

**УЧЕБНИК**  
ДЛЯ ВУЗОВ

**ПИТЕР®**

**СТАНДАРТ ТРЕТЬЕГО ПОКОЛЕНИЯ**



С. Э. Пивоваров И. А. Максимцев И. Н. Рогова Е. С. Хутиева

# Операционный МЕНЕДЖМЕНТ



Управление качеством ■

Формирование операционной  
системы предприятия ■

Управление исходными ресурсами ■

**ДЛЯ  
БАКАЛАВРОВ**

**РЕКОМЕНДОВАНО  
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИМ ОБЪЕДИНЕНИЕМ**

ББК 65.290-21я7  
УДК 658.1(075)  
О-60

*Рецензенты:*

проректор по научной работе СПбГУЭФ,  
доктор экономических наук, профессор *А. Е. Карлик*;  
проректор по научной работе Международного банковского института,  
доктор экономических наук, профессор *В. В. Изранцев*.

**Пивоваров С. Э., Максимцев И. А., Рогова И. Н., Хутиева Е. С.**

О-60 Операционный менеджмент: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения. — СПб.: Питер, 2011. — 544 с.: ил. — (Серия «Учебник для вузов»).

ISBN 978-5-49807-750-5

В учебнике излагаются теоретические и практические вопросы операционного менеджмента. Подробно рассмотрены такие вопросы, как исторические аспекты и перспективы развития операционного менеджмента, планирование операционной системы и производственных мощностей организации, моделирование и прогнозирование спроса, формирование операционной системы предприятия и многие другие.

Учебник подготовлен в соответствии с новыми образовательными стандартами третьего поколения и предназначен для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент», аспирантов, специалистов в области управления, а также для всех желающих повысить свою квалификацию на уровне операционного управления в проектной среде, производственной и обслуживающей сферах.

Допущено Советом учебно-методического объединения по образованию в области менеджмента в качестве учебника по направлению «Менеджмент».

ББК 65.290-21я7  
УДК 658.1(075)

Все права защищены. Никакая часть данной книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме без письменного разрешения владельцев авторских прав.

ISBN 978-5-49807-750-5

© ООО Издательство «Питер», 2011

# Оглавление

Предисловие .....	9
<b>Часть I. Введение в операционный менеджмент</b>	
<b>Глава 1. Основы операционного менеджмента .....</b>	<b>10</b>
1.1. Исторические аспекты и перспективы развития операционного менеджмента .....	10
1.2. Функции организаций .....	24
1.3. Различия между промышленными предприятиями и организациями сферы обслуживания .....	27
1.4. Классификация операций .....	32
1.5. Квалификация и обязанности менеджеров по организации производственных операций .....	35
Резюме .....	36
Ключевые термины .....	37
Контрольные вопросы .....	38
Кейс-стади .....	38
Литература .....	40
<b>Глава 2. Планирование операционной системы и производственных мощностей организации .....</b>	<b>42</b>
2.1. Связь операционной деятельности и стратегического менеджмента .....	43
2.2. Бизнес-планирование .....	47
2.3. Производственный план .....	53
2.4. Агрегированное планирование: обеспечение мощностей для выполнения производственного плана .....	55
2.5. Главный календарный план .....	65
2.6. Черновое планирование загрузки производственных мощностей .....	68
Резюме .....	73
Ключевые термины .....	74
Контрольные вопросы .....	75
Кейс-стади .....	76
Литература .....	83
<b>Часть II. Планирование и управление процессом производства товаров и предоставления услуг</b>	
<b>Глава 3. Прогнозирование спроса .....</b>	<b>85</b>
3.1. Цели прогнозирования спроса .....	86
3.2. Факторы, оказывающие влияние на уровень спроса .....	88
3.3. Срок действия прогнозов и периодичность их обновления .....	91
3.4. Модели и методы прогнозирования .....	95
3.5. Качественные методы прогнозирования .....	96
3.6. Количественные методы прогнозирования .....	100
3.7. Применение различных прогнозных моделей .....	108
3.8. Показатели точности прогноза .....	120

3.9. Использование вычислительной техники для решения задач прогнозирования .....	123
3.10. Мониторинг и контроль прогнозов .....	124
Резюме .....	126
Ключевые термины .....	128
Контрольные вопросы .....	128
Упражнения с использованием сети Интернет .....	129
Литература .....	129
<b>Глава 4. Календарное планирование в управлении производством .....</b>	<b>132</b>
4.1. Использование информационных систем в планировании и управлении производством .....	132
4.2. Календарное планирование и управление на предприятиях серийного производства .....	138
4.3. Календарное планирование и управление в организациях единичного и мелкосерийного производства продукции .....	141
4.4. Прямое и обратное календарное планирование .....	142
4.5. Управление производственной деятельностью .....	144
Резюме .....	150
Ключевые термины .....	151
Контрольные вопросы .....	152
Кейс-стади .....	152
Литература .....	158
<b>Глава 5. Календарное планирование сервисных организаций .....</b>	<b>159</b>
5.1. Особенности управления и планирования сервисной организацией .....	159
5.2. Особенности управления системой предоставления услуг .....	164
5.3. Стратегии воздействия на закономерности формирования спроса .....	170
5.4. Стратегии преодоления проблем, обусловленных неоднородностью спроса .....	171
5.5. Анализ системы массового обслуживания .....	174
Резюме .....	183
Ключевые термины .....	185
Контрольные вопросы .....	185
Упражнения с использованием сети Интернет .....	186
Литература .....	186
<b>Глава 6. Календарное планирование и управление проектами .....</b>	<b>190</b>
6.1. Управление проектами .....	190
6.2. Сетевые методы календарного планирования .....	195
6.3. Последовательность операций .....	198
6.4. Календарное планирование .....	201
6.5. Перераспределение и регулирование ресурсов .....	204
6.6. PERT: использование вероятностных оценок продолжительности выполнения операций .....	205
6.7. Мониторинг проектов с использованием сетевых методов .....	208
6.8. Использование программного обеспечения в управлении проектами .....	209
Резюме .....	211
Ключевые термины .....	213
Контрольные вопросы .....	213

Упражнения с использованием сети Интернет .....	214
Литература .....	214
<b>Глава 7. Моделирование .....</b>	<b>218</b>
7.1. Определение моделирования .....	218
7.2. Процесс моделирования .....	220
7.3. Преимущества моделирования .....	221
7.4. Недостатки моделирования и меры предосторожности, которых следует придерживаться при построении моделей .....	222
7.5. Методология моделирования .....	223
7.6. Метод Монте-Карло .....	226
Резюме .....	230
Ключевые термины .....	231
Контрольные вопросы .....	231
Литература .....	231
<b>Часть III. Формирование операционной системы предприятия</b>	
<b>Глава 8. Расположение промышленных и сервисных организаций .....</b>	<b>234</b>
8.1. Определение размера и мощности организации .....	234
8.2. Требования к расположению организаций .....	237
8.3. Методы оценки местоположения предприятий .....	244
Резюме .....	253
Ключевые термины .....	253
Контрольные вопросы .....	254
Кейс-стади .....	254
Литература .....	255
<b>Глава 9. Размещение производственных мощностей как основа производства товаров и предоставления услуг .....</b>	<b>256</b>
9.1. Планировка офисов .....	256
9.2. Способы размещения производственных мощностей .....	263
9.3. Факторы, оказывающие влияние на размещение производственных мощностей .....	275
9.4. Потенциальные возможности повышения производительности .....	279
9.5. Особенности размещения оборудования и рабочих зон .....	280
Резюме .....	281
Ключевые термины .....	282
Контрольные вопросы .....	283
Кейс-стади .....	283
Литература .....	288
<b>Глава 10. Выбор технологий как основа конкурентного преимущества компании .....</b>	<b>289</b>
10.1. Три сферы, в которых внедрение новых технологий приносит максимальную выгоду .....	290
10.2. Совершенствование организационной структуры предприятия .....	291
10.3. Влияние информационных технологий на деятельность компаний и на жизнь людей .....	295
10.4. Практическое применение новых технологий в некоторых компаниях ...	298

10.5. Искусственный интеллект .....	301
10.6. Автоматизированные средства проектирования .....	304
10.7. Автоматизированное производство процессов .....	306
10.8. Гибкие производственные системы .....	308
10.9. Комплексное автоматизированное производство .....	311
10.10. Тенденции технического прогресса .....	314
Резюме .....	315
Ключевые термины .....	316
Контрольные вопросы .....	317
Упражнения с использованием сети Интернет .....	318
Литература .....	318

## **Часть IV. Управление исходными ресурсами**

<b>Глава 11. Управление цепочкой снабжения и материальным потоком .....</b>	<b>320</b>
11.1. Значение, цель и задачи управления цепочкой снабжения в процессе создания ценностей для потребителей .....	321
11.2. Анализ целесообразности собственного производства или закупки изделий у поставщиков .....	323
11.3. Особенности работы с поставщиками .....	329
11.4. Системы управления производственными запасами в организации .....	343
Резюме .....	344
Ключевые термины .....	345
Контрольные вопросы .....	345
Кейс-стади .....	346
Литература .....	349
<b>Глава 12. Управление материальными запасами при независимом спросе .....</b>	<b>351</b>
12.1. Управление затратами на хранение материальных запасов .....	351
12.2. Однопериодная модель управления запасами .....	353
12.3. Многопериодные модели управления запасами .....	354
12.4. Управленческие системы учета и контроля .....	367
12.5. Ценностно-ориентированное управление материальными запасами .....	371
Резюме .....	378
Ключевые термины .....	379
Контрольные вопросы .....	380
Кейс-стади .....	380
Литература .....	386
<b>Глава 13. Управление материальными запасами при зависимом спросе .....</b>	<b>387</b>
13.1. Обзор особенностей работы системы MRP .....	389
13.2. Обзор особенностей работы систем «точно в срок» .....	394
Резюме .....	403
Ключевые термины .....	404
Контрольные вопросы .....	405
Кейс-стади .....	405
Литература .....	408
<b>Глава 14. Организация и оплата труда .....</b>	<b>410</b>
14.1. Внутренние и внешние вознаграждения .....	410

14.2. Планирование трудового процесса и распределение трудовых обязанностей .....	411
14.3. Роль планирования трудового процесса .....	413
14.4. Множественные цели планирования трудового процесса .....	413
14.5. Некоторые подходы к организации труда .....	416
14.6. Модель распределения трудовых обязанностей на базе характеристик работы .....	417
14.7. В каких случаях используются технические средства .....	423
14.8. Экономия трудовых движений и эффективность труда .....	426
14.9. Человеческий фактор и эргономика .....	429
14.10. Разработка методов оплаты труда .....	430
Резюме .....	436
Ключевые термины .....	436
Упражнения с использованием сети Интернет .....	437
Литература .....	438

## **Глава 15. Нормирование труда и нормативы времени .....** 439

15.1. Нормирование труда и нормативы времени .....	439
15.2. Методы нормирования труда .....	440
15.3. Микроэлементы системы нормирования .....	447
15.4. Автохронометраж рабочих заданий .....	450
Резюме .....	451
Ключевые термины .....	452
Контрольные вопросы .....	452
Литература .....	452

## **Часть V. Управление качеством**

### **Глава 16. Статистический контроль качества .....** 457

16.1. Качество в системе производственного менеджмента .....	457
16.2. Планирование уровня качества .....	459
16.3. Роль статистического контроля качества .....	461
16.4. Некоторые аспекты статистического контроля процессов .....	463
16.5. Основания для использования выборочного контроля .....	465
16.6. Статистический контроль процессов .....	466
16.7. Выборочный приемочный контроль .....	477
Резюме .....	484
Ключевые термины .....	485
Контрольные вопросы .....	486
Упражнения с использованием сети Интернет .....	486
Литература .....	487

### **Глава 17. Всеобщее управление качеством .....** 488

17.1. Этапы развития менеджмента качества и его роль в организации .....	488
17.2. Лидерство .....	495
17.3. Сбор и обработка информации .....	499
17.4. Стратегическое планирование .....	501
17.5. Концентрация усилий на удовлетворении запросов потребителей и требований рынка .....	502
17.6. Управление процессами .....	504

17.7. Роль технологии в процессе проектирования новых изделий и использовании результатов этого процесса .....	508
17.8. Стабильность и целенаправленность деятельности компании .....	511
17.9. Результаты деятельности компании .....	512
Резюме .....	513
Ключевые термины .....	515
Контрольные вопросы .....	516
Упражнения с использованием сети Интернет .....	516
Литература .....	517
<b>Глава 18. Об устойчивой конкурентоспособности .....</b>	<b>518</b>
18.1. Усовершенствование и обновление как основа непрерывного улучшения работы компании .....	518
18.2. Подходы к непрерывному совершенствованию .....	519
18.3. Общие принципы совершенствования работы компании .....	522
18.4. Методы повышения эффективности работы компании .....	523
18.5. Реинжиниринг бизнес-процессов .....	528
18.6. Некоторые функции, повышающие конкурентоспособность компании .....	531
Резюме .....	536
Ключевые термины .....	538
Контрольные вопросы .....	538
Упражнения с использованием сети Интернет .....	539
Литература .....	539

# Предисловие

Операционный менеджмент изучает деятельность по разработке, использованию и модернизации бизнес-процессов, направленных на производство всех видов продукции и оказание различных видов услуг.

Основу производства составляют эффективность и успешность управления операциями, которые по своей сути рассматриваются как любой вид человеческой деятельности, связанный с переработкой ресурсов в готовую продукцию, или оказание различных услуг.

Операционная деятельность конкретно формулирует порядок реализации любых функций организации, фокусирует внимание на содержании и последовательности целенаправленных действий, связанных с производством конкретных продуктов или оказанием конкретных услуг. Эти задачи напрямую реализуются линейными менеджерами: мастерами участков, функциональными менеджерами отделов, включая менеджеров по продажам, по отдельным функциям финансовой деятельности, по операционному планированию и др.

Операционный менеджмент компании выполняет жизненно важную роль в деле успешной реализации стратегических планов, а также всей текущей деятельности. На операционную деятельность возложена вся ответственность за функцию выпуска товаров и предоставления услуг. В целях обеспечения реализации этой функции работает большинство рабочих и служащих каждой компании. От выполнения операционной функции напрямую зависит качество выпускаемой продукции и, следовательно, вся внешняя видимая сторона деятельности компании, с которой имеют дело потребители ее продукции.

Эта деятельность становится особенно важной в современных условиях обострения конкурентной борьбы между компаниями, регионами и странами, тяжелых глобальных кризисов и необходимости модернизации национальных экономик. В силу перечисленных причин выход учебника по операционному менеджменту считаем абсолютно своевременным.

Предлагаемая книга состоит из пяти частей и восемнадцати глав, в которых авторы стремились изложить важные вопросы, связанные с основами операционного менеджмента, планированием и управлением производством товаров и услуг, формированием операционной системы предприятия, управлением исходными ресурсами, управлением качеством, созданием устойчивой конкурентоспособности, и многие другие.

Курс операционного менеджмента обеспечивает студентов возможностью получения базовых знаний, относящихся к области промышленного производства, а также к сфере обслуживания. Менеджеры компаний, ориентированных на успешную деятельность, должны свободно владеть инструментами эффективного совершенствования внутренних и внешних аспектов ведения бизнеса и повышения качества продукции.

Данная книга является первым российским учебником по дисциплине «Операционный менеджмент».

Учебник написан авторским коллективом кафедры международного менеджмента Санкт-Петербургского государственного университета экономики и финансов в составе:

- С. Э. Пивоваров — д. э. н., профессор, заслуженный деятель науки (общая редакция, гл. 1–4, 10, 14, 15, 18);
- И. А. Максимцев — д. э. н., профессор (гл. 2, 5, 6, 9, 11, 17);
- И. Н. Рогова — к. э. н., доцент (гл. 1, 2, 4, 8, 9, 11–13);
- Е. Н. Хутиева — к. э. н., доцент (гл. 3, 5–7, 10, 14–18).

# Часть I

# ВВЕДЕНИЕ В ОПЕРАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ

## ГЛАВА 1

### Основы операционного менеджмента

#### 1.1. Исторические аспекты и перспективы развития операционного менеджмента

**Операционный менеджмент** представляет собой деятельность по разработке, использованию и усовершенствованию бизнес-процессов, направленных на производство основных видов продукции и услуг.

Основу производства составляют эффективность и рациональность организации управления операциями, являющимися ключевыми для сотрудников и клиентов организации. **Операции** рассматриваются как любой вид человеческой деятельности, связанный с переработкой ресурсов в продукцию и услуги.

В современной высококонкурентной среде организации способны максимизировать свои доходы только при условии достижения целей клиентов. Самые доходные из современных организаций осуществляют это путем вовлечения своих клиентов в процессы собственного производства. Но это происходит не напрямую, поскольку потребители конечной продукции командуют производственными процессами не сами, а опосредованно, через различные информационные каналы и системы обратной связи (примером этому служат действия таких организаций, как *Microsoft*, *Wal-Mart*). Действия по достижению целей клиентов и организаций становятся интегрированными и взаимодополняющими, составляя основу операционного менеджмента как обучающейся инновационной системы управления организацией.

Система управления операциями неразрывно связана с другими организационными системами и средой функционирования в целом, которая, в свою очередь,

может воздействовать на деятельность двояко — непосредственно определяя функции организации и опосредованно, воздействуя на факторы прямого влияния. При этом каждый из видов взаимодействий со средой формирует свои виды операций, имеющие определенный характер.

1. Стратегический — определяет способы производства продукции и услуг, территориальное размещение офисных и производственных помещений, производственных мощностей, разработку схем расположения оборудования, комплексную подготовку производства и персонала.
2. Tактический — предопределяет количество ресурсов, необходимых для заданного производства товаров и услуг, потребность в них, планы и графики вовлечения внешних ресурсов в процессы производства.
3. Оперативный — связан с планированием и управлением операциями, а также с определением ответственных за каждый участок работ, в том числе за управление операционными системами «точно в срок», управление операциями по техническому обслуживанию производственных мощностей.

Операционная деятельность конкретизирует реализацию любых функций организации, концентрирует внимание на содержании и последовательности целенаправленных действий, связанных с производством конкретного продукта или оказанием услуги.

Задача операционного менеджмента напрямую реализуется менеджерами первой линии, т. е. мастерами участков, функциональными менеджерами отделов (менеджерами по продажам, по отдельным функциям финансовой деятельности, по операционному планированию).

Как видно из рис. 1.1, уровни сред операционной деятельности на ступень ниже сред организации. Ее внешняя среда ограничивается задачами бизнес-единиц крупной организации — получением необходимых ресурсов и изготовлением продукции. Но в отличие от схем, характеризующих деятельность организации



Рис. 1.1. Операционная деятельность в системе управления организацией

в целом, операционная деятельность связана с предельной детализацией по содержанию и по времени каждой функции организации и даже составной части этой функции.

Например, перед мастером участка станков с программным управлением мы ставим следующие задачи.

- Обеспечить изготовление определенного количества стандартизированных заготовок со средней заданной себестоимостью (или внутрицеховой ценой).
- Обеспечить четкую организацию производственного процесса, переналадку оборудования и доставку материалов. Время простоев не должно превышать 5% общего рабочего времени.
- Обеспечить нормативно высокое качество продукции, при этом доля забракованных изделий не должна превышать 1,5%.
- Четко контролировать выполнение планов-графиков работы по времени всеми исполнителями. Быть внимательным к жалобам и замечаниям рабочих. Ответы на жалобы с учетом их сложности давать в течение одной или двух смен.

Менеджеру по сбыту продукции вменяется в обязанность:

- в режиме высокой оперативности обслуживать запросы покупателей. Ответы на запросы давать, при наличии необходимой информации, в пределах двух часов;
- обеспечивать объем реализации установленной номенклатуры продукции в строго определенном количестве, по заранее определенной (продажной цене) на фиксированную сумму;
- распределять общее установленное задание по реализации среди своих торговых агентов, обеспечивать контроль выполнения и соблюдения следующих правил:
  - ◆ посещение одного покупателя в день;
  - ◆ осуществление контакта с крупными покупателями не реже одного раза в месяц (декаду);
  - ◆ осуществление контактов с другими покупателями — не реже двух раз в декаду.

Финансовый менеджер по работе с дебиторами обязан:

- выставлять счета к оплате в течение трех дней после заключения сделки;
- проводить проверку кредитоспособности новых покупателей в течение одного рабочего дня;
- следить за недопущением задержек оплаты счетов более чем на 2 недели;
- связываться с покупателями, не доплатившими счета, раз в неделю;
- предоставлять своему прямому руководителю оперативную информацию по состоянию платежей вверенного участка деятельности раз в декаду.

Бесперебойному функционированию организации в целом способствует наличие таких систем, как:

- управляющая система (которая проводит целенаправленное, планомерное воздействие на ресурсы организации, включая субъект управления или менеджера организации);
- управляемая система (которая поддается целенаправленному, планомерному воздействию, включает объекты управления, а именно ресурсы — персонал, финансы, производство, информацию и нематериальные активы организации).

Система управления воздействует на объекты (ресурсы) посредством операционных технологий — видов деятельности, через которые происходит управление преобразованием ресурсов в продукцию и услуги.

Ресурсы играют первостепенную роль при выборе операционного воздействия, поскольку каждый из них оказывает влияние на конкурентоспособность организации в целом. В международной практике [10, 11] операционные ресурсы получили название «пять П».

1. Персонал (*people*).
2. Предприятия (подразделения) (*plants*).
3. Полуфабрикаты, материалы, комплектующие (*parts*).
4. Процессы (*processes*).
5. Плановая и управленческая система (*planning and control systems*).

Практика последних лет свидетельствует, что необходимо пополнить этот список такими важными для производства ресурсами, как финансы, информация и нематериальные активы организации (например, репутация, имидж организации и т. п.).

В системе управления организацией ресурсы попадают под воздействие процесса управления, включающего ряд последовательных этапов.

1. Этап входа в систему — входными элементами для организации являются следующие ресурсы: информация (нематериальные активы и коммуникации), персонал, финансы, производство (в том числе материальные ресурсы, средства и предметы труда). При этом воздействием на вход в систему служит распоряжение руководителя, указание вышестоящей организации, законодательный акт и т. п.
2. Вторым этапом является производственные функции — в ходе их выполнения ресурсы преобразуются в продукцию и услуги, т. е. осуществляется организация производства (или, как ее еще называют, операционная система организации). Она состоит из подсистем переработки и обеспечения. Именно в перерабатывающей подсистеме выполняются операции, непосредственно связанные с превращением входных величин в выходные результаты (например, при производстве продукции — заготовительные, сборочные и другие операции; при производстве услуг — консультирование, продажа автомобилей, изготовление пищи и напитков). Система обеспечения не связана напрямую с производством товаров и услуг, однако выполняет операции, без которых перерабатывающая подсистема не смогла бы функционировать (складирование, ремонт, уборка помещений и т. п.).

3. Третий этап заключается в формировании обратной связи, которая позволяет оптимизировать процесс производства. Обратная связь должна осуществляться как с внутренней, так и с внешней средой, поскольку отзывы внешней среды влияют на формирование себестоимости производимой продукции, корректировки объемов и номенклатуры производства. Обратная же связь с внутренней средой позволяет корректировать параметры используемых ресурсов в организации (квалификацию персонала, объемы финансовых и материальных ресурсов, применяемых в организации, задействованные производственные ресурсы, развитие информационных каналов в организации и т. п.). Обратная связь осуществляется через выполнение функций планирования и контроля. Планирование подразумевает выбор целей и определение путей их реализации, составление необходимых производственных документов (планов, графиков и т. п.). Контроль — постоянный мониторинг за предпринимаемыми действиями и внесение необходимых корректировок в производство.
4. Четвертым этапом является выход результатов производственного процесса во внешнюю среду к потребителям. Результатами процесса управления операциями является достижение поставленных организацией целей, продукции, которая состоит из материальной составляющей (товар) и нематериальной (услуга).

Процесс управления операциями определяется функциями (рис. 1.2).

Характер процесса производства определяет тип перерабатывающей системы, которая может быть:

- единичной системой (проектной), характеризующейся уникальностью конечной продукции, длительностью процесса производства, вовлеченностью всех ресурсов в производство единичной продукции или услуги в конкретный период (например, процесс изготовления уникального изделия, такого как космический корабль, атомный ледокол и т. п.);
- системой серийного производства, в которой отдельные производственные участки и цеха специализируются на выполнении различных операций, тех-

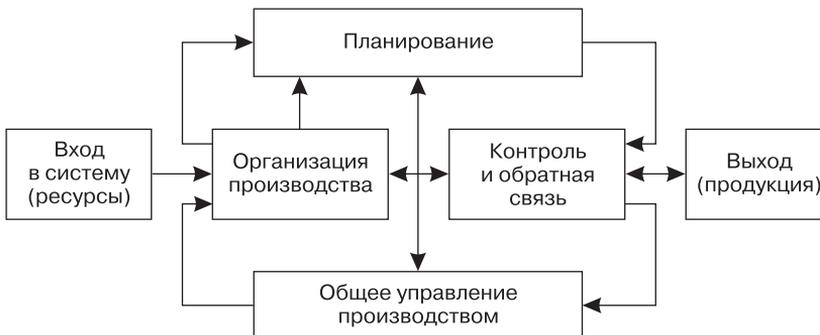


Рис. 1.2. Процесс управления операциями

нологические маршруты изготавливаемых товаров и услуг варьируют, изделия проходят через систему единицами или небольшими группами, ресурсы могут перераспределяться по направлениям (например, изготовление датированных органайзеров или ежедневников на год, изготовление книг и периодических номеров журналов, автомобилей);

- системой массово-поточного производства, характеризующейся большими объемами однообразной продукции и услуг, которые проходят через нее достаточно быстро, и производственные ресурсы упорядочены в определенной последовательности, образуя поточную линию по всей системе (например, изготовление зубочисток, спичек);
- системой с непрерывным процессом производства, характеризующейся значительными объемами однородной продукции; поступающие в нее ресурсы непрерывным потоком проходят через нее, остановка системы может привести к значительным затратам по восстановлению производственного процесса и к снижению качества производимой продукции (например, производство эмалированного кафеля, сталелитейное производство).

Особенность системы обеспечения заключается в том, что в зависимости от специфики производства она может принадлежать и к перерабатывающей системе. Так, для производственных организаций служба бухгалтерского учета относится к системе обеспечения, а для организаций, осуществляющих аутсорсинговые услуги, — к перерабатывающей подсистеме.

При изучении процесса управления операциями немаловажным является установление обратной связи с внешними факторами, воздействующими на организацию, и прежде всего с рынком, на котором реализуются продукция и услуги организации. Обратная связь осуществляется путем обработки информации, поступающей как из внешней, так и из внутренней среды. Поступающая в систему планирования и контроля информация проходит в ней многоступенчатую обработку. Вначале анализ полученных данных позволяет построить планы работы, определив их объемы, а также необходимые ресурсы для их выполнения. В дальнейшем информация в виде планов поступает в перерабатывающую систему и систему обеспечения. Сопоставление выполненных работ с запланированными происходит в подсистеме контроля, которая неотделима от подсистемы планирования, поскольку именно по результатам контроля в организациях постоянно корректируются планы-графики выполняемых операций.

Процесс преобразования исходных ресурсов очень сложен, поскольку для каждого типа организаций существует свой собственный набор исходных ресурсов, преобразующих операции, и получаемой в результате готовой продукции. В некоторых организациях они поддаются идентификации, в других — нет. Так, для пекарни исходными ресурсами для выпечки хлебобулочных изделий являются: мука, сахар, яйца, вода, пряности, ароматические и вкусовые добавки, производственные помещения и оборудование, энергоресурсы и квалифицированный труд. Процесс преобразования ресурсов включает процедуры смешивания продуктов, собственно выпечки и глазировки изделий. Конечным результатом выполнения операций являются различные хлебобулочные изделия, представляющие ценность для потребителя.

Но в некоторых случаях исходные ресурсы не поддаются простой идентификации. В системе университетского образования основными компонентами исходных ресурсов являются книги, научные статьи, видеозаписи, компакт-диски, знания преподавателей, способности студентов. Поскольку производство в данном случае касается абстрактных действий (приобретение знаний, получение новых навыков и способностей), наблюдать за процессом преобразования указанных ресурсов весьма сложно. При этом преобразующие процессы коренным образом изменяют исходные ресурсы, формируя новые знания, подходы.

Рассматривая **исторические аспекты** операционного менеджмента, приходим к выводу, что это достаточно новая наука, значимость которой преувеличить невозможно.

В настоящее время существует множество классификаций научных школ в управлении организациями. Нас интересует прежде всего классификация с позиции определения конкурентных преимуществ и источников добавленной стоимости в производстве — от капитала и рабочей силы до интеллектуальных систем. Представим условную классификацию в табл. 1.1.

