивкова. – М.: Инфра-М, 2001. – 156 с.
6. Основы промышленного производства: практикум по выполнению практических и расчетных работ / сост.: Т.В. Корсакова, А.А. Федоров. – Ульяновск: Издательство Ульяновского государственного технического университета, 2016. – 84 с.
7. Организация производства и управление предприятием: учебник / О.Г. Туровец, М.И. Бухалков, В.Б. Родионов и др.; под ред. О.Г. Туровца. – М.: Инфра-М, 2002. – 528 с.
8. *Дмитрова В.М.* Сборник задач по курсу «Организация производства на предприятии» / В.М. Дмитрова. М.: Издательство Московского авиационного института, 2003.
9. РД 50-33-80. Методические указания. Определение уровня унификации и стандартизации изделий. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/471816579>.
10. *Смирнов А.А.* Тексты лекций по учебной дисциплине «Стандартизация изделий и технологических процессов» / А.А. Смирнов. – СПб., 2016. – 61 с.

11. Цикл управления производством. Производственный цикл: методические рекомендации к практическим занятиям и самостоятельной внеаудиторной работы для студентов всех направлений подготовки / сост.: И.Н. Родионова, И.А. Томакова. – Курск: Издательство Юго-Западного государственного университета, 2018. – 17 с.

12. Организация, нормирование и оплата труда на предприятии: краткий курс лекций для бакалавров направления подготовки 38.03.02 «Менеджмент» / сост. А.В. Наянов. – Саратов: Издательство Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова, 2016. – 125 с.

13. Технология и организация производства продукции и услуг: краткий курс лекций для обучающихся 3 курса направления подготовки 27.04.02 «Управление качеством» / сост. О.А. Голубенко. – Саратов: Издательство Саратовского государственного аграрного университета имени Н.И. Вавилова, 2018. – 56 с.

*Учебное издание*

**Хамидуллина** Гульнара Рафкатовна  
**Тевелева** Александра Львовна  
**Фахреева** Диляра Рамилевна  
**Заппаров** Булат Айратович  
**Фейфер** Раиса Леонидовна

## **ЖИЗНЕНДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Методические указания для решения задач**

Корректор  
*P.P. Аубакиров*

Компьютерная верстка  
*A.I. Галиуллина*

Дизайн обложки  
*P.M. Абдрахманова*

Подписано в печать 25.12.2023.  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman».  
Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 1,56. Тираж 100 экз. Заказ 14/1.

Отпечатано в типографии  
Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37  
тел. (843) 206-52-14 (1704), 206-52-14 (1705)