**Таблица 1.1.** Эволюция управленческих перспектив и возможностей

Период	Конкурентные преимущества	Концепции	Критерии оценки	Методы и инструменты	Источники добавленной стоимости	Авторство
До 1910 г.	Издержки	Разделение труда	Уровень эффективности	Наблюдение и эксперимент	Капитал, мускульная сила	А. Смит
		Стандартизация производства		Анализ времени выполнения операций		Э. Уитни
1910–1930 гг.	Ценовая политика	Принципы научной организации управления	Уровень продаж	Анализ рабочего времени, хронометраж	Рабочая сила	Фредерик У. Тэйлор
		Промышленная психология		Изучение трудовых движений		Фрэнк и Ли-лиан Гилбреты
		Конвейерное производство		График результатов производства		Г. Гантт и Г. Форд
		Определение размера партии		Экономический размер заказа (EOQ)		Ф. У. Харрис
1930–1950 гг.	Передовые технологии	Контроль качества	Объемы производства	Выборочная проверка качества и статистические таблицы контроля качества	Локальные рабочие группы	У. Шьюхарт, Х. Ф. Додж, Х. Г. Роминг
		Исследования рабочей мотивации в Хоторне		Выборочное изучение рабочих заданий		Э. Мэйо, Л. Х. С. Типпет
		Междисциплинарные подходы к сложным системным проблемам		Симплексный метод и линейное программирование		Группы исследователей операций, Дж. Б. Данциг

Период	Конкурентные преимущества	Концепции	Критерии оценки	Методы и инструменты	Источники добавленной стоимости	Авторство
1950–1980 гг.	Разнообразие производства	Крупномасштабные разработки методов исследования операций	Маркетинговые стратегии	Моделирование производственной деятельности, теория очередей, теория принятия решений, CRM, PERT	Информационные системы	Многие исследователи США и Западной Европы
		Широкое использование в бизнесе компьютерных технологий		Графики закупок, управление запасами, прогнозирование, управление проектами, MRP		Джозеф Орлики, О. Уайт, фирмы-производители компьютерной техники
1980–1990 гг.	Качество	Качество и производительность услуг	Непрерывные улучшения	Массовое производство в сфере обслуживания	Рабочие группы, локальные информационные системы	Рестораны <i>McDonald's</i>
1990–1995 гг.	Скорость поставок	Модель производственной стратегии	Время и скорость реакции	Производство как средство конкурентной борьбы	Системы снабжения	Факультет Гарвардской бизнес-школы
1995–2000 гг.	Гибкость	JIT, TQC, автоматизация производства	Масштаб хозяйствования/интеграция	Канбан, Poka-yokes, CIM, FMS, CAD/CAM	Анализ процессов и развитие международных отношений, внедрение ИТ в производство	Тойичи Оно, Дж. М. Юран, исследователи в различных инженерных отраслях (США, Германия, Япония)
		Синхронное производство		Анализ критических ситуаций, OPT, теория ограничений		Эляху М. Голдрат
		Всеобщее управление качеством		Премия Болриджа, ISO, совместное проектирование		Американское общество контроля качества (ASQC), Национальный институт стандартов и технологий (NIST), Международная организация стандартизации (IOS)

Таблица 1.1. Продолжение

Период	Конкурентные преимущества	Концепции	Критерии оценки	Методы и инструменты	Источники добавленной стоимости	Авторство
2000-е гг. и далее	Фабрика знаний	Обоснование бизнес-процесса	Массовая идентификация, накопленные опыта и знаний	Модели радикальных изменений	Интеллектуальные системы, практическое обобществление	М. Хаммер, крупные консалтинговые фирмы
		Электронные предприятия		Internet		Правительство США, корпорации <i>Microsoft</i> , <i>Netscape</i> , <i>Communic</i>
		Управление цепью снабжения		SAP, программное обеспечение типа клиент/сервер		SAP (Германия), <i>Oracle</i> (США)

Традиционный взгляд на управление организациями начал формироваться в XVIII в. с рассмотрения Адамом Смитом (июнь 1723–17.07.1790) экономических преимуществ специализации труда путем разделения производственного процесса на ряд мелких операций, каждая из которых выполнялась отдельными работниками, повышая мастерство и эффективность их труда. Основной характеристикой производственных процессов того времени были низкое качество, незначительные объемы производимой продукции, ее малая вариация, сосредоточение производства в небольших кустарных мастерских, тяжелые условия труда, большая продолжительность рабочего дня (свыше 10 ч), привлечение детского труда. Все это было связано с низким уровнем образования работников, поэтому разбиение на простые операции позволяло путем прямого наблюдения и повторения за мастером выполнять производственные задания подмастерьям.

В своей книге «Исследование о природе и причинах богатства народов» («An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations», Adam Smith, 1776) Адам Смит выделял следующие причины преимущества разделения труда перед иными способами производства того времени:

- позволяет ограничить диапазон выполняемых операций одним работником, что дает ему явные возможности по совершенствованию трудовых навыков;
- экономит время при переходе от одних операций к другим, выполняемым работником;
- соответствующие специалисты получили реальную возможность разрабатывать соответствующие технические устройства в помощь работникам, т. е. Адам Смит подчеркивал необходимость механизации труда.

Но даже в столь прогрессивной экономической теории Адам Смит не учитывал необходимость замены производимых компонентов в будущем, а их производство связывал с конкретным изделием. Лишь спустя 20 лет в 1798 г. Эли Уитни (Eli

Whitney (08.12.1765–08.01.1825)) разработал принцип взаимозаменяемости деталей на сборке и довел его до промышленного применения в производстве огнестрельного оружия. По его примеру производители самой разнообразной продукции стали выпускать изделия, состоящие из стандартных деталей. Это позволило повышать квалификацию работников, занятых в специализированном производстве, на собственном рабочем месте без отвлечения на изготовление комплектующих.

Теории А. Смита и Э. Уитни послужили толчком к промышленной революции, в основе которой лежало укрупнение производства (переход от небольших мастерских к крупным заводам), требующее формализованных и сложных методов управления.

Передовой страной, использовавшей современные для того времени концепции, были Соединенные Штаты Америки. Сложившиеся экономические, политические, социальные и сырьевые условия были благоприятны для развития и распространения промышленного производства, а наличие капитала позволяло производить крупные инвестиции. В результате развития и территориального распространения промышленного производства практически каждый трудоспособный человек получал работу. Всеобщая занятость повышала рост уровня доходов, который, в свою очередь, повлек за собой повышение уровня потребления продукции и услуг, что сказалось на увеличении производства разнообразных товаров.

К сожалению, после разработки указанных теорий практически в течение ста лет не проводилось исследований в области управления производством. Лишь в 1886 г. Генри Р. Тайн (**Henry R. Towne (28.08.1844–15.10.1924)**) представил Американскому обществу инженеров-механиков (*ASME – american society of mechanical engineers*) свой труд – «Выполнение инженером функций экономиста» («Engineer as Economist»), пробудив им интерес к вопросам управления производственными процессами. «Дело управления промышленным предприятием, – писал он, – имеет такое же значение, как и инженерное дело».

Эра научного менеджмента связана с именем члена *ASME* – **Фредерика У. Тейлора (Frederic W. Taylor (20.03.1856–21.03.1915))**. В своих работах Ф. Тейлор пользовался аналитическим методом и придавал большое значение нормированию повторяющихся операций и повышению эффективности труда. В полной мере используя идею, предложенную Э. Уитни, основанную на взаимозаменяемости деталей и повторяемости операций, Ф. Тейлор скрупулезно изучал методы работы с целью поиска лучшего способа выполнения каждой операции. В 1906 г. он опубликовал статью «Искусство обработки металлов» («On the art of cutting metals»), в которой сформулировал основные функции менеджмента:

- внедрение научно обоснованных методов управления каждым участником производственного процесса, позволяющих заменить старые эмпирические методы;
- правильный подбор работников с заранее заданными навыками на каждый участок производственного процесса, обеспечение обучения и повышения уровня квалификации работников;
- распределение труда между менеджерами и рабочими;

- формирование оптимальных отношений между руководителями и рабочими, занятыми в процессе производства, и сдельная оплата труда работникам;
- нормирование труда рабочих по количественным и временным характеристикам.

Ф. Тейлор впервые на практике продемонстрировал действенность научных методов управления производством. Он продолжал свои исследования до самой кончины в 1915 г.

Генри Л. Гантт (**Henry L. Gantt (1861–23.11.1919)**) был сотрудником Ф. Тейлора (в компаниях *Midvale Steel* и *Bethlehem Steel* до 1893 г.), развившим еще один подход к управлению производством. Рассматривая технологический процесс как комбинацию отдельных операций, он разработал методы планирования последовательности операций, которые и сейчас применяются (загрузочный и планировочный графики), а также выдвинул собственные теории организации производства и поощрительные системы оплаты труда.

В числе ученых, занимавшихся поисками оптимальных способов выполнения производственных заданий, были Фрэнк (Frank Bunker Gilbreth (07.07.1868–14.07.1924)) и Лилиан Гилбреты (Lillian Moller Gilbreth (24.05.1878–02.01.1972)). Именно они разработали принципы трудовых процессов, расчленив технологические операции таким образом, чтобы операции не зависели от содержания работы. Это позволило «проектировать» любую работу из стандартных компонентов, а метод стал носить название «терблиг» (по фамилии авторов, прочитанной наоборот). Л. Гилбрет подчеркивала значение психологического фактора в трудовом процессе. Основные ее исследования посвящены вопросам утомляемости рабочего в производственном процессе.

В 1913 г. Генри Форд (Henry Ford (30.07.1863–07.04.1947)) и позднее Чарльз Соренсон (**Charles Emil Sorensen (07.09.1881–11.08.1968)**) объединили идеи прообраза конвейера, используемые в разных отраслях промышленности, в единую концепцию координируемой (синхронизируемой) сборочной линии — конвейера, повсеместно используемой в автомобильной промышленности. Во время Второй мировой войны Ч. Соренсон сконструировал сборочную линию, на которой каждый час собирался один бомбардировщик И-24 «Либереитор». В СССР поточное производство получило широкое распространение при изготовлении автомобилей, тракторов, танков, самолетов.

В 1916 г. Анри Файоль (**Henry Fayol (1841–1925)**) опубликовал книгу, посвященную принципам управления («*General and Industrial Management*»). В своих трудах французский специалист в области менеджмента подробно исследовал унификацию методов управления через разработку и применение единых принципов для организаций всех типов производств.

Родоначальники научного менеджмента придавали значение человеческому капиталу, но рассматривали его лишь с позиции эффективности производства. При этом сами работники рассматривались лишь как «винтики» машины, а управление ими носило механистический характер. О социальных нуждах рабочих впервые заговорили во время исследований, проводившихся в Хоторне (*Hothorne*, заводской комплекс построенный *Western Electric* в США, штат Иллинойс) в 1924–1932 гг. под руководством Элтона Мэйо (George Elton Mayo

(26.12.1880–07.09.1949)), профессора Гарвардского университета. В результате экспериментов была установлена необходимость принимать во внимание убеждения и мировоззрение работников, а также их чувство сопричастности к делам организаций. Акцентирование внимания на роли взаимоотношений работников одновременно подчеркивало заинтересованность работодателей в повышении производительности труда работников.

В 1924 г. Уолтер Шьюхарт (Walter Andrew Shewhart (18.03.1891–11.03.1967)), используя методы статистики в целях контроля качества, заложил основы статистического отбора выборок образцов и контроля качества процессов. В книге «Экономически выгодное управление качеством произведенной продукции», изданной в 1931 г. («Economic control of quality of manufactured product»), он поднял вопрос о том, что руководитель должен быть всесторонне образованным человеком и не только обдумывать особенности налаживания производства, но и заниматься такими науками, как психология, философия и логика.

В мае 1932 г. У. Шьюхарта пригласили в Лондон прочитать открытые лекции в Университетском колледже. В результате восторженных откликов на его выступления в Англии в 1935 г. был принят стандарт «BS 600: Применение статистических методов в промышленной стандартизации и управлении качеством». У. Шьюхарт выступал за применение стандартов качества в производстве на основе статистической методологии, что, по его мнению, способствовало достижению и сохранению стабильности процесса производства и поставок.

Труды У. Шьюхарта выявили необходимость представления производства как системы.

Широкое практическое применение математические методы в управлении организациями получили во времена Второй мировой войны. Определялось это тем, что фактически производство вооружения, управление им и руководство военными действиями было разбросано по разным континентам, надежные оперативные средства связи отсутствовали. Математические методы в управлении позволяли предвидеть потребности армии и способы разрешения проблем производства. Основой данной школы явилось применение различных математических моделей для описания проблем, осмысления и формулирования альтернативных решений (в том числе в управлении запасами, транспортировке грузов и т. п.). При всех преимуществах указанной школы в ее концепциях имеется и ряд недостатков, в частности, отсутствует возможность внесения кардинальных изменений в уже сложившиеся методы менеджмента, хотя некоторые корректировки подходов к решению управленческих проблем допускаются.

У. Эдвардс Деминг (W. Edwards Deming (14.10.1900–20.12.1993)) в своей книге «Выход из кризиса: качество, продуктивность и конкурентная позиция» (1950) [14], продолжая исследования У. Шьюхарта, обратил внимание на то, что с течением времени такие факторы, как конструкция изделий, материалы, оборудование, квалификация рабочих, отношение к работе со стороны служащих, текучесть рабочей силы и условия труда, взаимодействуют с требованиями потребителей в отношении качества продукции и цен на нее, а также с финансовыми вопросами. Он считал, что менеджмент должен способствовать улучшению условий труда, рабочих процессов, повышению качества изготавливаемых изделий. Разработанный им подход носит название цикла Деминга и описывает управление обратной свя-

зью через непрерывное совершенствование (более подробно с основами его работы можно ознакомиться в главе «Всеобщее управление качеством»).

В 1957 г. Дж. И. Келли (J. E. Kelly, сотрудник компании *Remington-Rand*) и М. Р. Уолкер (M. R. Walker из компании *DuPont*) создали систему СРМ (*critical path method* — метод критического пути), которая использовалась как вспомогательный инструмент, применяемый при создании графиков проведения технического обслуживания. В 1958 г. под эгидой Управления специальных проектов ВМС США был разработан метод PERT (*program evaluation and review technique* — метод оценки и пересмотра программ) как инструмент составления графика и контроля за ходом работ при разработке ракет «Polaris». При использовании указанных методов проекты представляются в графической форме, а задания создаются по критическим точкам, важнейшим для выполнения проекта в целом. При этом предъявляются требования к проекту: точное определение операций и заданий, обозначающих начало и окончание проекта; независимость операций; определение последовательности выполнения операций; дисперсия (отклонение от среднего) всего проекта предположительно равна сумме дисперсий операций, составляющих кратчайший путь. В совокупности методы позволяют определить наиболее длительные работы в ходе проекта и контролировать ход его выполнения. В методе PERT используются качественные оценки продолжительности операций (оптимистическая, пессимистическая и наиболее вероятная), а в СРМ — только наилучшая, относящаяся к конкретным операциям. В современных литературных источниках эти системы часто рассматриваются как взаимозаменяемые и применяются для обозначения одних и тех же понятий.

В 1960-е гг. в науке управления появился термин «**операционный менеджмент**». Многие ученые связывают его появление с расширением сектора услуг в экономике, с переходом к преимущественному использованию метода синтеза в управлении производством. У. Киннер предложил использовать метод синтеза в управлении предприятиями, что позволило достичь высокого уровня в разработке стратегии предприятий и политике управления ими.

В 1970-х гг. в мировой практике менеджмента стали широко использовать компьютерную технику при решении операционных вопросов. Прорывом явилось использование метода планирования материальных потребностей (*materials requirements planning* — *MRP*). Метод заключается в использовании программного обеспечения, объединяющего все компоненты, используемые при изготовлении сложной продукции. Программа позволяет специалистам по планированию производства оперативно корректировать графики производственного процесса и закупки материалов. Идейными инициаторами процесса внедрения подхода были Джозеф Орлики (Joseph Orlicky) из компании *IBM*, консультант Оливер Уайт (Oliver Wight) из **Американского общества управления производственными запасами** (*american production and inventory control society* — *APICS*).

В конце 1970-х гг. в Гарвардской школе бизнеса были продолжены разработки идей Уикхэма Скиннера (Wickham Skinner) исследователями Уильямом Абернати (William Abernathy), Кимом Кларком (Kim Clark), Робертом Хэйзом (Robert Hays), Стивеном Вилрайтом (Steven Wheelwright). Результатом этих трудов было создание модели производственной стратегии бизнеса, основой которой является использование производственных мощностей как стратегического оружия в кон-

курентной борьбе организаций. Предположение ученых основывалось на том, что для повышения производственных показателей организации нет необходимости развиваться одновременно по всем направлениям, а руководству фирм необходимо каждый раз принимать альтернативные решения относительно показателей эффективности производства (например, издержек производства, качества продукции, степени гибкости и эластичности производства).

Одним из основных методов управления производственной системы *Toyota*, применяемой с 1953 г., является «канбан», или карточка [8, с. 59].

«Канбан» содержит информацию трех основных категорий:

- информацию о получении продукции;
- информацию о транспортировке;
- информацию о самой продукции.

Использование системы «канбан» позволяет синхронизировать и структурировать все этапы работы. Применение данной системы в 1980-х гг. произвело революцию в менеджменте организации, привело к внедрению в компании *Toyota* метода поставок «точно в срок» (*just in time* – *JIT*), суть которого заключается в доставке продукции вовремя и в необходимых количествах, избегая потерь, непоследовательности и нецелесообразности, с учетом повышения эффективности процессов. Идея была впервые высказана Тойода Кийтиро (президентом компании *Toyota*), его преемники разработали на ее основе производственную систему.

Несмотря на сильное влияние системы *JIT* на производственный менеджмент, в последнее время большее влияние на производство оказывает автоматизация производственных процессов, на практике все чаще применяются интегрированные производственные системы (*computer-integrated manufacturing* – *CIN*), гибкие производственные системы (*flexible manufacturing systems* – *FMS*), заводы будущего (*factory of the future* – *FOF*).

Основой современных производственных процессов является совместное использование подхода «точно в срок» и всеобщего контроля качества (*Total Quality Control* – *TQC*), занимающегося устранением и предотвращением возникновения причин производственных дефектов.

Всеобщее управление качеством (*total quality management* – *TQM*) стало настоящим прорывом в развитии операционного менеджмента. Начиная с 1980-х гг. этот подход широко применяется многими компаниями. В его основе лежит доведение до сведения производственных специалистов критериев качества, разработанных Джозефом М. Юраном (**Joseph M. Juran**) и Филиппом Кросби (**Philip Crosby**). Президент США Рональд Рейган 20 августа 1987 г. подписал Закон 100–107 «О национальном акте по улучшению качества Малькольма Болдриджа» («The Malcolm Baldrige National Quality Improvement» Act of 1987 – Public Law 100–107). На основании этого закона Американским обществом контроля качества и Национальным институтом стандартов и технологий была учреждена Национальная премия Болдриджа за качество. Ежегодно примерно пять американских компаний награждаются ею за выдающиеся разработки и достижения в разработке и эксплуатации систем качества в организациях. Основу современных внутренних стандартов качества составляют Международные стандарты качества (ISO), разработанные Международной организацией по стандартизации.

Аналогом американской премии в области качества в Японии является приз Деминга (в честь Э. У. Деминга). Получить его могут лишь фирмы, достигшие выдающихся заслуг в области внедрения контроля качества в масштабах компании.

Экономический спад 1990-х гг. привел к необходимости внедрения нововведений во многих организациях и ориентации на процессы структурирования. Повышенное внимание в это время приобрели концепции оптимизации бизнес-процессов (*business process reengineering*) и управление бизнес-процессами (*business process management*). Несмотря на постоянное обсуждение этих подходов еще с 1930-х гг. Ф. Нордшейком [12, 13], на практике они нашли широкое применение лишь в конце 1980-х гг., когда в свет вышли работы таких авторов, как Август-Вильгельм Шеер (Dr. August Wilhelm Scheer), Майкл Портер (Michael Porter), Майкл Хаммер (Michael Hammer) и Джеймс Чампи (James Champy) [6].

Термин «электронные предприятия» относится к организациям, использующим в качестве основного инструмента своей деятельности глобальные сети Интернет. Использование веб-страниц и механизмов глобального поиска информации в корне изменило способы обработки данных, совершения покупок и связи.

Последним нововведением является массовый выпуск продукции по индивидуальным заказам и широкое использование организациями внешних источников для выполнения ряда непрофильных функций (это называется *outsourcing* — аутсорсинг), что способствует увеличению гибкости производства для удовлетворения потребительского спроса.

Достижения в области информационных технологий и средств коммуникации оказали значительное влияние на методы ведения бизнеса и управления организациями, повлекло за собой изменения в способах организации операций. Многие организации переходят на использование компьютерных технологий при оптимизации своих бизнес-процессов (например, банки осуществляют обслуживание клиентов через Интернет посредством операций «банк—клиент»). Одновременное использование программного обеспечения компьютерами, соединенными в одну локальную сеть, упрощает дистанционное выполнение операций, в том числе и с домашних компьютеров работников.

Спутниковая связь, факсимильный и электронный способы передачи данных упростили процесс реализации деловых операций в масштабах всего мира.

## 1.2. Функции организаций

Под **организацией** понимается структура, оформленная в установленном законом порядке, созданная для достижения поставленных экономических и социальных целей эффективным образом.

Целей деятельности организации может быть великое множество, но при этом они должны быть взаимосвязаны и взаимозависимы и не противоречить друг другу, а главное — соответствовать миссии организации (ее главной социально-значимой цели).

Основу любой организации, обеспечивающей достижение поставленных перед ней целей, составляет операционная система. В организации одновременно могут функционировать несколько операционных систем, основным признаком их классификации являются различия результатов функционирования.

Успех деятельности организаций напрямую зависит от эффективности выполнения определенных действий по ряду направлений, называемых функциями организации.

В зависимости от выделяемых задач функции операционного менеджмента разбиваются на группы.

*Финансовая функция*, задача которой состоит в формировании основного капитала организации и его рациональном использовании. Достаточное количество ресурсов, находящихся в распоряжении организации, позволяет сформировать ее производственные фонды, осуществлять своевременную оплату труда работникам, а также текущее финансирование деятельности. Вся деятельность организации при этом подчинена принципу — доходы от продажи товаров и услуг должны превышать затраты и обеспечивать прибыль. Исключением могут являться случаи расширения производства, когда значительная доля затрат покрывается доходами в долгосрочной перспективе. К категории долгосрочных проектов относится, например, строительство атомного ледокола, при котором кредитное финансирование продолжается несколько лет, а все расчеты производятся после окончания проекта. Таким образом, *рентабельность деятельности является основным признаком конкурентоспособности организации и определяет длительность ее существования на рынке.*

*Маркетинговая функция* состоит в формировании и поддержании спроса на товары и услуги компании. Осуществление мероприятий по сбыту товаров и услуг предполагает выполнение ряда действий, в число которых входят: идентификация потенциальных потребителей, изучение их потребностей, информирование о компании и предлагаемых ею товарах и услугах, привлечение потребителей в качестве долгосрочных клиентов. При этом через оговоренный срок коммерческая организация должна иметь от работы с клиентами уровень доходов, покрывающий ее затраты, в том числе по оплате труда работников, закупке сырья и материалов, выплатам по кредитам и т. д. Для достижения указанных результатов организация должна предоставлять клиентам такие ценности, которые бы обеспечивали им большую ценность, чем собственные сбережения. Такой подход непосредственно связан с реализацией еще одной функции организации — операционной.

Реализация *операционной функции* предполагает производство необходимой потребителям продукции и предоставление услуг. Именно она позволяет интегрировать интересы потребителей, выявленные в ходе проведения маркетинговых исследований, с возможностями производства. Функция реализуется через определение требований к производственным мощностям, разработку планов и графиков, на основании которых выполняются требования достаточности и своевременности производства востребованной на рынке продукции.

Все рассмотренные функции организации взаимозависимы и требуют оптимальной координации. При оценке влияния операционной функции на описание конкурентных приоритетов, ориентированных на выполнение маркетинговой функции, профессор Терри Хилл (**Terry Hill**) из **Лондонской школы бизнеса** предложил два новых термина [15, 16]:

- победители заказа — критерии, выделяющие продукцию и услуги организации среди других компаний; в зависимости от ситуации ими могут быть стоимость, цена, качество, надежность продукции и иные;

- квалификаторы заказа — ежегодно корректируемые критерии, определяющие значимость каждого вида продукции фирмы для увеличения продаж; ими могут быть: своевременное выполнение заказа, соответствие качества техническим характеристикам и т. п.

Клиенты организаций постоянно соприкасаются с действиями, предпринимаемыми в рамках операционной функции. В большинстве компаний в реализации определенной операционной функции занято наибольшее число служащих и вовлечена бóльшая часть капитала. Успешная деятельность организаций зависит от согласованного взаимодействия многих других функций компаний. При этом функции организации разделяются на *стратегические, тактические* и *оперативные*.

*Стратегические функции* операционного менеджмента включают:

- стратегию *товара*, определяющую выбор товаров и их модернизацию; она непосредственно связана с анализом жизненного цикла товаров и проведением маркетинговых исследований;
- стратегию *процесса*, которая определяет выбор способов производства отобранных товаров, обоснование и резервирование производственных мощностей. Способы производства включают совокупность средств, технологий изготовления и методов управления производством, на которые, в свою очередь, влияют масштабы производства товаров и услуг, повторяемости и устойчивости выпуска, определяемые маркетинговыми стратегиями;
- стратегию *размещения* производств, осуществляемую с учетом требований гибкости снабженческой сети, надежности распределительной сети;
- стратегию *организации* производства, формирующую структуру управления компании, выбор организационно-правовых форм и методов выполнения работ, обеспечение фирм ресурсами;
- стратегию *обслуживания* производства, определяющую формы и методы выполнения работ (например, технических, транспортных, складских и иных), необходимых для нормального функционирования организации;
- стратегию *качества*, имеющую большое значение в связи с глобальными изменениями в информационных составляющих бизнеса.

*Тактические функции* включают:

- тактику *управления запасами* как часть управления материальными потоками фирмы;
- тактику *«точно в срок»*, показывающую пути минимизации складских запасов или даже сведение их к нулю; она коренным образом изменяет традиционные методы управления операциями [8, с. 30];
- тактику *расчета потребностей* в компонентах изделий, формирующую систему планирования производства в условиях зависимого спроса;
- тактику *агрегированного планирования*, способствующую планированию темпов производства в зависимости от рыночного спроса;
- тактику *составления производственных расписаний* с учетом загруженности исполнителей и степени важности выполнения проектов.

Деятельность, направленная на создание ценности для потребителей, в зависимости от типа предприятия характеризуется особой моделью реализации операционной функции

### 1.3. Различия между промышленными предприятиями и организациями сферы обслуживания

Чтобы не запутаться в терминах, в дальнейшем будут использованы следующие понятия. К *промышленным предприятиям* отнесем организации, в которых в результате переработки исходных материальных ресурсов производится материальная продукция на базе технологического объекта, называемого заводом или фабрикой, при отсутствии контактов с потребителем в процессе производства. Организации, не относящиеся к указанному определению, принято относить к *сфере обслуживания (сервисные организации)*.

Специфические характеристики свойственны каждому типу операций, реализуемому в конкретном предприятии, возникающие проблемы отличаются по степени неповторимости и динамичности. Выделяют ряд различий, позволяющих отличать промышленные операции от сервисных.

1. Продуктивность производственных операций поддается более простому измерению, поскольку их результатом является выпуск материальной продукции. Так, количество произведенных электрических лампочек легко подсчитать. Если же мы обратимся к деятельности консалтинговых служб, то их продукт в виде рекомендаций менее осязаем, а результативность зависит от многих побочных факторов.
2. Стандарты качества обслуживания значительно сложнее вводить в организациях сферы обслуживания, а качество конечного продукта варьирует и напрямую зависит от восприятия его клиентом.
3. Персонал сервисных организаций использует участие клиента в производстве своих услуг. Промышленные предприятия, как правило, редко контактируют с потребителями. Так, для успешной работы парикмахерской контакт мастера с клиентом необходим, а система взаимоотношений «врач—пациент» является важным аспектом функционирования всего медицинского учреждения. Грубость, пренебрежительное отношение к клиенту являются недопустимым типом операций.
4. В промышленных предприятиях допускается возможность накопления запасов, в сервисных же организациях в связи со спецификой услуг это невозможно.

В настоящее время наблюдается переход от чисто промышленных предприятий к сервисным организациям. Это становится жизненно целесообразным преобразованием, способствующим повышению их конкурентоспособности. Основу изменений составляют корпоративные атрибуты. В быстро изменяющейся современной экономической среде, подвижной информационными технологиями, несущими новые знания, передовые технологии и разработки являются ключом к успеху компаний. За счет ускорения возможностей доступа к информации все

процессы стали происходить намного быстрее. Скорость преобразования информации в знания, наиболее эффективная для бизнеса, является вопросом выживания организаций в современном мире. Переключение на лидерские методы управления, делегирование полномочий подчиненным, создание непрерывного процесса управления знаниями, навыками и умениями в организациях стали важными задачами современного менеджмента. Неиспользованные знания быстро устаревают и обесцениваются. Используемые же создают новые возможности для развития организаций и порождают новые технологии производства и управления им.

### **Классификация организаций сферы обслуживания**

Организации сферы обслуживания характеризуются значительным разнообразием: их типология насчитывает больше 2 тыс. типов: от транспортных перевозчиков, баров и ресторанов до развлекательных комплексов и зоопарков. Во множестве сервисных лидеров выделяются организации-гиганты, внесшие значительный вклад в развитие сферы обслуживания. Среди них выделяют *McDonalds*, *WalMart* и т. п.

Существует несколько способов классификации организаций сферы обслуживания, объединенных по определенным признакам [7, 9].

Критерием, позволяющим разбить организации на категории, является уровень индивидуализации предоставляемых услуг:

- организации, ориентированные на обслуживание индивидуальных нужд клиентов;
- организации, обслуживающие стандартные, характерные для большинства запросы потребителей; при этом уровень стандартизации услуг может различаться.

По уровню сложности предоставляемых услуг, который зависит от квалификации персонала, состава оборудования, количества капиталовложений в организацию для предоставления определенного уровня услуг клиентам, выделяют организации с высокой и низкой степенью сложности.

Рассмотрим пример сервисных организаций с учетом указанных признаков классификации (рис. 1.3).

В матрице на рис. 1.3 показано несколько примеров сервисных операций. Различия в осуществляемых операциях приводят к формированию различных типов сервисных организаций.

Большинство простых услуг из правой части матрицы потребитель в принципе может выполнить сам, но затраты времени и отсутствие практики заставляют его обращаться к профессионалам, повышая его удовлетворенность и экономя его усилия.

Левая часть матрицы отражает услуги, требующие специальных навыков и существенных капиталовложений, поскольку сложность указанных услуг требует применения специальных знаний и оборудования, которые недоступны большинству потребителей.

Верхняя часть матрицы отражает максимально персонифицированные услуги, их суть в удовлетворении потребностей конкретных индивидов.

Степень индивидуализации сферы	Ориентация на единичного клиента	Врач Адвокат Дантист Аудитор Оценщик Тюнинг автомобиля Ремонт бытовых приборов Организация чартерных перелетов	Услуги салонов красоты Обслуживание газонов Покраска домов Оклеивание стен обоями Транспортировка мебели при переезде Рестораны Услуги такси
	Ориентация на массового пользователя	Радио и телевидение Кинематограф Зоопарки Музеи Обеспечение междугородних телефонных звонков Школы Ремонт автомашин Выступление оркестра Услуги авиалиний	Рестораны быстрого питания Мойка машин Аренда автомобилей Услуги химчисток Услуги складов Розничная торговля Публичный транспорт Сбор мусора
		Высокая	Низкая
Степень сложности предоставляемых услуг			

**Рис. 1.3.** Матрица характеристик сервисных организаций в зависимости от предоставляемых услуг

Унифицированность услуг нижней части матрицы позволяет их стандартизировать и использовать для нужд большого количества потребителей одновременно.

Работники современных организаций сферы обслуживания должны тесно контактировать с потребителями. Поэтому подбор работников для сервисных организаций осуществляется с учетом их способностей выстраивать правильные взаимоотношения с потенциальными и реальными клиентами. Навыки межличностного общения можно развить с помощью специальных тренингов. Но если для организаций правой части матрицы обучение можно осуществлять собственными силами организации, то услуги левой части матрицы требуют углубленной подготовки и повышенных требований к квалификации персонала, наличие у них диагностических способностей, позволяющих быстро и правильно идентифицировать и решать проблемы клиентов.

Реакция на нужды клиентов, предложения комплекса услуг, удовлетворяющих их потребности, служат хорошим зарокотом их привлечения.

Таким образом, различия в требованиях к сервисным операциям определяют тип сервисных организаций.

### **Классификация промышленных предприятий**

Признаков классификации промышленных предприятий множество, в основном они сводятся к **способу их функционирования.**

- *Предприятия, выпускающие готовую продукцию, предназначенную для хранения на складах*, доводят продукцию до стадии готовности к реализации. Товар отгружается в адрес потребителя после получения заказа со складов предприятия.
- *Обрабатывающие предприятия, ориентированные на серийный выпуск продукции*, не состоящей из дискретных элементов, образующие единые организационные структуры. Тип производства при этом смешанный. Примером могут служить нефтеперерабатывающие предприятия, цементные заводы, химические комбинаты

В зависимости от **типа выпускаемого продукта и выбранной стратегии удовлетворения нужд потребителей** определяется комплектация помещений предприятий, оборудования, способы реализации производственных операций.

- *Предприятия, выпускающие продукцию на заказ*, доводят изделие до готовности после получения заказа от клиента. Чем больше требований к свойствам изделия предъявляет заказчик, тем, как правило, дольше период ожидания готовой продукции. Это связано со степенью привлечения дополнительных ресурсов со стороны производителя для выполнения заказа. Часто ожидание может быть связано с невозможностью со стороны производителя заранее предугадать потребности клиента и сделать страховые запасы сырья и материалов на производстве.
- *Предприятия, выполняющие сборку изделий на заказ*, занимаются комплектацией изделий по типовому проекту, но с некоторыми отличительными особенностями. При этом отдельные модули изделий заблаговременно производятся и хранятся в самих предприятиях. Например, автомобильный завод, на котором в соответствии с запросами покупателей выполняется комплектация автомобилей — автоматической или механической коробкой передач, акустической системой, кондиционером или вентилятором, различными дополнительными элементами дизайна салона и т. п.

Некоторые типы предприятий определяются периодами хранения произведенного продукта.

Выявляется обширная типизация предприятий в зависимости от **гибкости по выпуску определенных изделий**. Гибкость производства непосредственно зависит от типов выпускаемой продукции. Под гибкостью понимаем способность организации быстро реагировать на изменение потребностей рынка (например, увеличение или падение спроса на те или иные товары и услуги и т. п.). Степень гибкости зависит от целей организации (рис. 1.4).

Для удобства усвоения информации о типах предприятий рассмотрим зависимость их классификации **от производственных операций** (рис. 1.5).

- *Опытно-экспериментальное производство (проектное)* — создание и выпуск принципиально новой техники в единичном исполнении или при выпуске первых промышленных образцов. Такая продукция, как правило, не имеет стандартного сертифицирования готовых изделий, предусмотренного нормативными требованиями конкретного государства. Оценка и испытания опытно-экспериментальной продукции дают право перехода к серийному



Рис. 1.4. Степень гибкости производственных систем

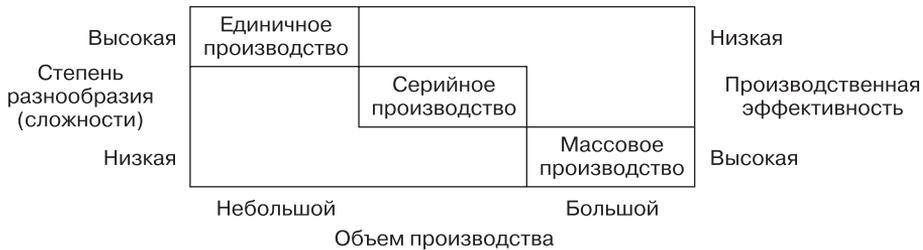


Рис. 1.5. Типы промышленных предприятий и производственных операций

производству. Производственные процессы характеризуются высоким уровнем гибкости, требования к оборудованию особые, поскольку оно комплектуется под каждый проект. Требования к квалификации персонала — повышенные.

- *Единичное и мелкосерийное производство* функционирует на основе заключения контрактов на изготовление единичных изделий по проектам заказчиков. Проектирование и производство изделий ограничено и происходит в строгом соответствии с требованиями заказчика. В таких предприятиях предъявляются повышенные требования к универсальности производственных навыков работников. Производственные операции проходят определенным технологическим маршрутом (т. е. происходит преобразование исходных ресурсов в необходимый уникальный продукт, требующий реализации особого набора технологических операций в определенной последовательности). Предприятия данного типа являются наиболее гибкими, поскольку должны подстраиваться под запросы клиентов вплоть до изменения используемого оборудования, графиков работы, привлекаемых работников и т. п. Примерами предприятий единичного производства могут служить: в сервисе — ателье индивидуального пошива одежды, в промышленности — изготовление технических приспособлений или изделий особой конструкции (например, космические аппараты, атомоходы и т. д.).
- *Серийное и крупносерийное производство* обеспечивают выпуск партий товаров каждого наименования от небольших до крупных объемов, ассортимент при этом незначителен. Количество выпускаемых изделий может варьировать от сотни до многих тысяч, после чего происходит переналадка оборуду-

дования для производства другого изделия. Со временем партию изделий могут повторно запустить в производство. Оборудование должно быть универсальным, приспособленным для выпуска различных производственных изделий, но диапазон их значительно уже, чем при единичном производстве. Возможность адаптации оборудования к изменяющемуся технологическому процессу является основой конкурентоспособности таких предприятий. Технологический маршрут может меняться в зависимости от потребности. В качестве примера можно привести производство ежегодников-органайзеров: датируемые выпускаются относительно небольшими партиями, как правило, единожды; выпуск недатируемых может повторяться ежегодно, в преддверии возрастания потребностей в предновогодние дни.

- *Массовое и непрерывное производство* — организации такого типа осуществляют выпуск товаров массового потребления, характеризующихся схожестью или однотипностью изделий на основе реализации определенного технологического процесса. Технологический маршрут стандартизирован. Работа производственного оборудования на предприятиях данного типа отличается повторяемостью одинаковых операций. Эта особенность позволяет разрабатывать и внедрять в технологический процесс специальную технику для быстрого и качественного выполнения отдельных производственных операций с незначительными отличиями этапов производства по циклам. Оборудование чаще всего используется автоматизированное и конструируется специально под сборочные единицы, передаваемые по фиксированному маршруту. Графики выполнения технологических операций составляются на основе норм выработки в единицу времени. Формирование запасов исходных материалов происходит с целью обеспечения своевременной поставки материалов по необходимости. Производственный процесс налаживается с целью организации бесперебойного производства готовой продукции. Количество незавершенных операций при этом незначительно, поскольку изделия продвигаются по отработанному технологическому маршруту достаточно быстро, технологические операции выполняются оперативно. Примером могут служить телевизоры, микроволновые печи, роликовые коньки, зубные щетки и т. п. Современное непрерывное производство часто полностью автоматизировано, широко используются трубопроводы и иное оборудование, работающее в круглосуточном режиме.

#### 1.4. Классификация операций

Как было отмечено выше, современный бизнес характеризуется разнообразием направлений, на каждом из которых выполняются свои операции. Поэтому целесообразно классифицировать операции по ряду наиболее важных признаков.

Так, *по признакам выполнения управленческих операций*, выделяют:

- управленческие операции, выполняемые субъектом управления;
- производственные операции, выполняемые объектами управления.

В зависимости *от сложности и количества выполняемых действий* по переработке ресурсов выделяют:

- простые операции, состоящие из одного действия или действия осуществляемого с использованием простых предметов труда (палка, вода, камень и т. п.);
- сложные операции, состоящие из нескольких действий или нескольких простых операций, представляющих собой сочетание простых операций, осуществляемых с использованием как простых, так и сложных предметов труда.

*По временному параметру можно выделить:*

- операции, относящиеся к стратегическому управлению;
- операции, относящиеся к тактическому управлению;
- операции, относящиеся к оперативному управлению.

*В зависимости от степени автоматизации операции бывают:*

- ручные — выполняемые работниками самостоятельно, без применения какого-либо оборудования;
- машинные — выполнение которых работниками осуществляется с использованием некоторого оборудования;
- автоматические — выполнение операций осуществляется оборудованием без участия работника;
- автоматизированные — выполнение операций осуществляется оборудованием с обязательным участием работника и осуществлением контроля с его стороны.

*По признаку «основных функциональных областей (подсистем)»* типовой организации (материальной и нематериальной сфер деятельности) выделяют управленческие и производственные операции:

- в маркетинге;
- в инновациях (исследованиях и разработках);
- в снабжении;
- в финансовой деятельности;
- в управлении персоналом;
- производственные операции (под которыми понимают часть производственного процесса изготовления продукции или услуги, представляющую собой законченное действие или ряд взаимосвязанных действий и выполняемую на одном рабочем месте).

*Условия выполнения позволяют выделить:*

- *основные* — операции, в ходе которых осуществляется изготовление основной продукции или услуги (изготовление станков, машин, оказание услуги и т. д.);
- *вспомогательные* — операции, выполнение которых обеспечивает бесперебойность основных операций (операции по ремонту оборудования, изготовление оснастки и т. д.);
- *обслуживающие* — это операции, в результате которых выполняются работы, необходимые для нормального функционирования основных и вспомогательных операций (транспортировка, складирование, комплектация и т. д.).

В настоящее время наблюдается интеграция основных и обслуживающих операций. Так, например, в гибких автоматизированных производствах объединены основные, комплектующие, складские и иные операции.

*В зависимости от стадии изготовления продукции (услуги) могут быть:*

- заготовительные — это операции, в ходе которых осуществляется изготовление заготовок (резка материалов и др.);
- обрабатывающие — это операции по изготовлению готовых деталей (механообработка, штамповка, термообработка, покраска и т. д.);
- сборочные — это операции заключительной стадии изготовления продукции (сборка узлов и готовых изделий, регулировка и отладка машин и приборов и т. д.).

*По признаку «тип производства» можно выделить:*

- операции в опытно-экспериментальном производстве;
- операции в единичном и мелкосерийном производстве;
- операции в серийном и крупносерийном производстве;
- операции в массовом и непрерывном производстве.

*По признаку «принадлежность к отрасли» различают операции:*

- в машиностроительном производстве;
- в здравоохранении;
- в сфере гостеприимства;
- в сфере образования и т. п.

Классификацию современных операционных систем чаще всего осуществляют по характеру движения материальных потоков от поставщика к покупателю.

1. Системы, охватывающие производство, поставки и транспортировку к конечному потребителю (покупателю) продукции. Эти системы, в свою очередь, подразделяются на следующие:

- ◆ поставщик—обработка—запас—покупатель (характерна для производства, где исходное сырье нельзя долго хранить, а также для опытно-экспериментального производства);
- ◆ поставщик—обработка—покупатель (характерна для позаказного единичного и мелкосерийного производства);
- ◆ поставщик—запас—обработка—покупатель (характерна для позаказного производства и в некоторых случаях для непрерывного производства, например в химической промышленности);
- ◆ поставщик—запас—обработка—запас—покупатель (характерна для массового и непрерывного производства).

2. Системы, охватывающие производство услуги при непосредственном участии потребителя в процессе производства и незамедлительном потреблении услуги в момент производства:

- ◆ ресурс «избыток» — услуга используется для качественного и достаточно дорогого обслуживания;

- ◆ ресурс «минимум» — услуга с достаточно дешевой стоимостью обслуживания;
- ◆ ресурс «ограничение» — услуга для достаточно дешевого обслуживания с пиковыми нагрузками.

## 1.5. Квалификация и обязанности менеджеров по организации производственных операций

**Управление операциями** — это управление разработанным процессом на основе имеющихся знаний о нем. Операции создают сегодняшнюю ценность, для осуществления будущих возможностей. Неопределенность в процессах управления операциями сводится к минимуму за счет осуществления планирования, прогнозирования и определения четких рамок видов работ.

Творчество и рутинность работ взаимосвязаны на протяжении всего цикла производства, что формирует уникальные свойства современных бизнес-процессов. Однако сами по себе рутинные задачи, выполняемые менеджером, не имеют ценности, а являются обслуживающими. Менеджер, управляя рутинными задачами, должен обладать четким представлением о результатах выполняемых работ, процессах их достижения, представлениями о возможностях подчиненных по выполнению задач.

В современном, быстро меняющемся мире к менеджеру предъявляются дополнительные требования по умению быстро анализировать получаемую информацию, видеть цель, даже если она не является в настоящий момент четко обозначенной, определить несколько возможных путей ее достижения.

Управляя организацией, менеджер должен владеть различными методами управления. В неопределенных условиях эффективность применения некоторых методов управления значительно снижается, а использование прогнозов приводит к постоянной их корректировке и увеличивает стоимость их составления. Напротив, постоянный процесс обучения, построения новых гипотез, ответ на новые неопределенности, их тестирование и создание новых знаний в условиях относительно стабильной внешней среды является слишком затратным методом управления.

Успешные операционные менеджеры выбирают следующую стратегию: приступают к работе, учатся и адаптируются по мере продвижения к производственным целям, возвращаются на пройденные этапы, исследуют дополнительные и альтернативные возможности и снова идут вперед.

На выбор методов управления непосредственное влияние оказывает *уровень профессионализма* управленцев, под которым часто понимается качество менеджера, участвующего в профессиональной деятельности [5].

Профессионализм управленческой деятельности состоит в ее способности гарантировать получение требуемого продукта в определенных условиях. Чем шире спектр таких условий, тем выше профессиональность. Вершина профессионализма состоит в ее способности обеспечить получение данного продукта в любых условиях [5].

Качественно определенные степени соответствия требованиям профессиональной деятельности называются *уровнями профессионализма* деятеля. Каждый уровень должен иметь такую степень качественной определенности, которая позволяла бы легко отличать один уровень от другого. В качестве основных *уровней профессионализма* выделяются два: *уровень решения управленческих задач* и *уровень решения управленческих проблем*, которые разбиваются на несколько подуровней [1]. Переход с одного уровня на другой определяется степенью владения системой норм, созданных на основе интеллектуальных ценностных критериев.

*Управленческая задача* состоит в наличии управленческого решения и необходимости его выполнения, т. е. в случае возникновения затруднения в исполнительской деятельности управленец имеет представление о том, что и как нужно сделать, чтобы выйти из затруднения. Если же готового решения нет, то менеджер знает, что нужно сделать, чтобы найти его, и может это сделать.

*Управленческая проблема* будет состоять в отсутствии готового управленческого решения и в отсутствии представления о том, как надо выходить из сложившейся ситуации. Умение поставить, а затем и решить управленческую проблему характеризует управленца более высокого уровня профессионализма.

Очевидно, что уровень решения управленческих проблем базируется на способностях решать управленческие задачи. Определенный уровень профессиональной управленческой деятельности может быть охарактеризован как требованиями, предъявляемыми к самой управленческой деятельности (например, наличие средств управленческой деятельности этого уровня, наличие технологий принятия управленческих решений на этом уровне и т. п.), так и требованиями, которые предъявляются к профессионалу-управленцу этого уровня [1].

## Резюме

**Операционный менеджмент** — это деятельность по разработке, использованию и совершенствованию бизнес-процессов, направленных на производство основных видов продукции и услуг.

В основе организации любых видов производства лежат критерии эффективности использования имеющихся ресурсов и рациональности организации управления операциями, направленными на преобразование ресурсов в продукцию и услуги организации.

В современной высококонкурентной среде максимизация доходов организаций достигается исключительно за счет достижения целей клиентов. При этом современные организации все больше вовлекают своих клиентов в собственные процессы производства опосредованно за счет создания определенных информационных каналов и систем обратной связи. В итоге процессы достижения целей клиентов и организаций становятся интегрированными и взаимодополняющими. Они составляют основу операционного менеджмента как обучающейся и инновационной системы управления организацией.

Система управления операциями неразрывно связана с другими организационными системами и средой функционирования в целом, которая, в свою очередь, может воздействовать на деятельность двояко — непосредственно определяя функции организации и опосредованно, воздействуя на факторы прямого влия-

ния. При этом каждый из видов взаимодействий со средой формируют свои виды операций, имеющие определенный характер: стратегический, тактический или оперативный.

Операционная деятельность конкретизирует реализацию любых функций организации, концентрирует внимание на содержании и последовательности целенаправленных действий, связанных с производством конкретного продукта или оказанием услуги.

Задача операционного менеджмента напрямую реализуется менеджерами первой линии, т. е. мастерами участков, функциональными менеджерами отделов (менеджерами по продажам, по отдельным функциям финансовой деятельности, по операционному планированию).

Несмотря на то что операционный менеджмент достаточно новая наука, ее развитие уже имеет свою историю. Благодаря интеграционному характеру, использованию подходов и методов других наук, таких как менеджмент, маркетинг, экономическая теория, логистика и ряд других, важность знакомства с основами операционного менеджмента для руководителей организаций постоянно возрастает.

Хотя сохраняются отдельные отличия между промышленными предприятиями и организациями сферы обслуживания, в настоящее время наблюдается переход к их интегрированным формам. Это становится жизненно необходимым преобразованием, способствующим повышению конкурентоспособности организаций. При классификации организаций сферы обслуживания основными признаками служат уровень индивидуализации и сложности предоставляемых услуг. Признаков классификации промышленных предприятий значительно больше, среди них выделяются способ функционирования организаций, тип выпускаемого продукта, стратегия удовлетворения нужд потребителей, гибкость к выпуску определенных изделий и т. п.

Современный бизнес очень разнообразен, поэтому разнообразны и операции, выполнение которых необходимо для функционирования организаций. Производственные операции, как правило, взаимосвязаны в различных комбинациях. Операционные системы различаются в зависимости от характера движения материальных потоков от поставщика к покупателю и включают: производство, поставку, транспортировку продукции конечному потребителю, производство услуг, которые потребляются в момент производства.

Грамотное, научно обоснованное выполнение операций служит важным элементом процесса привлечения потребителей и повышения конкурентоспособности всей организации.

Организация процесса выполнения операций невозможна без высокого уровня профессионализма и квалификации менеджеров, четкого понимания ими управленческих задач и умения решать управленческие проблемы.

## Ключевые термины

American society of mechanical engineers (ASME) — Американское общество инженеров-механиков

Finance function — финансовая функция

Marketing function — маркетинговая функция

Operations function — операционная функция  
Critical path method (CPM) — метод кратчайшего пути  
Manufacturing — обрабатывающая промышленность, производство  
Make-to-order — выпуск продукции на заказ  
Make-to-stock — массовый выпуск продукции с дальнейшим хранением на складах  
Job shop — единичное производство  
Repetitive manufacturing — дискретное производство  
Batch manufacturing — серийное производство  
Quality — качество  
Process — процесс  
Just in time (JIT) — система «точно в срок»  
Computer-integrated manufacturing (CIN) — интегрированные производственные системы  
Flexible manufacturing systems (FBS) — гибкие производственные системы  
Factory of the future (FOF) — заводы будущего  
Total quality control (TQC) — всеобщий контроль качества  
Total quality management (TQM) — всеобщее управление качеством

## Контрольные вопросы

1. Дайте определение понятию «организация».
2. Какие ресурсы выделяют при управлении операциями?
3. В чем отличие промышленных и сервисных организаций?
4. Какие типы перерабатывающих подсистем вы знаете?
5. Какие существуют квалификационные признаки операционных систем?
6. Перечислите различия между организациями серийного и единичного производства.
7. В чем заключается главная цель управления операциями?
8. Какие основные задачи решаются для достижения целей управления операциями?
9. Какие основные стратегические задачи ставятся в управлении операциями?
10. Какие основные тактические задачи ставятся в управлении операциями?

## Кейс-стади

### **IKEA — особенность оптимизации операционной деятельности**

*IKEA* — яркий пример европейской компании, успешно функционирующей в 40 странах мира, в том числе и в РФ. Численность сотрудников, работающих в группе компаний *IKEA* в 2009 г. насчитывает 118 тыс. чел. В течение 2008 г. 231 магазин *IKEA* посетили 522 млн чел. в 24 странах мира. В 2007 г. был открыт 21 новый магазин по всему миру. Один только тираж каталогов превышает 191 млн шт. и выходит на 27 языках мира в 54 вариантах. Около 1300 поставщиков по всему миру снабжают магазины *IKEA* товарами через 28 больших складов в 16 странах. Ассортимент магазинов достигает 9500 артикулов, 80 тыс. вариаций разного цвета и размера. Почти 67% изделий поступают из Европы, 30% из Азии и 3% из Северной Америки. Ведущие страны-поставщики: Китай, Польша, Швеция, Италия и Германия. Промышленная группа *IKEA Swedwood* производит продукцию на 35 фабриках в 9 странах мира. В 2006 г. одна только *IKEA* обеспечивала половину всего мебельного экспорта России. Это помогает *IKEA* оптимизировать процесс поставки товаров в свои европейские магазины. «Старый континент» отвечает за 81% всех продаж и 66% закупок (на Востоке закупается «всего лишь» 1/3 товаров) [2]. В 2008 г. объем продаж до-

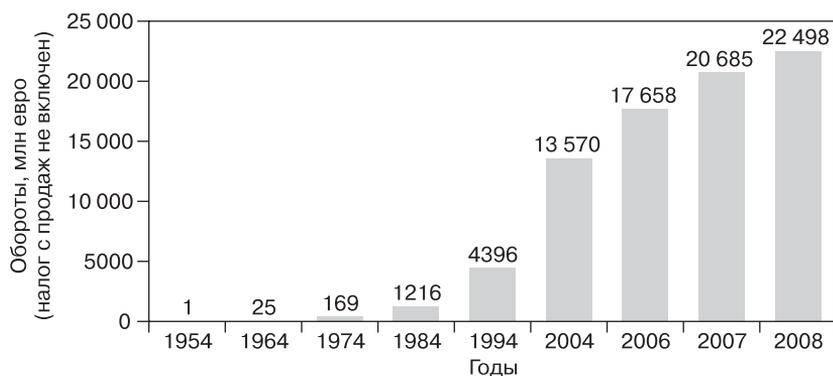


Рис. 1.6. Диаграмма роста объемов продаж в *IKEA group*

стиг 22 млрд 498 млн евро (за вычетом налога с продаж), при этом первыми пятью странами с лучшими показателями продаж были Германия (16%), США (10%), Великобритания (9%), Франция (9%) и Швеция (7%). На рис. 1.6 представлена диаграмма роста годовых оборотов продаж *IKEA* начиная с 1954 г.<sup>1</sup>

Как видно из рис. 1.6, рост объемов продаж отмечается на протяжении всех лет существования организации.

Концепция работы *IKEA* была разработана ее основателем Ингваром Кампрадом (Ingvar Kamprad). Она заключается в том, чтобы обеспечивать потенциальных потребителей функциональной мебелью хорошего качества, доставляемой без задержки, по низкой цене, чтобы обеспечить ей как можно большее число покупателей. Для послевоенного рынка 1950-х гг. эта идея была инновационной по своей природе. Мебель в то время была дорогостоящей и предназначалась для людей с высокими доходами.

Основой такой концепции стала идея основателя фирмы И. Кампрада — как можно больше снизить издержки во всех областях бизнеса. В результате им были разработаны новые способы дизайна и продажи мебели. Прежде всего за счет перевода производства в страны, где затраты на рабочую силу значительно меньше. Пионером в этом стала Польша (экспорт продукции с 1961 по 1998 г. возрос с 69 тыс. крон до размера почти в 2 млрд крон), затем были опробованы и другие страны, в том числе и Китай.

Во-вторых, было решено использовать в производстве более дешевые сорта древесины, а также приобрести лесные участки, что способствовало повышению контроля всего процесса. Таким образом, были заложены основы вертикальной интеграции предприятий в группу *Swedwood*. В настоящий момент в промышленную группу *Swedwood* входят 38 предприятий в 11 странах мира.

В-третьих, анализ затрат на перевозку показал, что их можно сократить на 80% за счет использования плоских картонных коробок при транспортировке разобранной мебели.

В-четвертых, было принято решение предложить покупателям самостоятельно вывозить упакованную мебель из магазина и собирать ее на дому собственноручно.

В-пятых, были установлены уникальные отношения с поставщиками, которым был предложен гарантированный объем закупок по периодам в обмен на более низкую стоимость, что позволяет организовать массовое производство и как результат сократить издержки на производство.

<sup>1</sup> Данные официального сайта [www.ikea.com](http://www.ikea.com)

Что касается продаж и закупок, российским подразделениям *IKEA* есть к чему стремиться. На сегодняшний день около 30% оборота российских магазинов *IKEA* обеспечивают товары российского производства, компания же стремится довести эту цифру до 40%. Еще в 2003 г. у *IKEA* было не так уж много российских поставщиков. Сегодня около 90 российских предприятий производят товары для шведского мебельного гиганта, и их число постоянно растет.

В-шестых, магазины компании располагаются, с момента основания и по сей день, за пределами городов, что позволяет минимизировать издержки на использование земли. Этим политика компании *IKEA* отличалась от конкурентов, которые стремились располагать свои магазины в центре городов.

В-седьмых, согласно концепции компании в *IKEA*, налажена технология всеобъемлющего использования потенциала ресурсов. Так, древесина перерабатывается практически полностью (за исключением листьев), а из отходов от переработки изготавливаются брикеты, которыми можно топить печи и камины.

Функциональность, широкий ассортимент товаров (9500 артикулов, 80 тыс. вариаций разного цвета и размера) способствует привлечению разных категорий покупателей. Причем система управления добилась того, что во всех магазинах сети представлен однородный ассортимент товаров. Дизайн же товаров по-прежнему осуществляется в соответствии со шведской спецификой «демократичного комфорта». При этом именно *IKEA* ввела такие понятия, как «*diversity*» («разнообразие») и «*free range*» («свободный ассортимент») для адаптации стандартного ассортимента товаров к нуждам покупателей именно этого региона (например, покупателям в мусульманских странах предлагаются кисточки на диван).

Для увеличения удовольствия покупателей от посещения магазинов им предлагаются дополнительные услуги: рестораны буфетного типа, где можно приобрести продукты по выгодной цене; специальные игровые площадки для детей, на которых дети находятся под присмотром профессионалов, в то время как родители могут свободно совершать покупки.

### **Вопросы по кейсу**

1. Дайте классификацию операций, выполняемых в магазинах *IKEA*.
2. В чем заключается концепция *IKEA* по привлечению покупателей?
3. Каким образом оптимизируется операционная деятельность в *IKEA*?

### **Литература**

1. Анисимов О. С., Деркач А. А. Основы общей и управленческой акмеологии. М., 1995.
2. Торекуль Б. Сага об ИКЕА. СПб.: Астрель, Премьера, 2006.
3. Емельянов А. Л. Уровни профессионализма в управленческой деятельности // Менеджмент в России и за рубежом. 1998. № 5.
4. Котельников В. Ю. Управление инновациями: стратегический подход. Гибкие корпоративные стратегии выживания и лидерства в новой экономике. М.: Эксмо, 2007.
5. Маркова А. К. Психология профессионализма. М., 1996.
6. Семенов И. Н., Степанов С. Ю. Рефлексивная психология и педагогика творческого мышления. Запорожье, 1992.
7. Менеджмент процессов / Под ред. Й. Беккера, Л. Вилкова, В. Таратухина, М. Кугелера, М. Роземанна; пер. с нем. М.: Эксмо, 2007.
8. Ольсевич Ю., Мазарчук В. О специфике экономических институтов социальной сферы (теоретический аспект) // Вопросы экономики. 2005. № 5.

9. *Оно Т.* Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / Пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005.
10. Публичные услуги и функции государственного управления / Под ред. А. Е. Шаститко. Бюро экономического анализа. М.: ТЭИС, 2002.
11. *Чейз Р., Эквилайн Н. Дж., Якобс Р.* Производственный и операционный менеджмент. 8-е изд. М.: Вильямс, 2001.
12. *Dikworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.
13. *Kim J. S.* Search for a New Manufacturing Paradigm, Research report Series. 1. T. J. Hill Manufacturing Strategy – Text and Cases. 2nd ed. Burr Ridge IL: Boston University School of Management, October, 1996.
14. *Nordsieck F.* Grundlagen der Organisationslehre, Stuttgart, 1934.
15. *Nordsieck F.* Betriebsorganisation. Lehre und Technik, Textband 2 Auflag, Stuttgart, 1972.
16. *Hill T.* Manufacturing Strategy by The McGraw-Hill Companies, Inc, 2000, 1994, 1989. 3<sup>rd</sup> ed.
17. *Hill T., Hill A.* Manufacturing Operations Strategy. Published Basingstoke: Palgrave Macmillan, 2009.

## ГЛАВА 2

# Планирование операционной системы и производственных мощностей организации

Рассмотрев общие положения управления операциями в современных организациях, обратимся к столь важной составляющей современного управления, как планирование деятельности организации.

Период 1990-х гг. в нашей стране характеризовался утратой интереса к такому инструменту управления, как планирование [6]. Основными причинами этого явились:

- вера в миф, распространяемый в советские времена, об отсутствии планирования в рыночной экономике, основывающийся на том утверждении, что рынок непредсказуем;
- невозможность использования «старых», нерыночных инструментов управления, с которыми в тот период ассоциировалась система централизованного планирования;
- отсутствие опыта планирования в условиях рыночной экономики;
- отсутствие подготовленных специалистов (для реализации моделей многовариантных планов) и системы постоянных уточнений и корректировок;
- широкое распространение теневой экономики, исключавшей возможности прозрачной отчетности и планирования.

В результате разработка обоснованных планов, даже для крупных корпораций, стала просто нереализуемой задачей.

В последние годы, по мере стабилизации экономических условий существования и освоения новых подходов, планирование в России становится одним из основных методов управления организациями.

Задачами производственного планирования являются:

- обеспечение целенаправленного развития организации в целом и ее структурных подразделений;
- перспективная ориентация и раннее распознавание проблем развития производства;
- координация производственной деятельности структурных подразделений и работников организации;
- создание объективной базы для эффективного контроля производства;
- мотивация трудовой активности работников организации;
- информационное обеспечение работников организации.

Для достижения поставленных задач в организации должна быть создана разветвленная система планирования: от краткосрочных (ежедневных) графиков до долгосрочных (стратегических) планов существования на срок от двух лет и бо-

лее, разрабатываемых на разных уровнях управления, рассматриваемых как залог эффективного управления организацией в условиях постоянно усиливающейся мировой конкуренции.

## 2.1. Связь операционной деятельности и стратегического менеджмента

Детальное понятие стратегии в менеджменте рассматривает известный ученый Генри Минцберг [7], сформулировавший идеологию пяти «П» стратегии. Первое и наиболее популярное значение стратегии, считает он, есть план разработанной последовательности действий, путеводная линия, которой придерживаются в конкретных ситуациях.

Второе понятие стратегии может быть ловким приемом или «маневром», предпринимаемым с целью перехитрить противника-конкурента. Это немаловажная задача в условиях жесткой конкуренции.

В третьем «П» Г. Минцберг рассматривает стратегию как паттерн. Данный термин имеет много значений, начиная от «модели», «образца», «шаблона» и заканчивая «структурой» или «системой действий». Мы полагаем, что автор имел в виду устойчивую схему действий на значительный период времени. Согласно такому пониманию, стратегия, разработанная заранее и выстраивающаяся по ходу развития событий, есть некая последовательность, система действий в организации.

Четвертое понимание стратегии — стратегия как позиция, т. е. соотношение организации и внешней среды. Стратегия в этом смысле может быть опосредованной силой или посредником между организацией, внешней средой и «областью» рынка товаров.

Наконец, пятое понимание стратегии — как перспективы, и суть ее определяется не только избранной позицией, но и укоренившимся способом восприятия мира. Таким образом, стратегия по отношению к организации, как пишет Г. Минцберг, есть примерно то же, что индивидуальные особенности для человека. Пятое определение предполагает также, что стратегия — это концепция.

В рамках системы планирования деятельности организации (рис. 2.1) высшее руководство определяет миссию компании и объем деловых операций, подлежащих осуществлению в ее рамках (выполняя стратегическое или корпоративное планирование). В отделах, ответственных за выполнение конкретных функций, осуществляется тактическое планирование ресурсов, требуемых для обеспечения успешного функционирования по всем направлениям развития организации. Оперативное планирование позволяет организовывать грамотное распределение ресурсов по производственным мощностям. Процесс разработки планов предполагает активное взаимодействие многих отдельных подразделений и наличие у них тесных контактов. Благодаря процессу планирования в организации усиливаются взаимодействия по уровням управления, поскольку каждый вышестоящий уровень утверждает планы нижестоящих уровней производства, которые, в свою очередь, обеспечивают выполнение планов более высокого уровня.

Дополнительным аспектом постоянного взаимодействия планов разных уровней управления организацией является наличие процедуры обратной связи, которая играет важную роль в планировании деятельности всей организации.

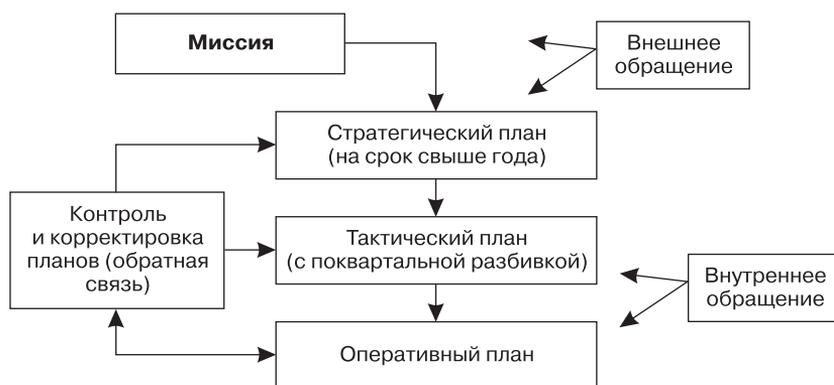


Рис. 2.1. Система планирования деятельности организации

Операционный менеджмент непосредственно связан с потребителями продукции услуг организации, поэтому ранее других служб получает информацию обо всех изменениях рыночной конъюнктуры, характере и масштабе этих изменений, первый выявляет конкретные недостатки в продукции и реакции рынка на обнаруженные дефекты. Всю эту информацию, связанную с деятельностью организации, он обязан передавать в вышестоящие структурные звенья стратегического и тактического управления. Естественно, если речь идет об изменениях в рамках одной стратегической единицы бизнеса или касается короткого периода (например, месяца), то информация поступает на уровень менеджеров среднего звена. При возникновении проблем долгосрочного характера или организации в целом информация по таким вопросам должна непосредственно поступать на уровень топ-менеджеров или подчиненных им служб.

Подобное взаимодействие создает дополнительные условия и предпосылки успешного выполнения всех планов организации, способствует своевременному принятию управленческих решений в сложных условиях изменяющейся рыночной конъюнктуры.

Описанный механизм взаимодействия разных уровней планирования организации свидетельствует о равных возможностях и необходимости всех стадий и уровней плановой деятельности организации.

Цели и планы организации формируются не для закрытого пользования нескольких доверенных лиц — напротив, они предназначены для широкого внутреннего и внешнего обращения. Реализация целей и планов зависит от широкого круга лиц внешней среды: потребителей, инвесторов, поставщиков и т. д.

Успешное функционирование организации требует заблаговременного определения объемов необходимых ресурсов и их распределения внутри производства, обеспечивая тем самым требуемые объемы производственных мощностей.

Понятие *мощности (capacity)* имеет несколько значений: способность системы исполнять ожидаемую от нее функцию; способность рабочего, машины, рабочего центра или организации производить результат (*output*) за определенный период.

При определении понятия мощности в управлении операциями существует несколько ее разновидностей: бюджетная (*budgeted*), производственная (*productive*),

расчетная (*rated and standing*), страховая (*safety*), теоретическая (*theoretical*). В настоящем разделе акцент будет сделан на *производственной мощности*, под которой понимаем способность организации обеспечивать выпуск требуемого объема товаров или предоставления услуг.

При этом собственная мощность компании определяется имеющимися в ее распоряжении ресурсами (оборудованием, количеством и квалификацией работников, способных обслуживать производство, и т. д.) и ограничениями, которые возникают в связи с их использованием.

Любые модификации, происходящие с используемыми ресурсами, оказывают непосредственное влияние на изменение производственной мощности всего предприятия, определяя, в свою очередь, горизонты планирования его деятельности. С целью учета особенностей загрузки производственных мощностей и ресурсных ограничений организации используется технология планирования потребностей в мощностях (*capacity requirements planning – CRM*). Робин Гудфеллоу [15] определяет три массива исходных данных, необходимых для работы механизма CRP (рис. 2.2).

1. Данные о главном календарном производстве, включая данные о плановых заказах по номенклатурным позициям как зависимого, так и независимого спроса.
2. Данные о рабочих участках. Рабочий участок, как отмечает APICS<sup>1</sup> [12], это определенная производственная мощность, состоящая из одной или нескольких машин (людей, оборудования), которая в целях планирования потребностей в мощностях и подробного календарного планирования может рассматриваться как одна производственная единица. По существу, рабочий центр можно считать группой взаимозаменяемого оборудования, расположенной на локальном производственном участке.
3. Данные о технологических маршрутах изготовления номенклатурной позиции. При этом должны быть указаны все сведения о порядке осуществления

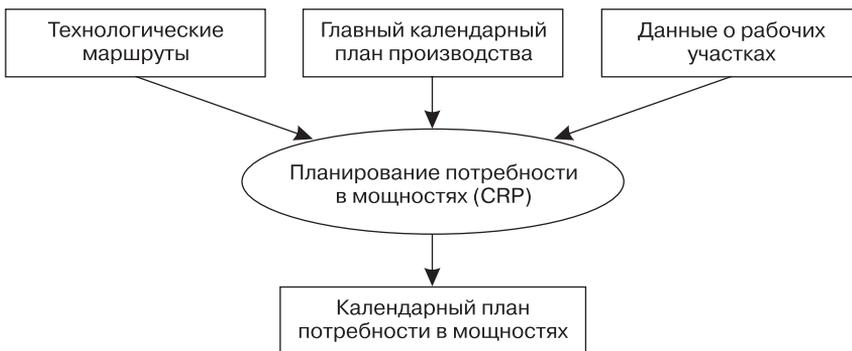


Рис. 2.2. Планирование потребности в мощностях

<sup>1</sup> Американское общество управления производственными запасами (*American production and inventory control society*).

технологических операций и их характеристика (время технологического цикла, персонал, в том числе его количество и квалификация, и т. д.). Именно на основании этих данных формируется загрузка рабочих центров.

Основное достоинство CRP-системы заключается в том, что она информирует обо всех расхождениях между планируемой загрузкой и имеющими мощностями. В результате появляется реальная возможность применения необходимых регулирующих действий. Важным моментом системы является подбор каждому изготавливаемому изделию соответствующего технологического маршрута с описанием ресурсов, необходимых для осуществления операций в каждом рабочем центре. При этом CRP не оптимизирует загрузку, осуществляя лишь расчетные функции по заранее определенной производственной программе согласно описанной нормативной информации [2].

Современные системы планирования ресурсов производства формируются с использованием стандартов MRP II (*manufacturing resource planning*), которые позволяют развить технологию планирования, ориентированную на применение корпоративных информационных систем с постановкой задач управления промышленными организациями на оперативном уровне. При этом обеспечение лиц, принимающих решения, необходимой информацией является основной функцией рассматриваемой системы.

Значимость MRP в управлении производством трудно переоценить, поскольку она информирует о сроках выполнения заказов на закупку, помогает планировать текущие расчеты с поставщиками, определять количество основного производственного персонала, уровень часовых тарифных ставок и нормы времени на выполнение технологических операций (в описании технологических маршрутов), сообщает об объемах и сроках поставки изделий потребителям.

Для повышения достоверности всей результативной информации необходимо обеспечить точность и своевременность входной информации нормативного и оперативного характера во избежание реализации принципа GIGO — *garbage in, garbage out*: «Мусор на входе — мусор на выходе».

Согласно APICS, термин «планирование ресурсов производства» рассматривается как «...метод для эффективного планирования всех ресурсов производственной компании. В идеале он выполняет операционное планирование в натуральных единицах измерения, финансовое планирование в стоимостных единицах и содержит в себе возможности моделирования ответа на вопрос «а что будет, если...?» [12]. Он состоит из множества процессов, каждый из которых связан с другими: бизнес-планирование, планирование производства (планирование продаж и операций), разработка главного календарного плана производства и планирование потребности в материалах, планирование потребности в мощностях и системы поддержки контроля исполнения по мощностям и материалам. Результат таких систем интегрируется с финансовыми отчетами, такими как бизнес-план, отчет о соглашениях по закупкам, бюджет отгрузки и прогноз запасов в стоимостном выражении. Планирование ресурсов производства есть прямое развитие и расширение замкнутого цикла MRP».

Таким образом, анализ работ Робина Гудфеллоу и рекомендаций APICS позволяет построить структуру механизма планирования ресурсов производства (рис. 2.3). Преимуществом такой системы планирования производственных ре-

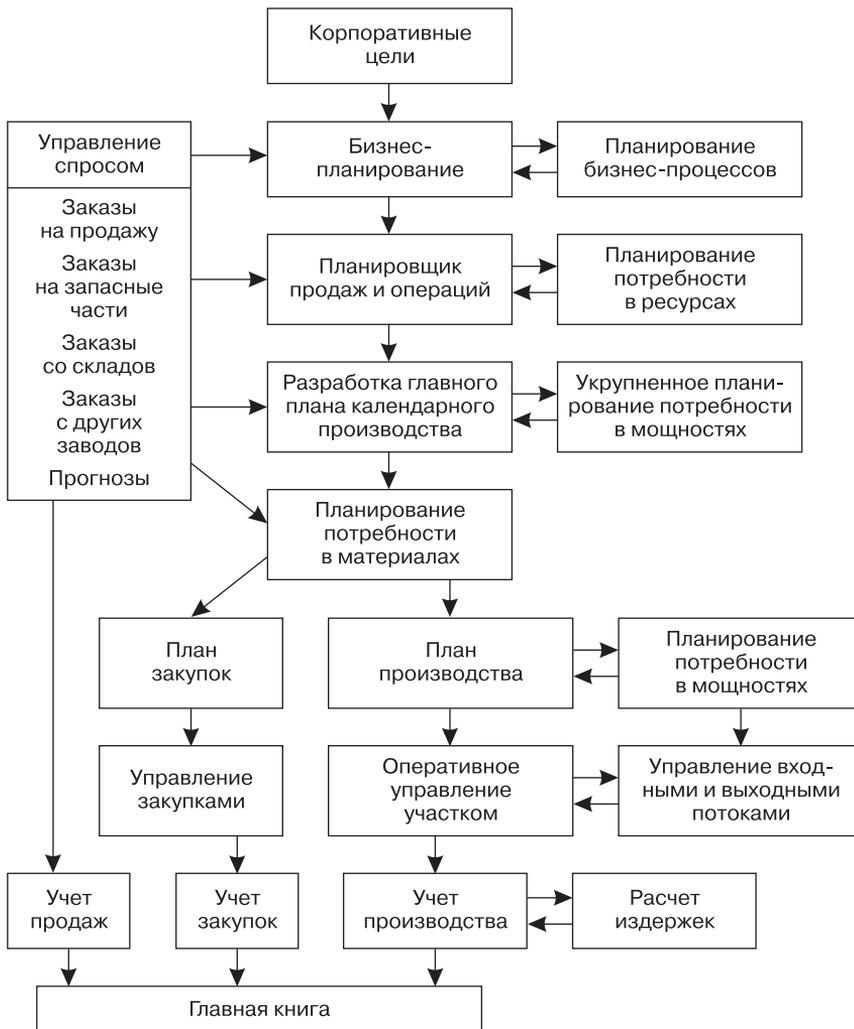


Рис. 2.3. Планирование ресурсов производства

сурсов организации является возможность электронной обработки больших массивов данных с помощью вычислительной техники и упрощение доступа к получаемым данным, что вместе способствует повышению эффективности производства.

## 2.2. Бизнес-планирование

Рассмотрим поэтапно систему планирования производственных ресурсов организации. Стратегическое планирование в организации подразумевает формирование долгосрочного плана развития организации в целом. По мнению Г. Минцберга,

«стратегии выполняют для организации ту же функцию, что шоры для лошадей: они не дают им сбиться с пути, но едва ли позволяют увидеть, что творится вокруг» [7].

В стратегическом плане организации указываются такие аспекты функционирования организации, как:

- обеспечение выпуска номенклатуры товаров и услуг;
- охват географических сегментов обслуживаемого рынка;
- основные направления повышения эффективности деятельности организации. Стратегический план, сформированный на основе миссии организации и ее стратегических целей, обеспечивает общее долгосрочное руководство организацией и позволяет привлекать требуемый объем инвестиций, уменьшать неопределенность поведения сотрудников и концентрировать их внимание на поиске путей достижения высоких результатов, упрощая иные аспекты ведения бизнеса.

В основе классического стратегического планирования деятельности организации лежит бизнес-планирование, сущность которого заключается в принятии решений по вопросам управления организацией с учетом внешних (динамичность рынка, цены на ресурсы, процентные ставки, курсы валют и т. д.) и внутренних факторов влияния. Динамика изменений во внешней среде, если она не подвластна воздействию менеджмента организации, может сильно повлиять на первоначальные цели организации и сформулированные на их основе планы. Поэтому планы требуют постоянной корректировки, что влияет на частичную утрату возможности использования системы планирования для оценки достижения ранее поставленных целей. Использование механизма корректировки годовых планов, направленного на учет изменения внешних условий, позволяет скрывать возможные недостатки и ошибки в работе менеджмента компании, что неизбежно снижает эффективность плановых инструментов.

По мнению Р. Дафта [3], бизнес-планирование в первую очередь связано с созданием новых фирм или организацией новых бизнес-процессов. Он справедливо считает, что бизнес-планы могут иметь разную структуру. Тем не менее типичный бизнес-план содержит следующие элементы:

- миссия, или видение компании (резюме);
- информация об отрасли и рынке;
- данные о поставщиках;
- информация о численности персонала и описание должностей;
- финансовая информация, показывающая источники и направления использования инвестиций и будущей прибыли;
- планы производства товаров или услуг, включая планировку предприятий и производственные графики;
- описание политики фирмы по предоставлению кредитов покупателям;
- юридические вопросы (лицензии, патенты, налоги и законодательные ограничения);
- критические риски проектов.

Р. Дафт подчеркивал, что резюме является очень ответственной частью бизнес-плана, оно должно быть кратким (до трех страниц). В нем даются важнейшие характеристики — *что? как? почему? где?*

В разделе *Описание бизнеса* приводится краткая история отрасли и компании, описывается потенциал нового предприятия (проекта), выделяются все уникальные и отличительные черты.

*Маркетинговая часть* должна убедить в том, что прогноз сбыта в конкурентной борьбе будет выполнен. В этом разделе определяются целевой рынок и позиции фирмы, оцениваются конкуренты и возможности (преимущества) фирмы, описываются ценовая стратегия, планы рекламной компании и др. Следует также описать, что уже сделано, структуры финансовых ресурсов, варианты их формирования, источники получения и направления использования, а также представить бюджет.

В разделе *Производство* необходимо показать преимущества расположения фирмы, наличие или потребность в помещениях, сооружениях, оборудовании и др.

В разделе *Описание рисков* следует перечислить инвесторам все потенциальные риски и дать им оценку. В заключении необходимо привести план работ или график выполнения всех частей проекта.

Роберт Грант [2] считает, что в крупных компаниях бизнес-планы, входящие в состав стратегического планирования, первоначально разрабатываются по направлениям деятельности (бизнеса) и после обсуждения на корпоративном уровне и утверждения советом директоров формируются в виде единого корпоративного плана. Стратегические планы, как правило, составляются на 3 года или 5 лет и объединяют инициативы, исходящие *сверху* (указания по поводу ожидаемых показателей исполнения работ и основные стратегические инициативы) и идущие *снизу вверх* (бизнес-планы, составленные на основе предложенных стратегий и финансовых прогнозов отдельных подразделений компании и ее бизнес-единиц). Итоговый стратегический корпоративный бизнес-план включает:

- заявление о целях;
- ряд предположений и прогнозов относительно основных трендов во внешней среде, на которые должна отреагировать компания;
- качественное заявление о том, как будет меняться структура бизнеса в различных географических районах и секторах, а также о том, как будет компания укреплять свое конкурентное преимущество;
- конкретные шаги по реализации решений и проектов с указанием точных дат выполнения;
- ряд финансовых прогнозов, включая смету капитальных затрат и операционных бюджетов.

Типичный цикл стратегического планирования по Р. Гранту представлен на рис. 2.4.

Усиление неустойчивости окружающей среды привело к тому, что процессы стратегического планирования стали менее формализованными и более гибкими. Произошел сдвиг стратегического планирования с позиции контроля выполнения всех решений и использования ресурсов в СБЕ (стратегических бизнес-единиц).

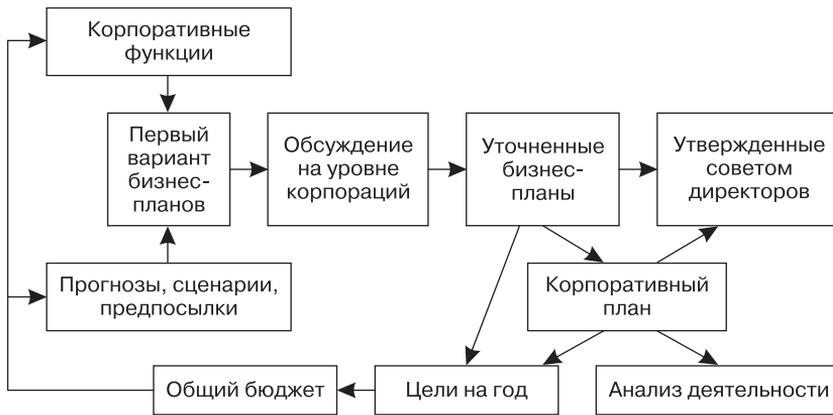


Рис. 2.4. Типичный цикл стратегического планирования по Р. Гранту

цах), подразделениях и отделах в сторону усиления позиций координации, когда стратегический процесс делает акцент на диалоге, включающем обмен знаниями и достижение соглашений.

Рассматривая вопросы стратегического планирования в одной из крупнейших ТНК — компании *EXXON*, Р. Грант отмечает, что стратегическое планирование для бизнеса в растущем секторе может осуществляться на 10 лет, для бизнеса в угасающем секторе и для компаний в отраслях химии и нефтехимии — на 5 лет. Корпоративные планы и финансовые прогнозы претерпевают при этом многократные уточнения и корректировки.

Альтернативой механизму постоянной корректировки планов является возможность расширения использования в процессе планирования не только абсолютных (например, объем производства продукции в натуральном и денежном выражении, производительность труда, прибыль и др.), но и относительных показателей. В бизнес-планировании используются плановые относительные показатели соотношения экономических величин, которые характеризуют требования:

- к положению компании на рынке (доля на рынке, занимаемая компанией);
- к отдаче на капитал (ROE, ROIC и др.);
- к эффективности производства и ее производных (OIBDA margin и ее производные);
- к соотношению собственных и заемных средств;
- к покрытию заемных средств поступлениями от текущей деятельности (отношениями долгов организации к OIBDA, покрытию процентов за счет поступлений от текущей деятельности).

В отличие от абсолютных относительные показатели характеризуются большей устойчивостью по отношению к изменениям внешних условий, что расширяет возможности их использования и горизонты планирования. При этом чем больше временной интервал (горизонт планирования), тем выше значение относительных показателей.

Долгосрочное бизнес-планирование оказывает влияние на характер деятельности и объем производственных мощностей организации. В процессе общего долгосрочного бизнес-планирования определяется объем основных капиталовложений, производственных мощностей, их тип и размер. Для видов деятельности, требующих длительного периода реализации, планирование должно осуществляться заблаговременно, поскольку на их реализацию может быть затрачено значительное время. Например, для организации строительства нового предприятия на первом этапе необходимо приобрести земельный участок, получить соответствующие разрешения на строительство от всех необходимых инстанций, найти генерального подрядчика для выполнения работ, а также определиться с выбором оборудования, проложить инженерные сети и т. д. Кроме того, производственные мощности организации (помещения, находящееся в них оборудование и т. д.) сложно быстро увеличить в среднесрочном периоде. В некоторых случаях собственные мощности можно расширить за счет аренды дополнительных помещений за пределами организации, а также за счет изменений технологических решений о собственном производстве комплектующих изделий с целью приобретения исходных комплектующих у поставщиков.

Для детализации вопросов, рассматриваемых в бизнес-планах, в организациях ежемесячно проводятся собрания руководящего состава, часто называемые «собрания по вопросам планирования производственных операций и сбыта». Задача таких собраний заключается в координации оперативных решений и среднесрочных планов различных функциональных подразделений, а на их основе — в корректировке долгосрочных бизнес-планов, направленных на достижение установленных целей организации. Чаще всего данный этап осуществляется под руководством генерального менеджера организации и руководителей функциональных подразделений (производственного отдела, отдела маркетинга, финансового отдела и т. п.). Результатом совместной работы руководителей различных служб организации является разработка уточненного бизнес-плана развития организации на среднесрочный период, в том числе и планирование бюджетов по уровням компании, которое, например, дает возможность:

- производственному отделу — скорректировать свою деятельность в области необходимости производства продукции и определить ее качественные характеристики;
- финансовому отделу — определить альтернативные варианты финансового обеспечения производства;
- проектному отделу — выявить направления развития и совершенствования продукции; на основе данных бухгалтерской отчетности — составить прогноз затрат.

В настоящее время прослеживаются тенденции по устранению проблем, которые возникают при традиционном подходе к стратегическому планированию и бюджетированию. Эти тенденции известны под названиями: «передовое бюджетирование» (*advanced budgeting*) и «внебюджетное планирование» (*beyond budgeting*).

Сторонники первого подхода подчеркивают необходимость разработки бюджетов на основе стратегических целевых показателей. Для этого бюджетное планиро-

вание связывается предложенными Р. Капланом и Д. Нортоном стратегическими картами [4]. Эта модель предполагает также использование гибких скользящих бюджетов, современного программного обеспечения, относительных саморегулирующих целей, бюджетов, ориентированных на процессы [5].

Концепция «внебюджетного планирования» зародилась в 1998 г. как результат научно-практических исследований международной рабочей группы по прогрессивным технологиям, направленным на разработку новой модели менеджмента для перехода от промышленной к информационной эре. При этом были учтены следующие положения:

- акционеры-собственники заинтересованы в «наилучшей» эффективности;
- нематериальные активы имеют решающее значение;
- инновационный процесс протекает бурно;
- глобализация приводит к снижению цен;
- клиенты не отличаются постоянством;
- инвесторы и надзорные органы требуют строгого соблюдения этических норм.

Приведение внутрифирменного планирования в соответствие с особенностями информационной экономики потребовало:

- повышения гибкости и адаптивности планов;
- снижения затрат на планирование;
- создания механизмов планирования, ориентирующих работников на создание устойчивых конкурентных преимуществ;
- разработки инструментов планирования, стимулирующих предпринимательство, творческую активность и соблюдение этических норм [10].

В публикациях Дж. Хоупа и Р. Фрейзера [11] рассказывается о возможностях применения концепции «вне бюджетирования» на зарубежных предприятиях автомобильной, химической, пищевой промышленности, в транспортных, торговых, страховых, банковских, телекоммуникационных, туристических организациях, а также в IT-компаниях.

В целом концепция «вне бюджетирования» предлагает отказаться от бюджетов как инструментов контроля, а вместо них использовать скользящие прогнозы, систему сбалансированных показателей, измерение показателей производительности и услуг с ориентацией на процессы, непрерывное планирование, бенчмаркинг (от англ. *benchmark*). Бенчмаркинг — это метод использования чужого опыта, передовых достижений лучших компаний, подразделений собственной компании, отдельных специалистов для повышения эффективности работы, производства, совершенствования бизнес-процессов. Он основан на анализе конкретных результатов и их использовании в собственной деятельности.

Преимущества, получаемые организациями при отказе от бюджетирования:

- 1) сокращение длительности процесса установления целей и планирования ресурсов (до 95% времени, затрачиваемых на подготовку бюджетов и прогнозирование);

- 2) стимулирование непрекращающегося поиска более высоких уровней эффективности, поскольку бюджет больше не ограничивает затраты снизу;
- 3) повышение гибкости и адаптивности планов, сокращение времени на корректировки плановых показателей (относительные показатели, выражающие цели, требуют меньшего количества корректировок по сравнению с абсолютными);
- 4) согласование действий менеджеров со стратегическими задачами, а не с узкими интересами подразделений;
- 5) повышение плановой и отчетной достоверности информации, поскольку нет фиксированных границ достижения цели; у менеджеров среднего звена нет необходимости манипулировать показателями или представлять их в таком виде, который может исказить реальные обстоятельства;
- 6) в результате в целом по организации сокращаются затраты на планирование.

### 2.3. Производственный план

Процесс бизнес-планирования позволяет координировать действия всех функциональных подразделений компании.

Производственный план разрабатывается как часть среднесрочного бизнес-плана, за реализацию которого отвечают операционные функциональные отделения. Применительно к сервисным организациям он называется операционным планом. Именно в производственном плане устанавливаются объемы выпускаемой организацией продукции в определенном периоде, т. е. именно в производственном плане определяются производственные мощности организации. Производственная мощность может быть обозначена в абсолютных величинах (в денежном выражении, тоннах, галлонах, количестве обслуживаемых клиентов и т. п.) или относительных (единицах условного продукта, отражающих взвешенное среднее определенного вида продукта или группы продуктов). Принято выделять несколько видов производственных мощностей.

- *Проектируемая мощность* — максимальная производственная мощность, которая может быть достигнута в идеальных условиях функционирования организации.
- *Эффективная мощность* — характеризует тот уровень максимальной производственной мощности, которого может достичь организация при данных условиях функционирования. Этот вид мощности измеряется в различных коэффициентах — использования мощности (рассчитываемый как отношение текущей мощности к проектируемой), эффективности (отношение уровня производительности к возможной загрузке).
- *Нормативная мощность* — используется при плановых расчетах загрузки ресурсов организации, рассчитывается как произведение проектируемой мощности и коэффициента эффективности.

На основе производственного плана составляются среднесрочные и краткосрочные планы организации по выпуску конкретной продукции, определяются

сроки производства в согласовании с другими функциями организации. Средне-срочное планирование производственных мощностей, которое может называться тактическим, заключается в составлении месячных и квартальных планов на период до одного года. Для измерения мощности в данном случае используются такие ресурсы, как рабочая сила, оборудование, материалы, оснастка, возможности субподрядов и др. При оперативном планировании производственных мощностей составляются планы на смену, неделю или декаду. Для определения производственных мощностей учитываются изменения технологических маршрутов, перераспределение персонала, необходимость сверхурочной работы и т. п.

Для осуществления закупок конкретных материалов, а также для составления графиков производства отдельных видов продукции с точными условиями выпуска продукции на основе производственного плана разрабатывается *главный календарный план производства (master production schedule — MPS)*.

В качестве примера рассмотрим организацию, занимающуюся производством микроволновых печей. Задания производственного плана можно выразить в «условных единицах» продукции или в количестве микроволновых печей, которые компания планирует выпускать ежемесячно на протяжении года. Семейство товаров, выпускаемых организацией, можно описать с различным уровнем детализации (по цветовому признаку, по наличию дополнительных функций и т. п.). Для примера обратимся к рис. 2.5. На самом верхнем уровне — вся номенклатура изделий, представленная в форме агрегированной микроволновой условной печи. Следующие уровни детализации представляют дальнейшее разбиение семейства микроволновых печей на группы, а именно — с грилем и без. Более низкий уровень планирования подразумевает идентификацию конкретных моделей и их характеристик, что позволит отделу снабжения закупать необходимые сырье и материалы для производства. По существу, производственный план подразумевает такую глубину уточнения, которая опишет каждую конкретную модель микроволновой печи, планируемой к выпуску в организации.

Самым главным ограничением при составлении производственных планов является широта временных рамок планирования — чем они уже, тем точнее прогнозы. Главный календарный план производства не должен включать точных прогнозов, поскольку он может подвергаться значительным изменениям еще до начала производства. В то же время, приближаясь к периоду производства, коли-



**Рис. 2.5.** Агрегирование продуктов для составления производственного плана организации по выпуску микроволновых печей

чественное выражение заданий производственного плана необходимо распределять по конкретным изделиям. В результате непосредственно для периода производства разрабатывается детальный MPS.

## **2.4. Агрегированное планирование: обеспечение мощностей для выполнения производственного плана**

Успешному функционированию производства способствует своевременное обеспечение операционной системы мощностями, необходимыми для выполнения требований производственного плана, которые формируются на основании оценки планов организации менеджерами. Еще одно преимущество производственного плана — прогнозирование производственных мощностей на долгосрочную перспективу. В результате появляется возможность своевременной корректировки загрузки производственных мощностей, особенно важная для организаций, подверженных сезонным колебаниям. При этом самым распространенным способом планирования мощностей является агрегированное планирование, которое направлено на определение объемов и сроков производства в среднесрочном периоде (от 3 до 18 месяцев). Термин «агрегирование» означает укрупнение, объединение нескольких видов ресурсов и показателей программ в общие, сводные показатели и группы. Необходимыми принципами агрегированного планирования являются:

- его осуществимость — потребности во внутренних мощностях не должны выходить за рамки возможностей операционной системы организации;
- его оптимальность — определение способа удовлетворения потребностей организации в производственных мощностях с учетом всех имеющихся ресурсов, минимизации их использования и максимизации возможностей производства.

В основном в процессе агрегированного планирования используются три параметра: количество рабочей силы; уровень производства; объем материальных запасов организации. Формы агрегированного планирования напрямую зависят от размеров и направлений деятельности организации: в крупных — это специальные программные задания, рассчитанные с применением ряда соответствующих методов; в средних — расчеты необходимой численности работников, оборудования и материальных ресурсов.

Стратегия регулирования объема производственных мощностей путем сглаживания колебаний спроса в периоде планирования за счет одной переменной называется «чистой» стратегией; если же учитываемых переменных больше, то применяется «смешанная стратегия». Рассмотрим некоторые факторы оценки затрат, которые могут оказать влияние на регулирование производственных мощностей организации (табл. 2.1).

Несмотря на достаточную сложность агрегированного планирования (в связи с необходимостью учета большого количества различных факторов), в некоторых случаях оно позволяет сэкономить значительные средства. К примеру, закономерность спроса представлена на рис. 2.6.

**Таблица 2.1.** Стратегии удовлетворения неоднородного спроса

Методы	Характеристика затрат
<i>1. Стратегия: погашение колебаний спроса посредством изменения объема материальных запасов, или перераспределение спроса</i>	
Хранение произведенной продукции на складах до момента возникновения спроса на нее	Затраты на хранение материальных запасов
	Ограничение применения метода для сервисных организаций: в связи с невозможностью хранения результатов работы — вынуждены комплектовать персонал в расчете на максимальный уровень спроса и/или перераспределять спрос
Договоренность с заказчиком об отсрочке поставки продукции или предоставлении услуг до момента высвобождения производственных мощностей	Издержки, связанные с отсрочкой получения выручки; возможная потеря заказчиков
	Ограниченное применение в организациях, производящих скоропортящиеся продукты
Реализация специальных маркетинговых мероприятий, направленных на перераспределение спроса на периоды слабого спроса	Затраты на рекламу, систему скидок или программы продвижения продукции на рынок
	Требуют организации тесного взаимодействия различных функциональных подразделений организации
<i>2. Стратегия: изменение объема производства в соответствии с колебаниями уровня спроса</i>	
Гибкое использование рабочего времени (сверхурочная работа или перерывы в работе) без изменения количества рабочей силы	Затраты на выплату надбавок за сверхурочную работу
	Ограничение применения метода: сокращена продолжительность выполнения профилактических работ без прерывания производственного процесса
Комплектование персонала в расчете на обеспечение высокого уровня производства без привлечения к сверхурочным работам	Избыточные издержки на оплату труда в периоды слабого спроса
	Использование работников в периоды слабого спроса для выполнения отложенных профилактических работ или альтернативных работ по замещению должностей со схожими функциональными обязанностями
Заключение субконтрактов с другими фирмами на выполнение необходимых работ	Затраты складываются из накладных расходов организации и подрядчиков, получение последними части прибыли
	Использование мощностей других организаций повышает вероятность потери контроля над выполнением графика работ и качеством продукции
Пересмотр решений о собственном производстве или закупке изделий в период полной загрузки производственных мощностей	Непроизводительное расходование времени квалифицированных специалистов, оборудования и инструментальной оснастки в периоды слабого спроса
	Методы требуют капиталовложений в объеме, достаточном для обеспечения пикового уровня производства; в периоды слабого спроса часть производственных мощностей остается неиспользованной
<i>3. Стратегия: изменение количества рабочей силы с целью варьирования объема производства в соответствии с колебаниями спроса</i>	
Привлечение дополнительного персонала по мере повышения уровня спроса	Затраты, связанные с наймом персонала (рекламные расходы, расходы на проведение собеседований, на подготовку и т. д.)
	Увеличение затрат на выплату надбавок при организации сменной работы. Уровень квалификации работников снижается, поскольку всегда существует спрос на высокопрофессиональные кадры, которые,

Методы	Характеристика затрат
	в свою очередь, стремятся получить более стабильные условия труда, в том числе у организаций-конкурентов
Увольнение рабочих по мере падения спроса на продукцию	Затраты на выплату выходных пособий и на страхование от безработицы; издержки, связанные со снижением эффективности работы компании из-за плохой моральной обстановки в коллективе (например, рабочих с большим трудовым стажем продвигают на выполнение трудовых обязанностей, для которых у них недостаточно квалификации, увольняя при этом рабочих с меньшим трудовым стажем)
	Капиталовложение с целью повышения их эластичности и гибкости производственных мощностей

Предположим, в организации принято решение привести уровень производства в соответствие с уровнем спроса на продукцию путем экстенсивного развития производства (увеличения численного состава работников, количества оборудования, введения дополнительных материальных запасов и т. п.). Такая стратегия носит название «сглаживания спроса» (рис. 2.6, а). За счет дополнительных инвестиций в увеличение производственных мощностей она позволяет обеспечивать возрастающие объемы спроса. В данном случае возрастающие объемы капиталовложений могут использоваться в полном объеме только в периоды максимальной нагрузки, уровень затрат на рабочую силу тоже резко увеличивается, а у рабочих возрастает неуверенность в завтрашнем дне.

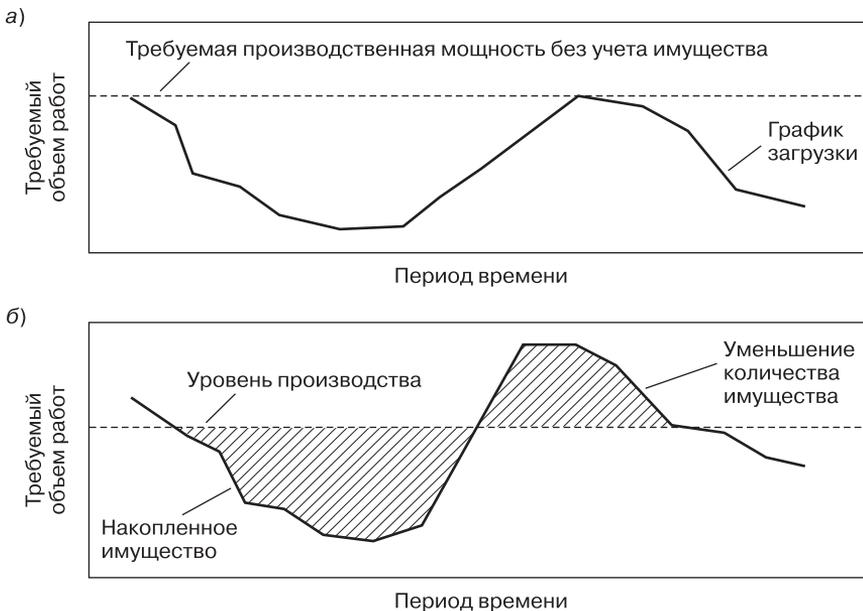


Рис. 2.6. Профиль загрузки производственных мощностей промышленной организации, зависящей от сезонных продаж

Если же в организации имеются материальные запасы, она может обеспечивать более высокие уровни загрузки существующих производственных мощностей даже при меньших объемах капиталовложений. Одновременно возрастает уверенность рабочих в стабильности работы и в своем будущем, что положительно сказывается на мотивации их труда и производительности. Материальные запасы могут накапливаться в организации в периоды низкого уровня спроса. Когда же повышается спрос на продукцию организации, то она увеличивает свои производственные мощности за счет резервов. При этом используется «стратегия выравнивания уровня производства» — она позволяет при неизменном уровне производства либо накапливать, либо сокращать материальные запасы, учитывая ограниченность сроков хранения многих материальных ресурсов, а также фактор стоимости.

### Методы агрегированного планирования

При проведении агрегированного планирования менеджеры могут использовать несколько методов, наиболее распространенными среди них являются:

- метод проб и ошибок, или, как часто его называют, интуитивный метод;
- графический и табличный метод;
- математические подходы, включая линейное программирование, линейные правила принятия решений, модель управляющих коэффициентов, компьютерное моделирование.

Рассмотрим каждый из приведенных методов.

**Метод проб и ошибок** предусматривает оценку производственных затрат по нескольким альтернативным вариантам использования ресурсов для обеспечения требуемой производственной мощности организации. Подразумевает оценку менеджерами альтернативных вариантов до тех пор, пока не будет найден оптимальный план агрегированного плана.

Часто одновременно с этим методом используются *методы графического и табличного представления данных*, которые весьма популярны в силу доступности для понимания и использования. Их основу составляет рассмотрение нескольких переменных одновременно, что значительно упрощает процесс сравнения данных менеджером.

Преимуществом данного метода является простота применения, так как он не требует специального инструментария. Специальные программы позволяют достаточно быстро рассчитывать коэффициенты затрат и взаимосвязи переменных.

К недостаткам его относится необходимость значительных затрат времени для оценки каждого из альтернативных вариантов; создание специальных таблиц для каждого из них; необходимость периодически повторять все этапы метода; необходимость использовать специальные дорогостоящие компьютерные программы, рассчитывающие необходимые переменные и определяющие их взаимосвязи.

Рассмотрим пример агрегированного плана на основе метода проб и ошибок. Для этого выполним оценку некоторых вариантов операционной стратегии для некоего НПО, на продукцию которого существует сезонный спрос. Задачей примера является иллюстрирование применения метода проб и ошибок в процессе оценки альтернативных вариантов агрегированного планирования. В данном при-

мере в качестве основы берется предположение, что плановый период начинается и завершается одинаковыми показателями численности рабочей силы и объема материальных запасов.

Прогнозируемый уровень спроса в каждом плановом периоде смещен на более ранний период, когда необходимо выпустить достаточное количество продукции. Данные об уровне спроса, а также об объеме производства, требуемом для обеспечения этого спроса, отражены в табл. 2.2.

**Таблица 2.2.** Оценка производственных потребностей НПО (по месяцам)

Месяц	Прогнозируемая производственная потребность (по месяцам, ед. продукции)	Суммарная производственная потребность
Январь	1600	1600
Февраль	1400	3000
Март	1200	4200
Апрель	1000	5200
Май	1500	6700
Июнь	2000	8700
Июль	2500	11 200
Август	2500	13 700
Сентябрь	3000	16 700
Октябрь	3000	19 700
Ноябрь	2500	22 200
Декабрь	2000	24 200

На основе представленных данных отобразим закономерности формирования спроса и предложим возможные стратегии агрегированного планирования (рис. 2.7).

На рис. 2.7 представлены альтернативные стратегии, подлежащие оценке. Стратегия отслеживания подразумевает изменение количества рабочей силы для увеличения фактического суммарного объема производства до уровня суммарной производственной потребности (на графике это линия «суммарная производственная потребность»). Выстраивание «стратегии постоянного уровня производства» заключается в приспособлении производства ко всем колебаниям спроса путем формирования материальных запасов, накопленных за определенный промежуток времени. При реализации смешанной стратегии варьирует как объем производства, так и объем накопления материальных запасов.

По оценкам менеджеров организации, на изготовление одного «условного продукта» требуется 50 ч. Исходя из 40-часовой рабочей недели, каждый работник в месяц обрабатывает 160–168 рабочих часов, а это означает, что в среднем он может изготовить 3,28 условного продукта в месяц. Однако в процессе агрегированного планирования не учитывается возможность изготовления изделия несоответствующего качества или иных характеристик, чем планировалось ранее. Это, в свою очередь, влечет за собой необходимость исправления отклонений. По оценкам специалистов организации, наем работника обходится в 12 тыс. руб. (в ценах

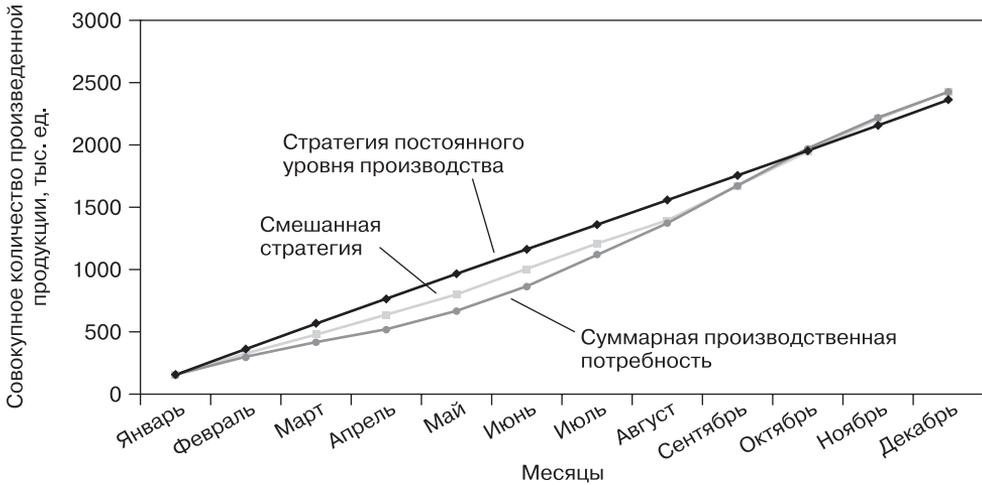


Рис. 2.7. Альтернативные производственные стратегии организации

2007 г.), а увольнение — в 15 тыс. руб. Расчеты также показывают, что в резервном запасе имеет смысл хранить около 1 тыс. ед. продукции, хотя бы до периода, когда спрос достигнет максимального уровня, причем этот объем запасов должен быть в распоряжении организации уже на начало периода составления агрегированного плана. Затраты на хранение единицы продукции составляют 300 руб. в месяц.

В соответствии с маркетинговыми исследованиями спрос на продукцию организации остается на том же уровне, что и в предыдущие годы. Соответственно и количество работников, а также производственных ресурсов планируется на уровне предыдущих лет. Это же допущение принимается для всех альтернативных стратегий организации.

В реальности менеджеры постоянно рассчитывают изменения в объемах материальных запасов на протяжении года по сравнению с начальным периодом. Одновременно изменяется закономерность формирования спроса на протяжении всего года, следующего за плановым периодом, что влечет за собой изменения в количестве привлекаемых дополнительных ресурсов.

В качестве «чистой» стратегии, которую может применить НПО в процессе агрегированного планирования, — изменение количества рабочей силы, которая включает дополнительный найм и увольнение работников в случае необходимости для обеспечения требуемого количества рабочего времени на производство продукции. В данном случае на графике это представляет собой «суммарную производственную потребность». Рассчитаем затраты на реализацию указанной стратегии (табл. 2.3).

В основу расчетов табл. 2.3 заложены данные с учетом занятых в организации работников — 250 чел., текучесть кадров отсутствует, имеются сезонные колебания.

В некоторых случаях организации используют практику отсрочки выполнения заказов (в более поздние сроки, чем предусмотрено заказом, либо когда накопи-

вается достаточный объем запасов). Расчетный период агрегированного плана в таком случае начинается с момента, следующего за периодом максимального спроса. Дополнительный объем материальных запасов при этом может быть накоплен в один из предшествующих периодов, в течение которого уровень спроса был ниже уровня производства, а реализован позже, с учетом превышения уровня потребления над уровнем производства.

**Таблица 2.3.** Затраты на изменение численности работников

Месяц	Прогнозируемый спрос на продукцию (по месяцам, ед. продукции)	Количество рабочих, требуемое на протяжении месяца (округлено)	Количество рабочих, дополнительно нанятых в начале месяца	Количество рабочих, уволенных в начале месяца	Затраты на изменение численности рабочих (12 тыс. руб. × ст. 4 или 15 тыс. руб. × ст. 5), руб.
Январь	1600	190	0	48	720 000
Февраль	1400	167	0	23	345 000
Март	1200	143	0	24	360 000
Апрель	1000	119	0	24	360 000
Май	1500	179	60	0	720 000
Июнь	2000	238	59	0	708 000
Июль	2500	298	60	0	720 000
Август	2500	298	0	0	0
Сентябрь	3000	357	59	0	708 000
Октябрь	3000	357	0	0	0
Ноябрь	2500	298	0	59	885 000
Декабрь	2000	238	0	60	900 000
Итого затрат на изменение численности работников			238	238	6 426 000
Затраты на хранение 1 тыс. ед. материальных запасов					230 000
Итого общих затрат					6 656 000

Согласно данным табл. 2.4, компании необходимо выпустить 24 200 условных единиц продукции за 12 месяцев; таким образом, средний объем ежемесячного производства должен составлять 2016,67 ед. продукции. Для этого необходимы 240 работников. Затраты на хранение единицы продукции — 300 руб. в месяц при среднем объеме материальных запасов, в том числе промежуточных материалов и продукции. Расчет затрат приведен в табл. 2.4.

Однако это далеко не все стратегии, которые могут быть использованы при агрегированном планировании в организации при неоднородном спросе. В рассматриваемом примере можно рассмотреть как чистые, так и смешанные стратегии. В частности, возможно рассмотрение неизменного количества работников с использованием их труда в сверхурочное время. Кроме того, существует возможность выполнения работ по субконтрактам в период пиковых нагрузок в производстве из-за повышенного уровня спроса на продукцию организации. Можно

также использовать смешанные стратегии, включающие сочетание субконтрактов и использование сверхурочных работ, а также накопления материальных запасов. Однако при этом необходимо учитывать, что количество параметров, принимаемых во внимание при планировании, резко увеличивается, что приводит к усложнению решаемой задачи.

**Таблица 2.4.** Затраты на использование материальных запасов при неизменном количестве рабочей силы и постоянном уровне производства

Месяц	Количество месяцев планового периода	Суммарное количество выпущенных ед. продукции (2) × 2016	Совокупный прогнозируемый спрос	Избыток продукции + резервный запас (3) – (4) + 1000	Затраты на хранение материальных запасов (300 руб. × (Запас на начало месяца + Запас на конец месяца) / 2)
Январь	1	2016	1600	1416	424 800
Февраль	2	4032	3000	2032	517 200
Март	3	6048	4200	2848	732 000
Апрель	4	8064	5200	3864	1 006 800
Май	5	10 080	6700	4380	1 236 600
Июнь	6	12 096	8700	4396	1 316 400
Июль	7	14 112	11 200	3912	1 246 200
Август	8	16 128	13 700	3428	1 101 000
Сентябрь	9	18 144	16 700	2444	880 800
Октябрь	10	20 160	19 700	1460	585 600
Ноябрь	11	22 176	22 200	976	365 400
Декабрь	12	24 192	24 200	992	295 200
Итого затрат					9 708 000

Смешанная стратегия агрегированного планирования применяется, если руководство фирмы заинтересовано в установлении невысокого постоянного уровня производства в начальный период планового года и более высоком уровне на второй период. Это позволит сократить объем материальных запасов и как результат – уровень затрат на их хранение, вариацию численности рабочей силы.

С использованием данных о деятельности НПО рассмотрим особенности применения данной стратегии. За первый период горизонта планирования организации необходимо выпустить 1600 ед. продукции, если не было сделано накопления материальных запасов. Для этого требуется задействовать 190 рабочих. При планировании за основу берется количество работников исходя из 200 чел. на первую половину года. При этом не учитываются показатели прогулов, саботажа производства, пропуски по болезни. К концу планового периода организации необходимо выпустить 24 200 ед. продукции. Последнее подразумевает, что в течение 7 месяцев компания должна произвести 15 848 ед. продукции (суммарное перепроизводство продукции за 7 месяцев – в табл. 2.4), что в среднем составляет 2264 ед. в месяц. Для этого к производству необходимо привлечь 317 производственных рабочих, которые будут способны произвести до 2662,8 ед. продукции

в месяц. В результате возникнет необходимость дополнительно в начале сентября нанять 117 работников, а в конце года их уволить, чтобы сократить среднесписочный состав в 200 чел.

Использование смешанной стратегии позволит организации накопить определенный объем материальных запасов в начале производственного года (табл. 2.5).

**Таблица 2.5.** Затраты на реализацию смешанной стратегии

Месяц	Количество работников	Объем производства в месяц, шт.	Суммарный объем производства, шт.	Совокупный прогнозируемый спрос, шт.	Избыток продукции + резервный запас (4) – (5) + 1000	Затраты на хранение материальных запасов (300 руб. × (Запас на начало месяца + Запас на конец месяца) / 2)	Затраты на изменение количества работников
Январь	200	1600	1600	1600	1000	300 000	
Февраль	200	1600	3200	3000	1200	330 000	
Март	200	1600	4800	4200	1600	420 000	
Апрель	200	1600	6400	5200	2200	570 000	
Май	200	1600	8000	6700	2300	675 000	
Июнь	317	1600	9600	8700	1900	630 000	
Июль	317	2662,8	12 263	11 200	2063	594 420	1 404 000
Август	317	2662,8	14 926	13 700	2226	643 260	
Сентябрь	317	2662,8	17 588	16 700	1888	617 100	
Октябрь	317	2662,8	20 251	19 700	1551	515 940	
Ноябрь	317	2662,8	22 914	22 200	1714	489 780	
Декабрь	317	2662,8	25 577	24 200	2377	613 620	1 755 000
Итого						6 399 120	3 159 000

При этом средний накапливаемый объем запасов на протяжении месяца будет составлять их среднеарифметическую величину, а затраты на хранение единицы продукции будут составлять 300 руб., в результате расчетная сумма затрат будет 9 558 120 руб.

При сравнении объема затрат на реализацию смешанной стратегии указанного типа с использованием вышеприведенных «чистых» стратегий (с изменением только количества рабочей силы или материальных запасов) видно, что он несколько ниже.

Приведенные примеры использования агрегированного планирования показывают:

- необходимо учитывать большое количество параметров при использовании метода проб и ошибок, поэтому использование программного обеспечения в данном случае реально упрощает деятельность менеджеров;
- смешанная стратегия в некоторых случаях может быть более выгодной с экономической точки зрения (исключение: когда уровень затрат на хранение материальных запасов меньше затрат по другим переменным);
- для выбора оптимальной стратегии, минимизирующей затраты, необходимо выполнить оценку альтернативных вариантов стратегий.

При использовании агрегированного планирования в организациях сферы обслуживания основным ограничением выступает отсутствие такой переменной, как накопление материальных запасов. Иные же переменные, такие как численность рабочей силы, использование сверхурочных работ и перерывов в работе, могут быть использованы и в агрегированном планировании деятельности сервисных организаций. Штрафные санкции за задержку предоставления услуг клиентам аналогичны штрафным санкциям за отсрочку выполнения заказа. Кроме того, необходимо тщательно анализировать колебания уровня спроса на услуги организации, что позволит определить потребность в количестве работников организации в долговременном периоде. Одновременно при агрегированном планировании деятельности сервисной организации необходимо учитывать такие важные для нее переменные, как условия соглашений с профсоюзными органами, политика компании, уровень затрат на оплату сверхурочных работ по сравнению с затратами на наем дополнительных работников.

Использование метода проб и ошибок помогает понять сущность составления производственных планов, а также особенности составления альтернативных планов агрегированного планирования. В то же время это далеко не единственный метод, который могут использовать менеджеры в повседневной деятельности. Часто для вычисления общего уровня затрат на производственные мощности в соответствии с определенным производственным планом используются методы математического моделирования.

В последние 30 лет развития управленческой мысли широкое распространение получили **математические методы агрегированного планирования**.

Среди них выделяют *метод линейного программирования при решении транспортной задачи*. Задача агрегированного планирования в нем рассматривается как оперативное размещение мощности. Транспортный метод линейного программирования позволяет найти оптимальный план, обеспечивающий минимальные затраты. Он обладает гибкостью и позволяет определить для любого периода количество продукта, производимого как в обычных условиях работы, так и за счет сверхурочного времени, количество единиц, производимых по субконтракту, в дополнительные смены. Решение при этом может быть легко найдено с использованием программного обеспечения для ЭВМ с пакетом линейного программирования. Впервые транспортная задача была сформулирована в 1956 г. Е. Н. Боманом для анализа эффективности хранения текущих запасов, использования сверхурочного времени и субконтракта. Она имеет ограничение по использованию большого массива переменных. Поэтому при введении таких переменных, как прием и увольнение, используется более общий симплекс-метод линейного программирования, который сейчас также широко представлен в виде прикладных программ для ЭВМ.

*Линейные правила принятия решений* используются для определения оптимального темпа производства и уровня численности рабочих в определенный период. Задачи линейного правила принятия решений для двух переменных могут быть решены с помощью построения графиков. Именно данный метод был использован в представленных выше расчетах. Потребности в ресурсах определяются как линейная функция от прогноза по уровню спроса за предыдущий интервал рассматриваемого периода. Метод требует периодического пересчета всех пара-

метров в зависимости от изменений, которые необходимо внести в объем производства.

В 1940-х гг. Данциг [9, с. 428] разработал алгоритм, называемый *симплексным алгоритмом*, эффективно преобразующий графический подход в алгебраический метод, который может быть использован для компьютерного приложения и позволяет обрабатывать любое число переменных. Симплексный метод — это итерационный процесс, начинающийся с одного «предварительного решения» и в поисках лучшего решениядвигающийся по границе области возможных решений до тех пор, пока не достигнет оптимального решения.

Очень часто при принятии решений в организации менеджер руководствуется предыдущим профессиональным опытом — **эвристическим подходом**. Классическим эвристическим подходом является метод управляющих коэффициентов, предложенный Е. Н. Боуманом. Подход основан на создании формализованной модели принятия решения на основе опыта и представлений менеджера. Теоретически принимается, что прошлые представления менеджера достаточно хороши и могут быть использованы как базис для будущих решений на основе регрессионного анализа производственных решений прошлого периода, сделанных менеджером. Линия регрессии обеспечивает связи между переменными (например, спросом и трудом) для будущих периодов. Согласно Боуману, поведение менеджера всегда рационально.

В 1966 г. Р. С. Вирджином была разработана методика **компьютерного моделирования** планирования. Подход основан на моделировании процедуры поиска комбинаций переменных, соответствующих минимуму затрат. В качестве таких переменных принимают численность рабочей силы и темп производства.

Правила поиска решений разработаны В. Н. Таубергом в виде структуры поиска решения, позволяющей минимизировать затраты, соответствующие комбинации переменных, представляющих численность рабочих и уровень производства. С помощью компьютера совершаются тысячи поисковых шагов по критическим точкам, характеризующимся понижением затрат. При этом правила поиска не ведут к оптимальному решению, но достаточно гибки, чтобы их можно было использовать с любым типом функции затрат.

## 2.5. Главный календарный план

В основе настоящего раздела лежит мнение APICS [12], согласно которому термины «главный календарный план» и «главный календарный план производства» рассматриваются как синонимы.

Разработка главного календарного плана производства (*master production schedule — MPS*) является связующим звеном между различными функциями организации: маркетингом и сбытом (прогнозированием продаж и приемом заказов покупателей), производством и иными функциями [13]. Поскольку не все подразделения организации способны работать на уровне номенклатурных позиций MPS, особое значение приобретает определение степени взаимоотношений указанных функций и объектов планирования. Так, отдел сбыта работает с конкретными заказами покупателей на конкретные номенклатурные позиции, а отдел маркетинга может строить прогнозы продаж на уровне товарно-номенклатурных

групп. В свою очередь, единица продаж может не совпадать с единицей производства. Для интеграции указанных показателей используются плановые спецификации (*planning BOMs*) [2, с. 154].

В главном календарном плане производства отражаются планируемые к производству на предприятии номенклатурные позиции. Он представляет собой сведения о том, что компания планирует производить в терминах конкретных конфигураций, количеств и дат [2, с. 152].

Обеспечению реализации производственных планов способствует расширение горизонта планирования за временные границы выполнения этих планов. Производственным циклом называется интервал календарного времени от начала до конца технологического процесса независимо от числа одновременно изготавливаемых деталей и изделий. Время выполнения технологических операций в производственном цикле составляет технологический цикл [8, с. 125], а время выполнения одной операции в рамках технологического цикла называется операционным циклом.

Полный производственный цикл изделия — это промежуток времени, требуемый для осуществления необходимых операций по закупке, изготовлению и реализации изделия. В рамках производственного цикла необходимо определить потребности в материалах и компонентах для изготавливаемого изделия, а также сделать соответствующие заказы на доставку их в производство. В результате минимальный плановый период выпуска изделия должен превышать совокупную продолжительность выполнения закупочных и производственных операций (графически процессы планирования представлены на рис. 2.8).

На рис. 2.8 в качестве основы выступает предположение, что планируемый период времени исчисляется в неделях. При этом плановый период выпуска продукции должен совпадать с продолжительностью производственных циклов промежуточных видов продукции, изготавливаемых внутри организации.

Процедура составления производственного плана начинается с планирования выпуска изделия с максимальной продолжительностью изготовления. Это позволяет определить производственные мощности, а также количество промежуточных изделий, нужных для изготовления конечной продукции. При этом важным фактором выступает ограничение времени максимального производ-

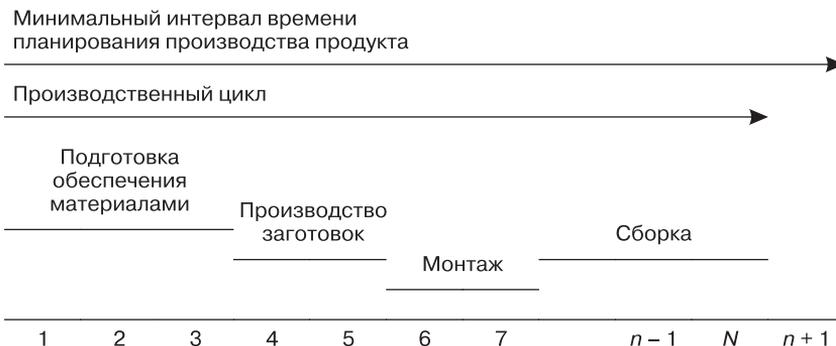


Рис. 2.8. Продолжительность периода планирования производства

ственного цикла выпуска изделий. Производственный план разрабатывается с учетом уровня детализации, на котором определяется номенклатура выпускаемых изделий.

Производственный план формулируется в таких категориях, как стоимость продукции, подлежащей выпуску в определенные промежутки времени (недели, месяцы, кварталы). MPS детализируется до уровня, на котором определяются объемы сырья и материалов, необходимых для изготовления продукции.

Сам процесс детализирования включает:

- разбиение периодов календарного планирования с кварталов до недель;
- распределение изделий по каждому семейству продуктов на минимальные периоды;
- распределение указанных изделий по моделям семейства, с учетом спроса на продукты и наличия объемов материальных запасов по каждому продукту.

Составленный MPS проверяется по номенклатуре изделий, выпускаемых в определенный период.

По существу, все подразделения компании координируют свою работу по MPS.

Необходимым условием существования производственных планов выступает их жесткость. Внесение каких-либо изменений в рамках планового периода часто увеличивает уровень издержек (приобретение дополнительных материалов, компонентов, оплата сверхурочных работ, расходы на экстренную отгрузку товаров), а эффективность таких изменений не всегда оправдана. Примером может служить увеличение объемов производства при отсутствии заранее подготовленных запасов ресурсов.

Минимальный горизонт планирования организации выпуска продукции должен быть значительно меньше времени выполнения заказа, оговоренного с потребителем. В случае же выпуска продукции с последующим складированием организациям необходимо прогнозировать уровень спроса на весь плановый период.

Реакция производства на изменения спроса потребителей продукции ускоряется в случае сокращения периода закупки исходных материалов, производства заготовок, монтажа и сборки изделий. При этом значительно возрастает точность прогнозов спроса на отдельные промежутки планового периода.

Обычно главный производственный план имеет вид матрицы, в которой указываются недели производства, необходимые операции (показатели), а в ячейках матрицы — объемы выпускаемой продукции (см. табл. 2.6).

В качестве продукции, отгружаемой нарастающим итогом под заказ, выступают основные сборочные узлы или модули, сборка которых выполняется по получении от клиента заказа на изготовление или модификацию продукции. Примером может служить позаказное производство автомобилей. В данном случае для удовлетворения потребностей заказчиков организация-производитель должна запланировать закупку двигателей, коробок передач, аудиосистем различных модификаций, красок различных цветов. График окончательной сборки разрабатывается после получения заказа от клиентов. При этом главный календарный план производства по изготовлению модулей готовых изделий составляется на основе прогноза общего уровня спроса, а также относительных показателей использования модулей.

Таблица 2.6. Главный календарный план производства изделия XXX [2, с. 157]

Показатели	Неделя											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Прогноз системы ( <i>system forecast</i> )	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Прогноз личных продаж ( <i>manual forecast</i> )	50	60	40	50	70	80	80	70	70			
Имеющиеся заказы на продажу ( <i>actual orders</i> )	55	60	30	20	25	5		10				
Совокупный спрос ( <i>total demand</i> )	55	60	40	50	70	80	80	70	70	60	60	60
Подтвержденные производственные заказы ( <i>firm planned orders</i> )	80	80	80	80	80	60	60	60	60	60		
Чистая потребность ( <i>net requirements</i> )												55
Начальный запас ( <i>starting inventory</i> )	60											
Прогнозируемый запас ( <i>projected inventory</i> )	85	105	145	175	185	165	145	135	125	125	65	-55
Объем продукции, отгружаемой нарастающим итогом под заказ ( <i>cumulative available to promise</i> )	85	105	155	215	270	325	385	435	495	555	555	555

## 2.6. Черновое планирование загрузки производственных мощностей

Весьма важной задачей является проверка реалистичности выполнения главного календарного плана производства, которая должна быть выполнена до начала его реализации. Проверку можно проводить с использованием модуля укрупненной оценки потребности в мощностях (*Rough Cut Capacity Planning – RCCP*).

RCCP используется для оценки осуществимости предварительного варианта главного календарного плана производства, а также для планирования способа обеспечения требуемой производственной мощности до момента начала реализации MPS.

Возможность пересмотра MPS с целью перераспределения мощностей тем выше, чем отдаленнее период начала производства от текущего планового периода. Как результат возрастает эффективность использования производственных мощностей.

Горизонт планирования предварительного MPS может достигать периода от нескольких месяцев до года. Приемлемая протяженность планируемого времени определяется возможностью изменения производственных мощностей, а также устойчивостью спроса на продукцию.

Значение RCCP и его влияние на систему планирования и контроля было описано еще в 1979 г. Джорджем Плосселом и Эвертом Велчем [14, с. 149].

1. Производственный и инвентарный учет — постоянный процесс по корректировке действий во имя удовлетворения желаний потребителя, стабильности производства и — как результат — в самих уровнях учета с целью компенсации возможных разногласий. Этот процесс включает эффективное вы-

полнение трех основных функций: формирование достижимого главного календарного плана производства; планирование и контроль цепи ценностей; планирование и контроль мощностей.

2. Важность планирования определяется тем, что это процесс спецификации серии товаров от начала до конца производственного цикла на всех стадиях, где происходят процессы снабжения и изготовления товаров.
3. Важность контроля — это изготовление правильных вещей в нужное время. Он полностью зависит от поддержания баланса между требованиями главного календарного плана производства и оценкой окончательной продукции. Если завод не производит востребованного продавцами количества товаров, то график производства может быть вообще нарушен, в особенности по востребованным товарам.
4. Планирование объемов производства — это задача определения количества производимых товаров, необходимых как внутренним, так и внешним потребителям.
5. Контроль объемов производства — это сличение запланированных уровней и фактически достигнутых. При этом существует необходимость постоянного проведения корректирующих действий, которые, как правило, заключаются в упорядочении объемов производства вместо смены всего главного календарного плана.

Выделяют три основных подхода к выполнению черного планирования загрузки производственных мощностей, которые схожи по назначению, но различаются по данным, используемым в расчетах, и сложности вычислений:

- планирование мощностей на основе общих коэффициентов (*capacity planning using overall factors — CPOF*);
- список трудовых ресурсов (ресурсов, мощности) (*bill of labor (resources, capacity) — BOL*);
- профиль ресурсов (*resource profile — RP*).

Названные методы используются для преобразования главного плана производства из количественного (штучного, выраженного в конечных изделиях) измерения в измерение времени, затрачиваемого ключевыми ресурсами на производство. При ограничении уровня инвестиций в ключевые ресурсы организации предварительное определение затрат времени по каждому ресурсу и их необходимого количества позволяет пересмотреть весь план загрузки производственных мощностей до момента производства. А на основе уже выверенного РССР пересматривается главный календарный план.

Итак, рассмотрим каждый из вышеприведенных подходов.

Планирование мощностей на основе общих коэффициентов является одним из наименее детализированных подходов. Он довольно прост в использовании, если применяются компьютерные технологии, но практически не чувствителен к изменению номенклатуры выпускаемых продуктов.

При расчетах необходимыми исходными данными являются: MPS; затраты времени на производство одной «условной доли» товара; исторический уровень пропорций общего времени производства ключевого товара. В случае наличия бо-

лее одной семьи продуктов необходимо определять «условную долю» товара по каждому семейству продуктов.

Предположим, что главный календарный план производства некоторого продукта X по неделям выглядит следующим образом (табл. 2.7).

**Таблица 2.7.** Главный календарный план производства (MPS)

Продукт	Объемы производства по периодам (шт./неделя)			
	1	2	3	4
Продукт X	85	105	155	215

Временные затраты на единицу продукции представлены в табл. 2.8 (ст. 2), в целом на изготовление анализируемого продукта необходимо 1,95 ч. На основании представленных данных можно рассчитать долю распределения рабочего времени по каждому производственному участку.

**Таблица 2.8.** Норма времени на единицу продукции, ч

Продукты Производственный участок	Продукт X	Удельный вес распределения рабочего времени, %	Доля распределения рабочего времени
Участок изготовления печатных плат	0,22	11,28	0,1128
Участок изготовления корпусов	1,04	53,33	0,5333
Участок производства блоков питания	0,41	21,03	0,2103
Сборочный участок	0,28	14,36	0,1436
Итого	1,95	100,00	1,0000

Для проведения планирования на основе общих коэффициентов необходимо объемы производства товара, представленные в табл. 2.7, перемножить с соответствующими долями, рассчитанными в табл. 2.8. Например, для определения потребности в мощностях необходимо  $1,95 \text{ ч} \times 85 \text{ шт.} = 165,75 \text{ ч}$  на производство указанного количества в неделю. Полученные данные внесем в табл. 2.9.

**Таблица 2.9.** Расчет RCCP на основе общих коэффициентов

Период Производственный участок	Неделя				Всего часов
	1	2	3	4	
Участок изготовления печатных плат	18,6966	23,0958	34,0938	47,2914	123,1776
Участок изготовления корпусов	88,3944	109,1932	161,1899	223,5860	582,3635
Участок производства блоков питания	34,8572	43,0589	63,5631	88,1683	229,6475
Сборочный участок	23,8017	29,4021	43,4031	60,2043	156,8112
Потребности в мощностях	165,75	204,75	302,25	419,25	

В дальнейшем для определения затрат времени по каждому участку необходимо перемножить показатели потребности в мощностях с долями распределения

рабочего времени по каждому производственному участку (например,  $165,75 \times 0,1128 = 18,6966$  ч).

Таким образом, можно рассчитать необходимый уровень затрат времени на производство товаров по каждому производственному участку.

Предлагаемые расчеты можно проводить с использованием стандартных программ.

Второй подход **РССР — список трудовых ресурсов** — по существу заключается в перемножении двух матриц: списка ресурсов и главного календарного плана производства. Он является одним из самых распространенных, поскольку широкое использование ЭВМ упрощает обработку большого количества факторов, учитываемых в данном методе. В то же время существует и ограничение в данном подходе — он учитывает изменение в производимой номенклатуре, но не учитывает времени начала возможных отклонений.

Перечень производственных мощностей, требуемых для обеспечения работы каждого ключевого производственного участка, называется **ведомостью затрат труда**, или **ведомостью загрузки производственных мощностей**.

Рассмотрим пример с использованием данных табл. 2.7 и 2.8 (ст. 2).

На основе приведенных данных перемножим объемы производства по периодам на нормы времени на единицу продукции (например, 85 шт. в неделю  $\times 0,22$  ч = 18,7 ч на предложенный объем производства в неделю и т. д.). Полученные значения сведем в табл. 2.10.

**Таблица 2.10.** Расчет РССР по списку трудовых ресурсов (по BOL, труд основных производственных рабочих), ч

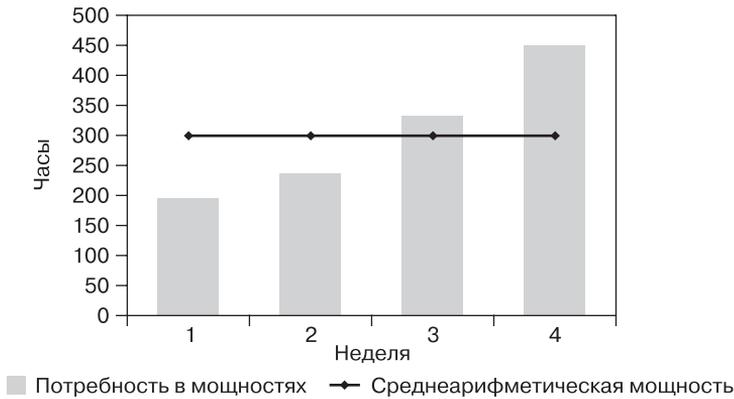
Производственный участок	Неделя				Всего часов
	1	2	3	4	
Участок изготовления печатных плат	18,7	23,1	34,1	47,3	123,2
Участок изготовления корпусов	88,4	109,2	161,2	223,6	582,4
Участок производства блоков питания	34,85	43,05	63,55	88,15	229,6
Сборочный участок	23,8	29,4	43,4	60,2	156,8
Потребность в мощностях	165,75	204,75	302,25	419,25	1092

Как видно из приведенных расчетов, данные табл. 2.9 и 2.10 отличаются, хотя в расчетах присутствуют схожие показатели

В рассматриваемых нами примерах оценка предварительного варианта основного производственного плана может осуществляться как по семействам, так и по моделям выпускаемых организацией товаров, но при этом она может существенно отличаться.

Для определения общего объема работ для каждого производственного участка необходимо просуммировать затраты труда на участках по периодам. В результате проведенных вычислений определяется **профиль загрузки производственных мощностей**, который также может быть представлен в виде диаграммы (диаграмма 1 на рис. 2.9).

Определение уровня среднеарифметической мощности по существу позволяет определить уровень мощности производства без перезагрузок, но, как видно,



**Рис. 2.9.** Профиль загрузки участка изготовления печатных плат

с третьей недели организации придется привлекать дополнительные ресурсы для обеспечения планируемого объема производства, в то время как в первые две недели ресурсы явно использовались не на полную мощность.

Таким образом, анализ профиля загрузки производственных мощностей по каждому участку на соответствие их загрузки уровню производственных мощностей, имеющемуся в распоряжении, позволяет оптимизировать загрузку участков и определить уровень максимальной мощности каждого.

В случае если загрузка мощностей соответствует среднеарифметическому уровню, то сокращается необходимость привлечения к сверхурочным работам и обеспечивается однородная загрузка на протяжении планируемых промежутков времени.

Если же загрузка производственных мощностей не может быть выравнена на базе имеющихся мощностей, то принимается решение об изменении основного производственного плана с использованием следующих мероприятий:

- отказ от части производства;
- заключение субконтрактов на выполнение некоторых работ;
- использование сверхурочного труда;
- введение дополнительной рабочей смены;
- наем дополнительного количества рабочей силы;
- изменение порядка выполнения работ и корректировка главного плана производства;
- перевод части работников с других участков на перегруженный.

В вышеприведенных двух подходах (CPOF и BOL) **используется предположение** о том, что все компоненты конечного изделия производятся в том же периоде, что и сам конечный продукт. Такое ограничение указанных подходов можно преодолеть, используя профиль ресурсов, который позволяет учитывать время появления возможных отклонений.

Профиль ресурсов можно представить в виде табл. 2.11.

**Таблица 2.11.** Профиль ресурсов для производства продукта X

Производственный участок	Период до завершения производства, неделя				Всего часов
	3	2	1	0	
Участок изготовления печатных плат	0,22	0	0	0	0,22
Участок изготовления корпусов	0	1,04	0	0	1,04
Участок производства блоков питания	0	0	0,41	0	0,41
Сборочный участок	0	0	0	0,28	0,28

Как только выстроен профиль ресурсов для производства продуктов, необходимо определить потребность в мощностях. Однако в данном случае уже нет возможности использовать простой способ перемножения приведенной матрицы и MPS.

**Таблица 2.12.** Расчет RCCP по профилю ресурсов (RP), ч

Производственный участок	Неделя				Всего часов
	1	2	3	4	
Участок изготовления печатных плат	47,3	0	0	0	47,3
Участок изготовления корпусов	161,2	223,6	0	0	384,8
Участок производства блоков питания	43,05	63,55	88,15	0	194,75
Сборочный участок	23,8	29,4	43,4	60,2	156,8
Потребности в мощностях	275,35	316,55	131,55	60,2	–

Для расчета данных табл. 2.12 построчно перемножаются данные табл. 2.11 и MPS (табл. 2.7). Так, для расчета нагрузки производственной мощности в первую неделю на участке изготовления печатных плат умножаются данные о профиле ресурсов в конечную неделю производства на данные производственного плана в первую неделю, затем результат суммируется с аналогичными произведениями в обратном порядке по всем неделям производства ( $0 \times 85 + 0 \times 105 + 0 \times 155 + 0,22 \times 215 = 47,3$  ч).

Подходы списка трудовых ресурсов и профиля ресурсов неявным образом предполагают использования политики производства «партия за партией» (*lot-for-lot* – L4L) и способствуют определению размера партии. В случае же применения иных технологий, таких как оптимальный объем заказа (*economic order quantity* – EOQ), указанные подходы (BOL и RP) едва применимы.

## Резюме

**Планирование** — главная функция управления. Она включает процессы формулирования целей организации, формирование планов действия, временных сроков их реализации, а также последовательность действий и направлений распределения всех видов ресурсов, необходимых для достижения поставленных целей.

Заблаговременное планирование позволяет определить требуемое количество работников и уровень их квалификации, а также состав и количество единиц обо-

рудования, обеспечивающих качество выпускаемой продукции, поскольку достаточный объем производственных мощностей, гарантирующих реальную продолжительность выполнения производственных и вспомогательных операций, повышает надежность всего производственного процесса

Формирование системы планирования организации начинается с заявления о миссии организации, в которой содержится информация о мотивах создания организации, особенностях ее функционирования, уровне открытости, привлекательности для будущих потребителей, а также ее сотрудников.

Стратегические цели определяют будущее состояние и функционирование организации, к которому необходимо стремиться. Стратегические цели должны определить такие области деятельности организации, как позиции на рынках, инновации, прибыли, социальная деятельность, обязательства перед обществом.

В стратегических планах, имеющих долгосрочный характер (на срок от двух лет и более) и формируемых для организации в целом, определяют действия, ресурсы, связанные с реализацией установленных стратегических целей.

Тактические цели формулируют результаты, которых должны достичь стратегические бизнес-единицы, крупные отделы и иные подразделения организации.

Тактические планы способствуют претворению в жизнь стратегических планов и реализации тактических целей в среднесрочной перспективе (как правило, на срок до одного года), разрабатываются в соответствии с избранными стратегиями менеджерами среднего звена.

Операционные цели и планы разрабатываются на низших уровнях управления организацией. Предусматривают конкретные результаты, которых должны достичь подразделения организации. В частности, к оперативным планам относят Главный календарный план производства, в котором задаются точные условия (количество и сроки) выпуска продукции, списки трудовых ресурсов (других ресурсов и мощностей), профиль ресурсов и т. д. В оперативных планах рассматриваются объемы и сроки выпуска номенклатуры продукции, объемы сверхурочных работ, сроки представления графиков и отчетов, другие вопросы, связанные с достижением операционных целей. Графики — важная функция планирования на данном уровне, они определяют временные рамки выполнения каждой операционной задачи и осуществляют увязку работ между собой. Получаемый при этом синергетический эффект напрямую влияет на реализацию стратегических и тактических планов.

## Ключевые термины

Capacity — производственная мощность организации

Adjustable capacity — измеряемая мощность организации

Budgeted capacity — бюджетная мощность

Productive capacity — производственная мощность

Safety capacity — страховая мощность

Rated and standing capacity — расчетная мощность

Output — производственный результат

Business planning — бизнес-планирование

Production plan — производственный план

Pseudo product — условный продукт

Master production schedule (MPS) — главный (основной) календарный (производственный) план

- Aggregate planning – агрегированное планирование
- Linear decision rule – линейный принцип принятия решений
- Search decision rule – принцип принятия решений на основе разветвленного поиска
- Rough-cut capacity planning (RCCP) – **черновое планирование загрузки производственных мощностей**
- Capacity requirements planning (CRP) – планирование потребности в мощностях
- Capacity planning using overall factors (CPOF) – планирование мощностей на основе общих коэффициентов
- Manufacturing resource planning (MRPII) – планирование производственных ресурсов
- Material requirement planning (MRP) – планирование материальных потребностей
- Bill of materials (BOM) – спецификация заемного капитала
- Bill of labor (BOL) – список трудовых ресурсов
- Lot-for-lot (L4L) – партия за партией
- Time fence – временной ограничитель
- Bill of labor – ведомость затрат труда
- Load profile – профиль загрузки производственных мощностей
- Resource profile (RP) – профиль ресурсов
- Operating income before depreciation and amortization (OIBPA) – **аналитический показатель**, означающий операционный доход до вычета износа основных средств и амортизации нематериальных активов
- Return on equity (ROE) – рентабельность собственного капитала, определяется делением чистой прибыли за период на собственный капитал
- Return on invested capital (ROIC) – **рентабельность инвестиционного капитала**, рассчитывается отношением чистой операционной прибыли на средний за период собственный и заемный капитал
- Economic order quantity (EOQ) – оптимальный объем заказа
- Garbage in – garbage out (GIGO) – «мусор на входе – мусор на выходе»

## Контрольные вопросы

1. Опишите основные задачи производственного планирования.
2. Какие разновидности мощностей вы знаете?
3. Какие массивы данных необходимы для работы механизма CRP?
4. В чем заключается значимость MRP и MRPII на производстве?
5. Опишите взаимосвязь:
  - а) бизнес-плана и производственного плана;
  - б) главного календарного плана и производственного плана.
6. Объясните, чем определяется период планирования.
7. Какие плановые и относительные показатели соотношения экономических величин вы знаете и что они характеризуют?
8. Что такое агрегированное планирование?
9. Какие виды производственных мощностей вы знаете?
10. Назовите методы, которые могут применяться в организациях для изменения производственных мощностей.
11. Назовите преимущества и недостатки использования сверхурочных работ в производстве.
12. Почему метод «проб и ошибок» нашел столь широкое применение?

13. Каким образом составление детального главного календарного плана связано с агрегированным планированием?
14. Какие существуют стратегии удовлетворения неоднородного спроса?
15. Какие существуют методы чернового планирования загрузки производственных мощностей?

## Кейс-стади

### Иллюстративные задачи

#### Задача 1

На основании данных BOI на ключевых производственных участках и предварительного варианта главного календарного плана на четыре недели определите загрузку производственных мощностей по участкам на весь период.

*Исходные данные*

**Таблица 2.13.** Предварительный главный календарный план

Продукт	Недели			
	1	2	3	4
А	3000	5000	2000	3000
В	4000	2000	5000	4000

**Таблица 2.14.** Список трудовых ресурсов по ключевым производственным участкам

Участок	Продукт	
	А	В
2	0,21	0,07
10	0,06	0,10
16	0,11	0,08

#### Решение задачи

Профиль загрузки по участкам определяется путем перемножения затрат труда на каждом участке на количество единиц продукта, которое необходимо выпустить по периодам.

Для примера рассмотрим вариант для второго участка.

**Таблица 2.15.** Требуемое количество рабочих часов по участкам по периодам

Продукт	Недели			
	1	2	3	4
Участок 2				
А	$(3000 \times 0,21)$ 630	$(5000 \times 0,21)$ 1050	$(2000 \times 0,21)$ 420	$(3000 \times 0,21)$ 630
В	$(4000 \times 0,07)$ 280	$(2000 \times 0,07)$ 140	$(5000 \times 0,07)$ 350	$(4000 \times 0,07)$ 280
Итого уровень загрузки за неделю	910	1190	770	910

Таким образом, видно, что представленный профиль загрузки производственных мощностей не является равномерным.

**Задача 2**

1. Определите объем затрат на стратегию отслеживания спроса при условии, что количество работников ежемесячно изменяется таким образом, чтобы обеспечить объем производства эквивалентно прогнозу по объему спроса по периодам.
2. Определите уровень затрат на стратегию, основанную на использовании материальных запасов, при условии, что количество рабочих и объем производства — неизменны. Для обеспечения дополнительного объема производства допускается нанимать работников на условиях частичной занятости.

*Исходные данные*

На продукцию условной организации отмечено сезонное колебание спроса. Согласно прогнозу, уровень спроса по месяцам будет выглядеть так (табл. 2.16).

**Таблица 2.16.** Уровень спроса на продукцию по месяцам, ед.

Месяц	Уровень спроса	Месяц	Уровень спроса
Январь	1300	Июль	800
Февраль	1000	Август	900
Март	800	Сентябрь	1000
Апрель	700	Октябрь	1200
Май	700	Ноябрь	1400
Июнь	700	Декабрь	1500

В организации планируется завершить текущий год с объемом материальных запасов аналогично предыдущему году в размере 900 ед. продукции. 550 ед. продукции необходимо иметь в организации для обеспечения резервных запасов и запасов промежуточных материалов. Хранение единицы продукции обходится организации в 1,12 у. е.

На конец года расчет численности персонала составляет 40 чел., наем дополнительного работника обходится в 430 у. е., а увольнение — в 595 у. е.

На изготовление единицы продукции одним работником уходит 5 ч. Работники получают по 10 у. е. за основное время и по 15 у. е. за сверхурочную работу. В месяце — 20 рабочих дней, нет ограничений по началу и окончанию работ каждым из работников.

*Решение задачи*

1. Организация начинает плановый год, имея 900 ед. продукции в запасах, а на обеспечение стратегии отслеживания требуется 550 ед. продукции, объем производства на первый месяц можно сократить на 350 ед. ( $900 - 550$  ед.).

Из расчета, что ежемесячно каждым работником отработывается 160 ч рабочего времени (20 рабочих дней  $\times$  8 ч), а на изготовление единицы продукции требуется 5 ч, производительность составляет 32 ед. продукции в месяц ( $160 \text{ ч} / 5 \text{ ч}$ ).

На основе проведенных расчетов составим табл. 2.17, в которой определим потребность в численности работников, подлежащих дополнительному найму и увольнению.

Округленное значение требуемой численности работников (ст. 3) получаем путем деления уровня спроса (и соответственно требуемого объема производства) на 32 ед. продукции. Численность работников, подлежащих увольнению или найму, определяется путем нахождения разницы между численностью требуемых работников и расчетной численностью персонала в 40 чел.

Для определения затрат на увольнение работников полученная сумма по численности работников, подлежащих увольнению, умножается на 550 у. е., в результате общий объем затрат на увольнение составляет 10 450 у. е. Аналогичным образом рассчитывается объем

затрат на наем работников, который составляет 10 750 у. е. Таким образом, общий объем затрат на наем и увольнение составляет 21 200 у. е.

**Таблица 2.17.** Расчет численности работников, подлежащих дополнительному найму и увольнению

Месяц	Уровень спроса	Округленное значение требуемой численности работников	Численность работников, подлежащих увольнению	Численность работников, подлежащих найму
1	2	3	4	5
Январь	950	30	10	
Февраль	1000	31		1
Март	800	25	6	
Апрель	700	22	3	
Май	700	22	0	
Июнь	700	22	0	
Июль	800	25		3
Август	900	28		3
Сентябрь	1000	31		3
Октябрь	1200	38		6
Ноябрь	1400	44		6
Декабрь	1500	47		3
Итого			19	25

При поддерживаемом объеме материальных запасов в объеме 550 шт. ежемесячно и затратах на хранение в размере 1,12 у. е. объем затрат на хранение составит 7392 у. е. ( $550 \text{ шт.} \times 1,12 \text{ у. е.} \times 12 \text{ месяцев}$ ). В результате общий объем затрат составит 28 592 у. е. ( $21\,200 \text{ у. е.} + 7392 \text{ у. е.}$ ).

2. Общий уровень спроса на планируемый период (один год) составляет 12 тыс. ед. (определяется путем сложения величины уровня спроса по месяцам) продукции. Для поддержания постоянного уровня производства необходимо выпускать 100 ед. продукции. Для указанного объема производства требуется 31 работник ( $(12 \text{ тыс. ед.}/12 \text{ месяцев})/32 \text{ ед. продукции в месяц}$ ) основного производства, а также один работник на условиях частичной занятости для выравнивания требуемого объема производства.

В табл. 2.18 рассчитаны изменения объемов материальных запасов при соответствии объемов производства плану, а спроса на продукцию — прогнозу.

В связи с тем что минимальный объем материальных запасов не должен быть ниже 500 ед., организации необходимо начать плановый год с уровня материальных запасов в соответствии с планом в 800 ед.

Средний объем материальных запасов в месяц рассчитывается как среднearифметическое от объема запасов за предыдущий и текущий периоды, деленное на два. Результаты проведенных расчетов записываются в табл. 2.18 (столбец 6).

Общий объем затрат на хранение материальных запасов на протяжении года (16 800 у. е.) рассчитывается путем перемножения общего объема материальных запасов (15 тыс. ед.) на затраты на хранение единицы продукции (1,12 у. е.).

В организации для соблюдения рассматриваемой стратегии возникают разовые расходы, связанные с изменением количества работников с 40 чел. (на конец предыдущего периода)

до 31 чел., требуемого на протяжении каждого отчетного месяца. Для этого понадобится уволить 9 чел., и организация понесет потери в размере 4950 у. е. (9 чел. × 550 у. е.).

Общий уровень затрат для реализации стратегии, основанной на материальных запасах, в таком случае составит 21 750 у. е. (4950 у. е. + 16 800 у. е.).

**Таблица 2.18.** Расчет объема материальных запасов

Месяц	Уровень спроса	Объем производства	Изменение объема материальных запасов	Объем материальных запасов на конец месяца	Средний объем материальных запасов
1	2	3	4	5	6
Январь	1300	1000	-300	500	650
Февраль	1000	1000	0	500	500
Март	800	1000	200	700	600
Апрель	700	1000	300	1000	850
Май	700	1000	300	1300	1150
Июнь	700	1000	300	1600	1450
Июль	800	1000	200	1800	1700
Август	900	1000	100	1900	1850
Сентябрь	1000	1000	0	1900	1900
Октябрь	1200	1000	-200	1700	1800
Ноябрь	1400	1000	-400	1300	1500
Декабрь	1500	1000	-500	800	1050
Итого					15 000

## Задачи для самостоятельного решения

### Задача 1

В организации выпускаются два семейства продуктов: группы А и В. По каждой группе формируются материальные запасы. Хранение единицы продукции группы А стоит 60 руб., группы В — 120 руб. В табл. 2.19 дан прогноз уровня спроса на продукцию организации. В табл. 2.20 приведены затраты времени, требуемого для изготовления единицы продукции по группам товаров организации на различных производственных участках.

**Таблица 2.19.** Прогноз уровня спроса на продукцию организации

Группа товаров	Месяц					
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
А	900	700	900	950	900	950
В	450	350	600	600	500	600

**Таблица 2.20.** Затраты времени на изготовление продукции на производственных участках, ч

Группа товаров	Участок		
	1	2	3
А	1,4	0,8	1,2
В	1,7	1,25	0,9

*Задание*

1. Вычислите профиль загрузки производственных мощностей на первом участке при условии, что продукты обеих групп производятся в соответствии с прогнозируемым уровнем спроса.
2. Составьте главный производственный план с учетом выравнивания загрузки производственных мощностей на первом участке на протяжении планируемого периода, с учетом минимизации издержек на хранение товаров каждой группы.

**Задача 2**

На основании данных задачи 1 определить:

1. Профиль загрузки производственных мощностей второго и третьего участков с учетом минимизации издержек на хранение товаров по каждой группе.
2. Объяснить, почему именно на первом производственном участке необходимо обеспечить равномерную загрузку производственных мощностей.

**Задача 3**

Промышленная организация производит две группы товаров: А и В. В табл. 2.21 представлен предварительный вариант главного календарного плана производства. В табл. 2.22 – ведомость затрат труда по продуктам по производственным участкам.

**Таблица 2.21.** Предварительный вариант главного календарного плана производства

Группа товаров	Месяц					
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
А	450	300	350	350	300	200
В		400	450	300	400	400

**Таблица 2.22.** Ведомость затрат труда (BOL)

Группа товаров А		Группа товаров В	
производственный участок	затраты труда, ч	производственный участок	затраты труда, ч
2	2,2	1	2,7
4	6,3	3	1,5
5	4,4	4	3,6
7	7,6	6	2,2
8	3,7	8	1,9

*Задание*

1. В соответствии с предварительным вариантом главного календарного плана определить профиль загрузки на четвертом и восьмом производственных участках.
2. Составьте главный календарный план с учетом равномерной загрузки производственных мощностей с учетом следующих ограничений:
  - а) по товару группы А: к концу января месяца должно быть изготовлено не менее 450 ед. продукции, к концу мая – еще 900 ед. продукта;
  - б) по товару группы В: к концу мая должно быть изготовлено 1500 ед. продукта.

**Задача 4**

В организации имеется четыре ключевых производственных участка, на которых изготавливаются четыре группы товаров (табл. 2.23).

**Таблица 2.23.** Затраты труда на изготовление единицы продукции по производственным участкам, ч

Производственный участок	Группы товаров			
	А	В	С	Д
1	0,65	0,22	0,19	0,69
2	0,43	0,44	0,65	1,7
3	0,82	0,43	0,55	0,12
4	0,23	0,12	0,25	0,65

**Таблица 2.24.** Вариант главного календарного плана производства

Группа товаров	Месяц					
	январь	февраль	март	апрель	май	июнь
А	200	350	400	550	350	250
В	220	190	200	225	200	150
С	450	450	400	350	320	310
Д	375	375	450	495	550	590

**Задание**

1. Определите профиль загрузки производственных мощностей по периодам по каждому производственному участку.
2. Определите, по какому продукту необходимо изменить главный календарный план (табл. 2.24) производства с учетом:
  - а) создания запасов по нему;
  - б) того, что в результате происходит выравнивание загрузки производственных мощностей на третьем участке.

**Задача 5**

В организации производится семейство продуктов, состоящее из трех моделей. Поквартальный план производства представлен в табл. 2.25.

**Таблица 2.25.** Поквартальный план производства моделей семейства продуктов

Модель	Поквартальный план производства				Производственные показатели	
	I	II	III	IV	время наладки производства, ч	затраты времени на изготовление единицы товара, мин
А	300	360	500	600	5	5,5
В	1000	950	925	985	4	5,3
С	7250	8125	7870	6950	3	5,2

**Задание**

1. Составьте равномерный главный календарный план производства по неделям без привлечения работников к сверхурочным работам с учетом 8-часовой рабочей смены и пятидневной рабочей недели.
2. Определите (с учетом невозможности привлечения работников к сверхурочным работам), какие модели товаров, с какой периодичностью следует запускать в производство.
3. Определите, по каким моделям товаров необходимо сократить время изготовления единицы продукции.

**Задача 6**

Организация предоставляет своим клиентам услуги по профилактическому обслуживанию и ремонту оборудования, спрос на услуги носит сезонный характер. Прогнозируемый уровень занятости по кварталам года составляет соответственно 1050, 950, 690, 1075 рабочих мест. Продолжительность оказания комплексной услуги в среднем составляет 5 ч, включая время проезда (к месту обслуживания и обратно) и оформления документов. Работникам платят 500 руб. в час. В среднем работник тратит 500 ч в квартал непосредственно на обслуживание клиентов, однако труд оплачивается из расчета 1920 ч основного рабочего времени в год плюс доплаты за сверхурочные. Менеджеры организации, желая удержать высококвалифицированных работников, рассматривают возможность привлечения их к выполнению сверхурочных работ, которые оплачиваются в полуторном размере, в период увеличения спроса на услуги.

**Задание**

1. Определите постоянное количество работников.
2. Определите затраты на оплату труда с учетом постоянного уровня занятости собственных работников, а также при привлечении работников к сверхурочным работам.
3. Для случая, когда собственные работники не привлекаются к сверхурочным работам, определите количество вспомогательных работников.
4. Определите затраты на оплату труда привлекаемых вспомогательных работников, если эффективность их труда составляет 90% от высококвалифицированных собственных работников при обычном уровне оплаты труда, затраты на поиск и наем дополнительных работников составляют 15 000 руб., затраты на увольнение — схожие.
5. Определите затраты на оплату труда привлекаемых вспомогательных работников из расчета 480 ч, с учетом параметров задания п. 4, а также того, что работники нанимаются для исполнения своих обязанностей на один квартал, без повторного найма на последующий.

**Задача 7**

Прогноз уровня спроса на услуги организации сферы обслуживания представлен в табл. 2.26.

**Таблица 2.26.** Прогноз уровня спроса на услуги организации сферы обслуживания, ед.

Месяц					
январь	февраль	март	апрель	май	июнь
500	450	575	650	720	600

### Задание

1. Отобразите на графике совокупный уровень спроса в сравнении с суммарным количеством рабочих дней при условии, что в одном месяце в среднем 20 рабочих дней.
2. Определите, какое количество дополнительных работников требуется для удовлетворения повышенного спроса по месяцам, если выполнение каждой единицы услуги требует 18 нормо-ч, а привлечение собственных работников к сверхурочным работам не предусмотрено.
3. Определите уровень затрат на оплату труда в расчете на единичную услугу, если в организации платят 350 руб. в час и в течение года поддерживают постоянное количество работников, необходимое для удовлетворения повышенного спроса без привлечения к сверхурочным работам.
4. Определите уровень затрат на оплату труда за услугу при условии привлечения работников к сверхурочным работам с максимальной продолжительностью 25% от основного рабочего времени, с оплатой из расчета 525 руб. за каждый сверхурочный час работы.
5. Определите требуемое количество дополнительных работников и уровень затрат на оплату труда, если:
  - а) собственный персонал организации составляет 23 чел.;
  - б) основных работников нельзя привлекать к сверхурочным работам более чем на 50% основного рабочего времени;
  - в) наем одного работника обходится компании в 12 тыс. руб., а увольнение — в 15 тыс. руб.;
  - г) сверхурочные работы оплачиваются исходя из 525 руб. за час.
6. Сформулируйте выводы и обобщения.

### Литература

1. *Гаврилов Д. А.* Управление производством на базе стандартов MRPII. 2-е изд. СПб.: Питер, 2005.
2. *Грант Р.* Современный стратегический анализ. СПб.: Питер, 2008.
3. *Дафт Р.* Менеджмент. СПб.: Питер, 2000.
4. *Каплан Р., Нортон Д.* Сбалансированная система показателей. От стратегии к действию / Пер. с англ. 2-е изд., испр. и доп. М.: Олимпик-Бизнес, 2005.
5. Концепция контроллинга: управленческий учет, система отчетности, бюджетирование / Пер. с нем. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
6. *Красильников С.* Планирование как инструмент управления: твердость и гибкость // Проблемы теории и практики управления. 2007. № 7. С. 71.
7. *Мицберг Г., Альстренд Б., Лэмтел Дж.* Школы стратегий / Пер. с англ. под ред. Ю. Н. Каптуревского. СПб.: Питер, 2000.
8. Организация и планирование машиностроительного производства (производственный менеджмент): Учебник / Под ред. Ю. В. Скворцова, Л. А. Некрасова. М.: Высшая школа, 2003.
9. *Уотшем Т. Дж., Паррамоу К.* Количественные методы в финансах: Учебное пособие для вузов / Пер. с англ. под ред. М. Р. Ефимовой. М.: Финансы, ЮНИТИ, 1999.
10. *Хорошилова О.* Анализ и тенденции развития моделей внутрифирменного планирования // Проблемы теории и практики управления. 2007. № 10. С. 76.

11. *Хоуп Дж., Фрейзер Р.* Бюджетирование, каким мы его не знаем. Управление за рамками бюджетов / Пер. с англ. М.: ООО «Вершина», 2005.
12. APICS Dictionary, 10<sup>th</sup> ed. / American Production and Inventory Control Society, 2002.
13. *Browne J.* Production management systems: an integrated perspective / Jimmie Browne, John Harhen, James Shivan. 2ed., Addison-Wesley Publishing Company, 1996.
14. *George W. Plossl W.* Evert Welch. Table of contents for The role of top management in the control of inventory. Reston Pub. Co., 1979.
15. *Goodfellow R.* Manufacturing Resource Planning. A Pocket Guide, 1993.

## Часть II

# ПЛАНИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРОВ И ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ

## ГЛАВА 3

### Прогнозирование спроса

Прогнозирование является основой всей системы планирования и управления деятельностью предприятия и позволяет специалистам компании предугадать изменения потребительского спроса на продукцию, что, в свою очередь, предоставляет компании возможность отреагировать, изменив характеристики выпускаемого продукта согласно пожеланиям потребителей. Прогнозирование спроса позволяет обеспечить компанию таким количеством производственных мощностей и материалов, которого было бы достаточно для оперативного и надежного реагирования на изменение потребностей клиентов. Прогнозирование спроса может предотвратить недопроизводство, которое в большинстве случаев приводит к плохому обслуживанию клиентов. Кроме того, прогнозирование спроса позволяет избежать перепроизводства, результатом которого может стать увеличение себестоимости продукции и снижение гибкости компании. Тщательно составленные долгосрочные прогнозы потребности расширения производственной деятельности устраняют возможность избыточных капиталовложений, которые могут стать причиной повышения себестоимости продукции и неспособности компании предложить потребителям продукцию по более низким ценам. Это, в свою очередь, может повысить ценность продукции для потребителей.

В обязанности менеджеров входит принятие ряда взвешенных решений по следующим вопросам:

- на выпуск каких товаров или услуг (стандартных или выполняемых на заказ) целесообразно ориентировать деятельность компании;
- каким набором свойств должны обладать эти товары или услуги;
- в каких районах следует планировать сбыт продукции;
- в каких направлениях должна работать компания, чтобы добиться требуемого уровня эффективности своей деятельности и т. д.

Приемлемость того или иного варианта решения в значительной степени зависит от того, какое воздействие в будущем окажет это решение на уровень спроса на изделия или услуги компании.

Прогноз является предположением о вероятном ходе событий в будущем, он не может быть абсолютно точным описанием возможных событий, однако результаты прогнозирования должны стремиться к максимально точному видению будущего компании. Любой стратегический среднесрочный, а тем более долгосрочный план является по своей сути прогнозом. Необходимым условием успешной деятельности компании является прогнозирование уровня спроса, который компания стремится удовлетворить. Прогноз, сформулированный (принятый) в форме стратегического плана, становится базой для формирования текущих планов, в том числе и для координации их на уровне СБЕ (стратегических бизнес-единиц).

В данной главе представлен анализ разных аспектов прогнозирования. В частности, рассматривается ряд наиболее распространенных методов и моделей, применяемых в процессе составления прогнозов. Самое большое внимание уделяется прогнозированию спроса, поскольку спрос на товары и услуги оказывает непосредственное влияние на планы и решения, принимаемые в рамках операционной функции предприятия.

### 3.1. Цели прогнозирования спроса

*Спрос* — это намерение покупателей приобрести товар или услугу, подкрепленное денежной возможностью. Величина спроса означает количество товара, которое хотят и, главное, могут приобрести покупатели именно по этой цене и именно в это время. Уровень спроса, в свою очередь, определяется как общее количество продуктов или услуг, которые могут быть приобретены всеми участниками рынка за определенный срок по определенной цене.

Когда говорят о прогнозировании спроса, то предполагают, что компания ставит своей целью достижение такого уровня продаж, который соответствует уровню спроса. Удовлетворение совокупного спроса ограничено производственными возможностями компании. Таким образом, появляется внутреннее ограничение спроса, которое является характеристикой производственных возможностей; чаще всего оно и является предметом прогноза.

Первая задача менеджмента производственного предприятия — определить, какой товар, в каких количествах и за какой срок можно продать на рынке. Исходя из факторов хозяйственной деятельности, имеющегося оборудования, мощностей, технологий, источников снабжения сырьем и материалами, местоположения, квалификации работников, особенностей транспортных связей менеджменту пред-

приятия необходимо принять решение, производить ли тот продукт или услугу, которые пользуются или будут пользоваться спросом у потребителей.

На основе прогнозов продаж строится планирование производственной и финансовой деятельности: принимаются решения о том, направлять ли и в каких объемах инвестиции; когда и какие дополнительные производственные мощности потребуются предприятию; какие новые источники снабжения следует отыскать; какие конструкторские разработки или технические новинки запустить в производство и т. п. Роль случайных или просто неучтенных факторов, их воздействие на положение предприятий разных отраслей в условиях рынка достаточно велики. Прогноз всегда носит вероятностный характер.

### **Виды прогнозов**

Деятельность производственных предприятий в значительной степени зависит от того, насколько достоверно их менеджмент может предвидеть перспективы развития, как с целью предвидения возможных вариантов развития бизнеса прогнозирует будущие события или условия их возникновения.

Принимая решения, определяющие дальнейшую деятельность компании, менеджерам необходимо делать предположения относительно будущего развития событий в нескольких предметных областях. Выделяют три основных вида прогнозов.

**Технологические прогнозы** — это оценка темпов технического прогресса. С полной уверенностью можно утверждать, что энергетические компании заинтересованы в совершенствовании технологий в сфере использования солнечной и атомной энергии. Совершенствование процессов получения годного к применению топлива из нефтеносных сланцев представляет большой интерес для химических и нефтеперерабатывающих предприятий. Применение новых технологий позволяет компаниям предложить рынку новые продукты и материалы и получить таким образом конкурентные преимущества, тогда как другие компании, не предпринимающие надлежащих усилий в плане совершенствования технологий, оказываются в условиях жесткой конкурентной борьбы. Даже тогда, когда выпускаемое компанией изделие остается неизменным, может быть разработан новый процесс его производства, позволяющий реструктуризировать схему капиталовложений и таким образом сэкономить финансовые ресурсы. Именно поэтому прогнозирование развития технологий, которое оказывает большое влияние на операционный менеджмент, все же не входит в число задач управления операциями и не является предметом рассмотрения в рамках операционного менеджмента. Технологические прогнозы охватывают уровень развития НТП или технологическое развитие в сферах, непосредственно влияющих на производство, в котором осуществляется прогноз. Например, предприятие, выпускающее компьютеры, интересуется перспективами расширения объема памяти на дисках, так как они являются дополнительной продукцией для использования компьютеров, а предприятие, использующее вредные, токсичные вещества в своем производстве, интересуется разработкой технологий по очистке и утилизации отходов.

Развитие НТП приводит к появлению новых товаров и услуг, а те, в свою очередь, составляют серьезную конкуренцию существующим предприятиям.

**Экономические прогнозы.** Правительственные органы и другие организации регулярно публикуют **экономические прогнозы**, или официальные отчеты об ожидаемых условиях ведения бизнеса. Прогнозирование общего состояния деловой активности представляет большой интерес для правительственных органов в плане определения ожидаемых доходов от сбора налогов, уровня занятости, потребности хозяйства в денежных ресурсах, а также в плане получения данных по другим вопросам. Именно из прогнозов такого типа коммерческие компании могут почерпнуть идеи относительно планов расширения бизнеса, рассчитанных как на длительный, так и на более краткий период.

Экономический прогноз позволяет предусмотреть будущее состояние экономики, процентные ставки и другие факторы, влияющие на развитие любого предприятия. От результатов экономического прогноза зависят такие решения, как расширение или сокращение производственных мощностей; заключение новых договоров; увольнение или наем рабочих и т. д.

**Прогнозы спроса** позволяют получить представление об ожидаемом уровне спроса на товары или услуги компании в рамках определенного периода и в большинстве случаев являются основным инструментом принятия решений как во время планирования деятельности компании, так и в процессе управления этой деятельностью. Поскольку операционная функция предприятия ответственна за создание товаров и услуг компании, прогнозирование спроса оказывает существенное влияние на принятие решений, касающихся организации операций по выпуску товаров или предоставлению услуг. При изложении материала в данной главе принимается условие, что компания ставит перед собой цель и успешно добивается ее — достижение такого уровня продаж, который соответствует спросу. Следовательно, для простоты изложения материала допускается, что прогноз уровня спроса может быть составлен на основании данных о предшествующем объеме продаж без учета поправок на какое бы то ни было снижение уровня сбыта продукции.

Прогноз объема продаж дает представление о реальном уровне спроса на продукцию предприятия в конкретном периоде в будущем. Такой прогноз является основой для планирования и проведения экономических расчетов. На спрос влияет множество факторов, учет которых можно провести с помощью составления прогноза объема продаж (спроса). В качестве базы для будущего прогноза используются такие показатели, как уровень спроса в предшествующем периоде, демографические изменения, изменения рыночных долей отраслевых организаций, динамика политической ситуации, интенсивность рекламы, конкуренция и пр.

### **3.2. Факторы, оказывающие влияние на уровень спроса**

Спрос, которым пользуются товары или услуги отдельной компании, формируется в результате взаимодействия многих факторов, действующих на рынке. В большинстве случаев спрос на продукцию компании зависит от общего размера рынка сбыта товара или услуги данного типа, а также от удельного веса компании в обороте рынка. Уровень спроса на продукцию компании формируется под влиянием ряда различных факторов, в число которых входят как обстоятельства, находящиеся вне контроля компании, так и обстоятельства, на которые компания по меньшей мере может в какой-то степени воздействовать.

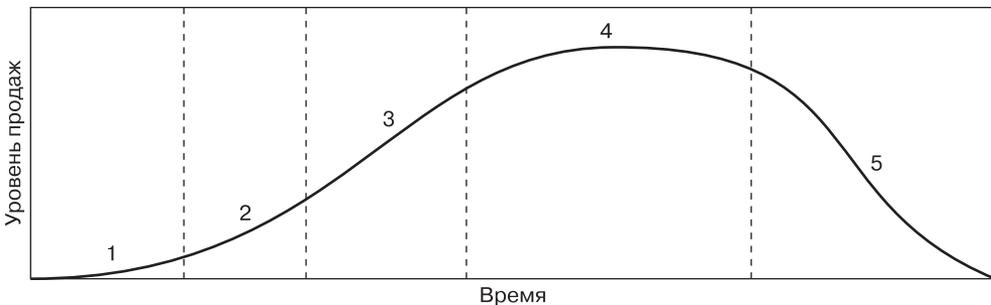
## Экономический цикл

Объем продаж зависит от спроса на продукцию, а спрос, в свою очередь, зависит от ряда других показателей. Одним из важнейших факторов, оказывающих влияние на уровень спроса, является состояние экономики в период прохождения через различные этапы экономического цикла, а именно: подъем деловой активности, инфляция, спад и экономический застой. Действия правительства в ответ на происходящие в экономике перемены, а также его противодействие негативным последствиям этих перемен направлены на смягчение жесткости происходящих в экономике процессов. Тем не менее изменения экономических условий ведения бизнеса представляют собой реалии жизни для большей части делового мира.

## Жизненный цикл продукта

Продукция, выпускаемая компанией, будь то товары или услуги, на разных стадиях своего существования приобретает разное количество целевых потребителей. Как правило, каждый удачный продукт, как показано на рис. 3.1, проходит пять стадий жизненного цикла.

Если продукт обладает определенной привлекательностью для потребителей и наступает стадия стабилизации спроса на этот продукт, то во многих случаях именно в этот момент конкурирующие фирмы начинают выпуск аналогичной продукции, пытаясь захватить часть рынка продукции данного типа. В результате происходит ожесточение конкурентной борьбы, которое снижает темпы роста спроса на продукцию компании. Изделие с достаточно длинным жизненным циклом в конечном итоге достигает той точки этого цикла, в которой практически каждый потребитель, желающий приобрести этот продукт и имеющий для этого необходимые средства, уже сделал это. В такой точке жизненного цикла спрос снижается до минимума. Потребляемые продукты (зубная паста, одежда), а также некоторые услуги (парикмахерские услуги, мойка автомобилей) не попадают в такую точку жизненного цикла, поскольку их «потребляют», а затем покупают снова. Для продления жизненного цикла продукта, уровень потребления которого катастрофически упал, в рамках компании должны предприниматься определенные



**Рис. 3.1.** Стадии жизненного цикла продукта:

- 1 — разработка товара; 2 — экспертиза товара и его внедрение на рынок;
- 3 — быстрый рост спроса на товар; 4 — стадия устойчивого спроса;
- 5 — стадия вывода товара с потребительского рынка

действия, направленные на модификацию этого продукта с целью сохранения его привлекательности в восприятии потребителей. В число этих действий входят меры по изучению рынка сбыта и совершенствованию характеристик продукта. Тем временем в рамках компании должны осуществляться научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по созданию и внедрению на рынок новых товаров или услуг, что позволит сохранить конкурентоспособность компании даже после падения спроса на существующую продукцию и последующего свертывания ее выпуска.

Крайне редко ситуация складывается так, что условия, оказывающие влияние на формирование высокого уровня спроса на тот или иной продукт, стабилизируются на несколько лет. Как можно видеть, существует опасность слишком глубокой экстраполяции тренда на протяжении жизненного цикла продукта.

### Прочие факторы

Существует ряд других факторов, оказывающих влияние на уровень спроса. Особенно много таких факторов можно обнаружить при рассмотрении вторичных воздействий на формирование спроса. Другими словами, существуют факторы, оказывающие влияние на требования потребителя к товарам и услугам, которые, в свою очередь, формируют спрос на продукт или услугу компании. На рис. 3.2 представлено схематическое изображение некоторых факторов, под влиянием которых формируется спрос на продукцию компании.

Факторы, влияющие на спрос — демографические, социальные, финансовые, профессиональные, общественные процессы, политические явления. Еще одна задача менеджмента — уловить происходящие изменения и еще лучше — предвидеть их. Информация о прогнозах спроса (продаж) необходима всем подразделениям предприятия. Производственным и технологическим службам, чтобы определить ассортимент выпускаемой продукции, требуется соответствующим образом подготовить оборудование, оснастку, приспособления. Службы материально-технического снабжения в соответствии с прогнозами спроса (продаж) определяют графики поставок сырья и материалов, размеры партий комплектующих. Финансовые службы рассчитывают размеры оборотных средств, расходы на оплату труда и прочие затраты в предстоящем периоде.

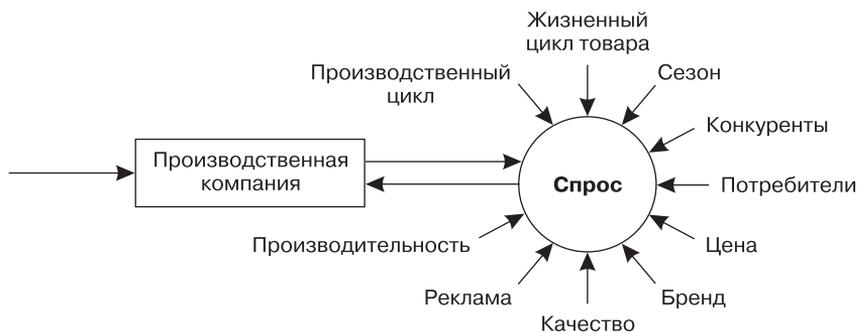


Рис. 3.2. Факторы, влияющие на уровень спроса

### 3.3. Срок действия прогнозов и периодичность их обновления

На протяжении предусмотренного периода (как правило, ежемесячно) составляются отчеты о статистике продаж продукции компании, и на основании этих данных фактический спрос на товары или услуги за данный период сравнивается с прогнозируемым спросом. Такое сравнение позволяет определить, достаточно ли удовлетворительно работает используемый в компании метод прогнозирования. Кроме того, менеджеры компании используют результаты такого сравнения в качестве основы для принятия решений по поводу пересмотра некоторых планов в случае, когда имеет место непредвиденный уровень спроса на те или иные товары или услуги. Иногда оценка точности прогноза производится посредством субъективных наблюдений. В качестве альтернативы применяются также некоторые объективные методы вычислений, такие как вычисление отслеживающего сигнала (более подробно этот метод рассматривается в конце главы). Новые данные об объеме продаж периодически используются для составления и обновления прогнозов, как правило, один раз в месяц или в квартал. Такие повторяющиеся прогнозы позволяют оценить спрос на товары или услуги на срок до одного года. Кроме составления прогноза на один год во многих компаниях составляются более долгосрочные прогнозы, во многих случаях на пять лет. Именно эти прогнозы представляют собой базу для перспективного планирования. В рамках одной и той же компании предпринимается построение прогнозов, рассчитанных на разные промежутки времени. Каждый из этих прогнозов является основой для принятия решений, требующих различных сроков реализации. Некоторые характеристики прогнозов, рассчитанных на разные сроки, а также решения, базирующиеся на этих типах прогнозов, представлены в табл. 3.1. Большое значение имеет согласованность прогнозов и решений, принимаемых на их основе. Другими словами, краткосрочные решения должны приводить к достижению целей, установленных более долгосрочными решениями.

Следует отметить, что период, приемлемый для одного решения, может оказаться неподходящим для другого решения. Именно по этой причине выбор методов прогнозирования зависит от того, какие планы должны быть сформированы на основании соответствующих прогнозов. Некоторые решения ориентированы преимущественно на короткий срок реализации. Текущий уровень спроса выдвигает краткосрочные требования как к операционной функции предприятия, так и к другим сторонам его деятельности. Например, в рамках операционной функции текущий уровень спроса оказывает влияние на принятие решений о количестве рабочего времени, которое необходимо расходовать для обеспечения данного уровня спроса на продукцию, а также о привлечении работников на условиях неполной занятости. Кроме того, текущий уровень спроса влияет на работу организационных единиц компании, которые занимаются закупками и доставкой продукции.

Не менее важна общая тенденция динамики спроса. Перспективная оценка этой тенденции может стать основой долгосрочного планирования по таким аспектам ведения бизнеса, как увеличение производственных мощностей, открытие нового завода, закрытие действующего предприятия или его переориентация. Для организации работы нового предприятия может потребоваться составление прогно-

зов на достаточно длительный период, необходимый для оценки и выбора места для строительства, проектирования производственных помещений, мобилизации капитала, строительства здания, подбора и подготовки персонала, а также для закупки оборудования и материалов, необходимых для того, чтобы начать выпуск продукции.

**Таблица 3.1.** Типы и характеристики прогнозов

Срок действия прогноза	Стандартный период времени, на который рассчитан прогноз	Сфера применения	Характеристики	Методы прогнозирования
Длительный	В большинстве случаев до 5 лет или более	<i>Бизнес-планирование:</i> планирование номенклатуры изделий, научно-исследовательских работ, капиталовложений, местоположения предприятия и возможностей увеличения производственных мощностей	Прогнозы носят широкий, обобщающий характер и во многих случаях отображают качественные характеристики возможных процессов и событий	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Технологические, экономические, демографические методы.</li> <li>• Изучение конъюнктуры рынка.</li> <li>• Экспертная оценка группы специалистов</li> </ul>
Средний	В большинстве случаев от 1 года до 2 лет	<i>Планирование общих направлений деятельности компании:</i> планирование капиталовложений и движения денежной наличности, производственное планирование, финансирование производственных процессов и производственных запасов	Количественный прогноз, не обязательно составляемый по каждому отдельному изделию. Прогноз, представляющий оценку необходимого уровня надежности	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Коллективное заключение о предполагаемом уровне спроса.</li> <li>• Временной ряд.</li> <li>• Регрессия.</li> <li>• Корреляция или сочетание экономических показателей.</li> <li>• Экспертная оценка группы специалистов</li> </ul>
Короткий	В большинстве случаев менее 1 года; от 1 дня до 1 года	<i>Управление краткосрочными процессами:</i> согласование уровня производства и уровня занятости; планирование закупок; составление календарных планов выполнения производственных заданий; распределение заданий по реализации проекта; принятие решений по поводу необходимости выполнения сверхурочных работ	Прогноз может составляться по каждому изделию с целью планирования действий компании по данному направлению. Прогноз должен составляться по каждому изделию с целью регулирования объема закупок и производственных запасов	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Экстраполяция тренда.</li> <li>• Графический метод.</li> <li>• Составление большого количества краткосрочных прогнозов спроса на продукт или на семейство продуктов.</li> <li>• Экспертная оценка.</li> <li>• Экспоненциальное сглаживание</li> </ul>

Прогнозы разделяют на краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные. В зависимости от отраслевой специфики, характера выпускаемой продукции, разнообразия ассортимента, регионов сбыта различным предприятиям требуются те или иные формы прогнозов.

Наиболее распространенный вид прогноза сбыта — прогноз на финансовый или календарный план. Он используется в качестве основы для планирования потребностей в финансах, рабочей силе, для составления смет (системы или плана счетов) издержек производства. Такие прогнозы часто разбиваются на полугодовые и квартальные периоды. Продолжительность периода, на который составляется прогноз сбыта, может базироваться на сезонных потребностях в продукции или на длительности производственного цикла предприятия. Если для переработки сырья требуется 6 месяцев, прогноз охватывает полугодовой период. Например, в швейной промышленности на изготовление пальто требуется от 10 до 14 недель. Соответственно годовые прогнозы сбыта на предприятиях этой отрасли должны обязательно иметь поквартальную разбивку с указанием объема продаж по каждому виду изделия на каждый квартал.

Среднесрочные прогнозы охватывают период от 2 до 5 лет. Они, в сущности, экстраполируют сложившиеся тенденции сбыта на том или ином рынке с учетом воздействия предполагаемых изменений в численности и составе населения, хозяйственной конъюнктуры, действия других внешних факторов. Такие прогнозы используются для установления сроков определенных мероприятий, из которых складывается стратегия сбыта предприятия. Например, предприятие начинает осваивать совершенно новое для себя изделие. Рынок уже существует, и конкуренция очень сильная. При оценке возможностей предприятия в расчет должны приниматься не только объемы сбыта нового изделия в абсолютном выражении в текущем году, но и темпы роста объема реализации. Если сбыт на начальной стадии быстро растет, то при составлении среднесрочного прогноза вполне можно предположить дальнейшее увеличение объемов продаж. Составление среднесрочного прогноза дает руководству предприятия информацию, без которой нельзя принять верное решение в области инвестиционной политики. Осуществление значительных капиталовложений в производство, и тем более в строительство новых производственных площадей для выпуска нового изделия, связано с длительным периодом окупаемости этих затрат. Среднесрочный прогноз сбыта позволяет оценить, насколько эффективной является данная инвестиционная программа, какую прибыль принесут капиталовложения в наращивание производства нового изделия после завершения строительства соответствующих производственных мощностей. Он также даст ответ на вопрос: имеет ли вообще смысл вкладывать деньги в этот проект?

Долгосрочные прогнозы могут разрабатываться на срок от 5 до 50 лет. Значение долгосрочного прогнозирования зависит от характера выпускаемой продукции, технологической и коммерческой специфики. Так, предприятия, добывающие сырье, часто планируют разработку новых месторождений и технологического оборудования для их освоения задолго до того, как они могут понадобиться, иногда за 20–25 лет. Такие прогнозы необходимы при проведении крупномасштабных НИОКР. Составление долгосрочных прогнозов означает, что, когда все исследования и разработки будут завершены, у предприятия будут готовы варианты фи-

нансовых и производственных планов для выхода на рынок с новыми изделиями, базирующимися на результатах НИОКР.

Чем короче период прогнозирования, тем точнее прогноз. При удлинении периода увеличивается число переменных, которые необходимо принимать во внимание.

Однозначно указать, каким образом или с помощью какого метода наиболее целесообразно разрабатывать прогноз, нельзя. Поэтому при составлении прогнозов необходим предварительный анализ рынка, на котором предприятие планирует свою деятельность. Важную роль играют не только методы анализа, но и правильный отбор источников информации. При анализе рынка учитывают тенденции в экономике страны в целом, ситуацию в отрасли. На основании изучения источников получают сведения о положении в отдельных отраслях, об уровне и динамике розничных и оптовых цен, условиях на рынках рабочей силы, уровне потребительского дохода, операциях в области внешней торговли.

Для удобства анализа рынка в средне- и долгосрочном прогнозировании основное внимание уделяют трем важнейшим элементам рыночного механизма: это спрос, предложение и цена.

Спрос рассматривают только как платежеспособный, т. е. как тот объем товара, за который покупатель готов заплатить деньги при данных ценах.

Предложение — это объем товара, который производители готовы продать при данных ценах. О спросе судят обычно косвенно — через объемы потребления, импорта и изменения запасов; о предложении — по динамике производства, экспорта и изменения запасов.

При прогнозировании рынок любого товара рассматривается как система неустойчивая, т. е. неопределенная по своему общему состоянию. Причина неустойчивости — противоречие между инерционностью рынка и его динамичностью. Инерционность зависит от времени эксплуатации основных фондов, длительности производственных процессов и передачи и освоения информации. В итоге появляется временной лаг между моментом принятия решения и его реализацией. Этот лаг отражается и в отставании друг от друга изменений экономических показателей (например, развитие многих конъюнктурных данных рынка в той или иной степени отстает от изменения цен). Динамичность рынка отражает влияние научно-технической революции как на производственные процессы, так и на создание новых товаров и в конечном счете на потребности. Изменения экономической и политической картины мира воздействуют на мировую торговлю и производственно-технологические процессы.

Средне- и долгосрочное прогнозирование рынка рассматривается как объективное, научно обоснованное, вероятностное по своей природе суждение о динамике важнейших характеристик товарного рынка и их альтернативных вариантов при условии заранее сформулированных гипотез и предпосылок. Поскольку на основании прогнозов принимаются важнейшие управленческие решения, чрезвычайно важно, чтобы прогноз был максимально надежным. Нежелательно, чтобы процедура прогнозирования занимала слишком много времени и требовала большого информационного обеспечения. Различные методы прогнозирования в зависимости от требуемой глубины и присущих им особенностей по-разному отвечают этим требованиям.

### 3.4. Модели и методы прогнозирования

Прогноз может быть составлен либо с применением субъективного, качественно-го подхода, либо посредством объективного, количественного подхода. Все прогнозы подразделяются на две основные категории в зависимости от того, каким образом составлена оценка спроса: на основании субъективных мнений или с применением каких-либо математических формул.

Качественные методы основаны на субъективных оценках и мнениях: вклад отдела продаж, исследование рынка, групповое согласие, историческая аналогия, метод Дельфи.

Методы прогнозирования, разработанные на основании математических подходов, называются количественными, или статистическими, методами, или моделями составления прогнозов. Часто для обозначения количественного прогноза, выраженного в виде формулы или уравнения, используется термин «модель» вместо общепринятого термина «метод». Статистические методы составления прогнозов могут быть разделены на подгруппы в зависимости от того, какой фактор (факторы) оказывает влияние на формирование спроса и используется в качестве основного критерия при определении будущего уровня спроса. В методах прогнозирования одной из таких подгрупп, имеющей название «модели построения прогнозов на основании временных рядов», время представляет собой единственную независимую переменную, используемую в процессе прогнозирования спроса. Методы анализа временных рядов основываются на предположении, что закон изменения данных временного ряда в прошлом будет сохраняться и в будущем. К ним относят линейную регрессию, метод Боеса — Дженкинса, временные ряды Шискина, трендовое проецирование.

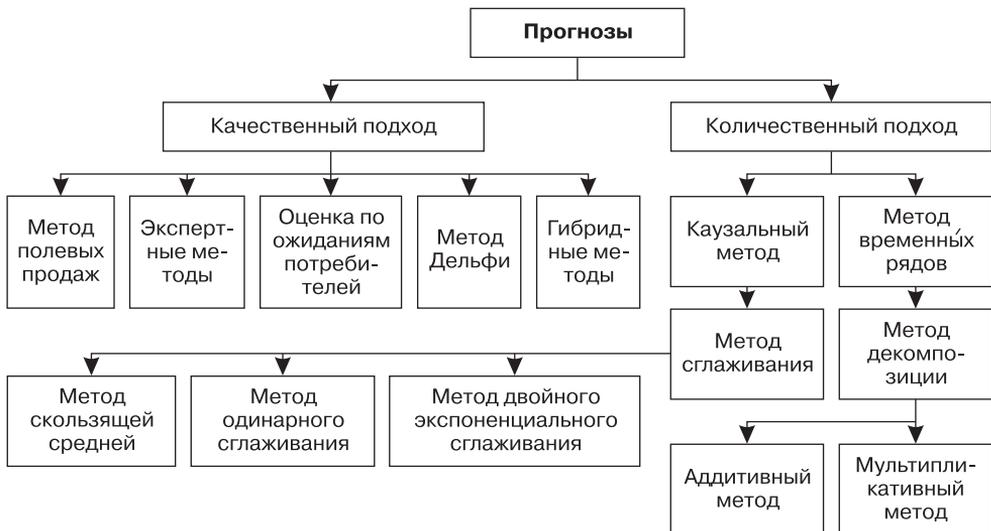


Рис. 3.3. Классификация методов и моделей прогнозирования

Другая подгруппа состоит из причинных, или пояснительных, моделей, в которых в качестве базы для прогнозирования спроса вместо времени (или в дополнение к нему) используются одна или несколько других переменных. Причинные (каузальные) модели основываются на выделении главных и второстепенных факторов, влияющих на прогнозируемый объект. Например, на продажи могут воздействовать реклама, качество и конкуренция. К таким методам относят эконометрические модели, модели вход — выход, упреждающие индикаторы, простое скользящее среднее, внешнее скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание. Общая классификация методов и моделей прогнозирования представлена на рис. 3.3.

### 3.5. Качественные методы прогнозирования

Прогнозирование — это скорее искусство или особое мастерство, а не точная наука. В прогнозировании в качестве основных исходных данных используются информация, анализ, опыт, обоснованная экспертная оценка специалистов. Не существует законов, которые могли бы сохранить модель взаимосвязей между спросом и другими аспектами деятельности компании. Экономические условия, действия конкурентов, предпочтения потребителей, а также другие социальные явления носят непредсказуемый характер. Не всегда в рамках компании составляются прогнозы по каждому выпускаемому изделию. Различные изделия можно объединить в группы по принципу общности факторов, оказывающих влияние на формирование спроса. Необходимо принимать решения по поводу того, какие изделия следует включить в группу, на которую будет рассчитан агрегированный прогноз, и какой процент от общего количества продаж будет приходиться на каждое отдельное изделие. Экспертная оценка применяется для определения состава данных, которые могут быть использованы в процессе построения прогнозов. Составитель прогноза выполняет оценку массивов данных, которая позволяет выяснить, формируется ли спрос в соответствии с какой-либо конкретной закономерностью, и определить, имеют ли изменения спроса отношение к факторам, которые могут быть идентифицированы и использованы с целью прогнозирования дальнейших изменений уровня спроса.

Перед началом процесса построения прогноза необходимо сделать выбор: использовать математические уравнения для выражения взаимосвязи спроса и других переменных или применить субъективный качественный подход к построению прогнозов. В случае выбора качественного подхода к прогнозированию эксперт формулирует свое мнение об относительном воздействии совокупности факторов на уровень спроса. В случае использования одной из математических моделей прогнозирования принимают решение о том, какие переменные подлежат оценке в процессе составления прогноза, а также какое уравнение следует применить в данном случае.

В процессе использования выбранной прогнозной модели составитель прогноза должен продолжать оценку приемлемости модели, разработанной на основании данных об уровнях спроса за прошедший период времени, для применения в процессе составления прогнозов на основании данных о текущих и возможных будущих условиях формирования спроса. Необходимо следить за тем, действуют

ли все те же факторы, оказывают ли они такое же воздействие на уровень спроса и можно ли ожидать, что они и в дальнейшем будут оказывать такое же влияние. В некоторых случаях составители прогнозов разрабатывают гибкие модели, способные адаптироваться к изменению условий. Полезно использовать два или три дополнительных метода прогнозирования, чтобы проследить, насколько совпадают результаты прогнозирования по этим методам. Если различные методы прогнозирования дают отличающиеся оценки спроса, необходимо снова применить экспертную оценку для того, чтобы определить причины таких расхождений, а также для того, чтобы выбрать метод, позволяющий составить самый лучший прогноз.

Как видно из приведенных доводов, выбор модели, которая считается лучшей для прогнозирования спроса на продукт или семейство продуктов, может потребовать выполнения как серьезных вычислений, так и субъективной оценки ответственных лиц.

Наиболее распространенными методами прогнозирования являются следующие.

1. *Метод полевых продаж, или пробный маркетинг.* Быть может, самый точный из качественных методов подход к составлению прогноза. Новый продукт или какие-либо изменения, произведенные в системе продвижения изделий на рынке, осуществляются на очень небольшом по размеру рынке. В сущности, на небольшом местном рынке предпринимается попытка смоделировать то, что потом будет сделано в масштабе более крупного рынка. Составные элементы программы продвижения нового изделия на рынке (цены, виды рекламы, каналы сбыта, вид упаковки) проверяются на ограниченной группе потребителей. После обработки полученной информации об объеме и темпах роста продаж нового изделия соответствующие наметки относительно прогноза распространятся на весь рынок.

2. *Опрос группы руководителей различных служб и отделов предприятия.* Предварительно руководители получают информацию, касающуюся анализа рынка. В этом случае прогноз сбыта представляет собой нечто среднее из мнений опрашиваемой группы руководителей. Подходит для новых предприятий, не имеющих достаточного опыта в использовании других методов, когда отсутствуют детализированные расчеты о состоянии рынка, нет полной статистики о тенденциях сбыта различных видов изделий. Групповое согласие — основная идея метода; группа людей с различными позициями может разработать более надежный прогноз, чем один человек. Прогнозы с участием групп специалистов разрабатываются при проведении круглых столов, со свободным обменом мнениями участников всех уровней управления и отдельных лиц. Если решения принимаются на высшем уровне, этот метод называют *методом мнения руководства*.

3. *Обобщение оценок отдельных торговых агентов предприятия и руководителей подразделений.* В этом случае анализ рынка дополняется мнением тех, кто непосредственно ощущает реакцию потребителей, колебания потребительских предпочтений. Принимается в расчет региональный аспект (особенности реализации изделий в разных регионах). Точность оценки выше, чем в предыдущем, но больше накладных расходов (аналитики, обработка данных). Предполагается что сотрудник, который занимается сбытом, знает будущие потребности лучше. Во многих случаях данное допущение справедливо и составляет основу рассматрива-

емого метода. Прогнозы нижнего уровня суммируются и передаются на более высокий уровень, на котором учитываются данные первичного прогноза при создании резервных запасов и расчете объема заказа. Полученный прогноз передается на следующий уровень, процедура повторяется, пока не будет достигнут высший уровень, прогноз для которого представляет собой прогноз для производственной компании в целом.

4. *Прогнозирование на базе прошлого оборота.* Данные о продажах за прошлый год берутся в качестве основы для предсказания вероятностного спроса в будущем. Предполагается, что оборот следующего года превысит или будет ниже оборота нынешнего года на определенную величину. Обычно берут процентное увеличение к данным за предыдущий год по так называемому принципу «от достигнутого». Данный метод прогнозирования пригоден для отраслей и рынков со стабильной хозяйственной конъюнктурой, слабо меняющимся ассортиментом товаров и услуг, с вялотекущим НТП, где значительные колебания товарооборота происходят крайне редко. Применяя этот метод, невозможно учесть быстрые изменения в коммерческой деятельности, структуре потребительского спроса. Степень конкуренции не принимается в расчет.

5. *Прогнозирование на основе «доли рынка» компании,* при котором оборот прогнозируется в виде определенного процента от доли компании на рынке в данной отрасли. То есть сначала прогнозируется спрос для всей отрасли, а затем производится расчет доли предприятия в общем объеме продаж всей отрасли. Важно быть уверенным в точности прогноза для всей отрасли, не принимать в расчет ценовую конкуренцию (на уровне новых изделий и услуг).

6. *Анализ конечного использования.* Прогноз основывается на предполагаемых объемах заказов основных заказчиков предприятия. Применение данного метода предполагает проведение специального исследования по основным отраслям, потребляющим продукцию данного предприятия, сбора и обработки значительного статистического и фактического материала. Наиболее предпочтительно применять в отраслях сырьевого и энергетического комплекса, а также на предприятиях, выпускающих комплектующие изделия и узлы.

7. *Метод стандартного распределения вероятностей,* базирующийся на методе PERT (*program evaluation-and-review*), — метод оценки и пересмотра планов с использованием сетевых моделей и методов планирования и управления. Сущность метода такова: экспертным путем определяются три вида прогноза сбыта — оптимистический, наиболее вероятный и пессимистическая оценка сбыта. Далее рассчитывается ожидаемое значение прогноза сбыта по формуле:

$$EP = \frac{O + 4M + P}{6}. \quad (3.1)$$

Стандартное отклонение определяется по формуле:

$$CO = \frac{O - P}{6}. \quad (3.2)$$

Наиболее вероятное значение переменной прогноза сбыта будет:

$$nc = EP \pm CO. \quad (3.3)$$

8. *Оценка по ожиданиям потребителей.* Для составления прогноза этим методом обычно привлекают сторонние специализированные компании. Рыночные исследования чаще всего используют для получения информации о товарах, их перспективах, предпочтениях потребителей. В качестве способов сбора информации применяют опросы и наблюдения.

9. *Метод Дельфи.* По мнению специалистов для средне- и долгосрочного прогнозирования подходит метод Дельфи. Он обеспечивает удовлетворительную точность (надежность). Обладает высокой объективностью оценок, требует незначительной дополнительной информации в процессе прогнозирования, а при хорошо организованной работе — и незначительного времени. Что касается математических моделей, то они хорошо разработаны и практически используются лишь для мировых рынков сырьевых товаров. Многофакторные экономико-математические модели регрессионного типа успешно применяются для прогнозирования мировых цен на сырье.

При обсуждении метода группового согласия высказывания или мнение вышестоящего руководителя обычно весят больше, чем мнение его подчиненных. При этом подчиненные боятся высказывать свои соображения. Для устранения этих недостатков в групповом методе Дельфи обеспечивается конфиденциальность участвующих в исследовании лиц. Мнение каждого участника имеет одинаковый вес. Глава группы готовит анкету (вопросник) и раздает ее участникам. Их ответы подытоживаются и возвращаются всей группе вместе с новым перечнем уточняющих вопросов.

Метод Дельфи (иногда дельфийский метод) появился в 1950–1960 гг., разработан корпорацией *RAND* (*research and development* — «исследование и разработка») — стратегический исследовательский центр в США. Является некоммерческой организацией.

Основные этапы реализации:

1. Выбрать экспертов. Это специалисты, представляющие различные сферы деятельности.
2. С помощью вопросника получить прогнозы от всех участников.
3. Подвести итоги и раздать полученные выводы участникам с соответствующими новыми вопросами.
4. Снова подвести итоги, совершенствуя прогнозы и условия, опять разработать новые вопросы.
5. Повторить в случае необходимости п. 4. Ознакомить с окончательными результатами всех участников.

Обычно с помощью метода Дельфи можно достичь удовлетворительных результатов уже за три раунда.

10. *Гибридные подходы.* При разработке сложных, долгосрочных прогнозов применяются различные методы для отдельных его разделов.

Так, в начале 80-х гг. прошлого столетия профессор С. Э. Пивоваров при разработке долгосрочного комплексного прогноза развития приборостроительной отрасли промышленности применил различные методы, наиболее адекватные каждой важной составляющей части этого прогноза.

Для первой части этого прогноза, представлявшей технологический (научно-технический) прогноз, информационная основа являлась одним из определяющих элементов. При этом ставились условия полноты и достоверности. Этим требованиям в то время наиболее полно отвечал библиографический фонд патентной документации ИНПАДОК. Признаками потенциальной перспективности технического направления были признаны увеличение интенсивности патентования (положительный тренд), а также увеличение фирменной (деловой) активности. Выделялись и другие важные признаки. Вся информация обрабатывалась известными методами моделирования на ЭВМ.

Вторая часть комплексного прогноза включала прогноз платежеспособной потребности (спроса). Выяснилось, что эта сложная задача также требует комплексного подхода, сочетающего различные методы, начиная от классификации продукции, основанной на теории распознавания образов, и заканчивая моделью, сформулированной в виде задачи динамического программирования, что позволяет учесть взаимозависимость производства и потребления (рекуррентность уравнений), планомерность хозяйственной деятельности, а также наличие блока формирования целей (целевой функции).

Заключительная часть прогноза состояла в формировании собственно экономического прогноза, который аккумулировал в себе результаты предыдущих расчетов.

Перечисленным требованиям хорошо отвечала модель, сформулированная в виде задачи выпуклого программирования, являющегося одним из разделов математического программирования. Данная модель была выбрана еще и потому, что уже в те годы существовало стандартное программное обеспечение решения задач данного класса линейного программирования.

Приведенный пример свидетельствует о том, что решение сложных долгосрочных задач прогнозирования требует использования различных, т. е. гибридных подходов для их реализации.

Описание основных качественных методов прогнозирования показывает, что механическое их применение становится все менее эффективным. Любая самая совершенная методика планирования, прогнозирования при все более возрастающих требованиях к повышению гибкости и оперативности производства оказывается лишенной здравого смысла в отсутствие анализа и прогнозирования динамики структуры потребительского спроса, предпочтений разных групп потребителей, без оперативно действующего механизма обратной связи между нововведениями на рынке и реакцией на него потребителя. Формирование системы прогнозирования, учитывающей эти факторы, является важной задачей менеджмента.

### **3.6. Количественные методы прогнозирования**

Количественные методы прогнозирования предполагают использование математических выражений или формул с целью определения взаимосвязи спроса на товары или услуги и какой-либо независимой переменной (переменных). Существуют два основных типа количественных прогнозных моделей: модели, основанные на временном ряде, и причинные модели.

В *моделях, использующих разложение по временному ряду*, для оценки будущего спроса в качестве независимой переменной используется время, а также определяется «закономерность спроса», т. е. существовавшая в прошлом взаимосвязь уровня спроса и периода времени.

В *причинных моделях*, которые иногда называют «ассоциативными», или «объясняющими», моделями, вместо времени или в дополнение к нему используется какая-либо другая переменная (или несколько переменных), устойчивая связь которых с уровнем спроса в прошлом прослеживается достаточно четко. Значения этой независимой переменной (переменных) используются для вычисления значения будущего уровня спроса, определенного в процессе построения прогноза по данному методу. Безусловно, для того чтобы ту или иную прогнозную модель можно было использовать в качестве средства построения прогнозов, изменение значений независимых переменных должно происходить на протяжении достаточного периода еще до соответствующих изменений уровня спроса. Такие переменные называют также *опережающими показателями*.

Применение любого из двух типов количественных методов прогнозирования — модели, основанной на временном ряде, или причинной модели — основывается на допущении о непрерывности. Предполагается, что те тип и уровень взаимосвязей спроса и независимой переменной (переменными), которые существовали ранее, продолжают свое существование и в дальнейшем. Нет необходимости анализировать причины существования такой взаимосвязи, однако прогнозная модель может стать действенным средством составления прогнозов только тогда, когда эта взаимосвязь останется непрерывной. Перед началом рассмотрения взаимосвязей, которые могут существовать между различными факторами формирования спроса на товары или услуги, необходимо сначала рассмотреть некоторые предварительные действия, которые следует предпринять в процессе анализа данных об уровнях спроса.

### **Предварительный анализ**

Первым шагом построения прогноза на базе количественной прогнозной модели является сбор достаточного количества информации об уровнях спроса, имевших место в прошлом. Период, за который необходимо собрать данные об уровне спроса, определяется в соответствии с тем, насколько эти данные должны отображать условия, сопутствовавшие формированию спроса в прошлом, и в какой степени эти данные могут служить признаком формирования аналогичных условий в будущем. Для некоторых моделей, таких как метод разложения по временному ряду, необходимо собрать данные за 2–3 года. Если в процессе построения прогнозов используются данные об объеме продаж, в этих данных должны быть учтены все случаи, когда спрос превышал продажи по причине недостатка продукции, производственных мощностей и т. п. Все данные об уровнях спроса должны быть представлены приблизительно за одни и те же периоды, а также должны быть расположены в хронологическом порядке.

Вероятность повторения необычных или нестандартных событий, повлекших за собой изменение уровня спроса, очень невелика, следовательно, данные о таких событиях следует удалить из всей совокупности анализируемых данных. В качестве примера событий такого типа можно привести резкий рост посещаемости

в ресторанах и гостиницах, расположенных недалеко от мест проведения Олимпийских игр или чемпионатов мира. Нестандартные события такого типа искажают характер спроса, который имел бы место в нормальных условиях.

Полезно представить полученные данные в графическом виде. Графическое изображение наглядно демонстрирует, существует ли на самом деле какая-либо закономерность формирования спроса, которая могла бы оказаться значимой для прогнозирования будущих значений уровня спроса.

### **Разложение по временному ряду**

Метод разложения по временному ряду используют при наличии явной выраженности сезонных колебаний спроса, наличие таких колебаний должно быть обязательно учтено при построении прогноза. Разложение по временному ряду можно применять независимо от того, имеет ли тренд горизонтальное направление или нет. Различные типы сезонных колебаний (аддитивное и мультипликативное колебание) рассматриваются далее.

### **Составляющие временного ряда**

Временной ряд можно использовать в качестве приемлемого средства прогнозирования в случае, когда в формировании спроса на протяжении определенного периода зарегистрирована достаточно устойчивая закономерность, а условия, в которых эта закономерность сформировалась, с большой степенью вероятности сохранятся в будущем. **Временной ряд** — это массив данных, накопленных за равные промежутки времени и расположенных в порядке их фактического появления. В качестве примера временного ряда можно привести цепочку данных об объеме продаж за день, за неделю или за месяц. Подобный временной ряд может содержать в себе достаточно устойчивую закономерность, повторяющуюся в рамках определенных промежутков времени. В некоторых случаях такую закономерность трудно заметить на базе необработанных данных. С целью обнаружения закономерности, которая может оказаться полезной в процессе построения прогноза, можно выполнить разложение всей совокупности данных на составляющие. Краткий анализ этих составляющих представлен ниже, а их графическое изображение приведено на рис. 3.4.

1. **Составляющая тренда** — это общее восходящее или нисходящее направление изменения среднего уровня спроса за определенный промежуток времени.
2. **Сезонная составляющая** — это колебание спроса вокруг тренда, повторяющееся с достаточно стабильным интервалом. Спрос на некоторые товары и услуги зависит от погодных условий и ежегодно формируется в соответствии с общей закономерностью. В то же время сезонные закономерности могут повторяться каждую неделю, каждый месяц или в рамках любого другого промежутка времени.
3. **Периодическая составляющая** — это общее восходящее или нисходящее направление изменения уровня спроса, повторяющееся в рамках промежутка времени большего, чем один год. Такая динамика спроса в большинстве случаев связана с различными стадиями экономического цикла (инфляцией, рецессией и т. д.), поэтому частота появления закономерности данного типа

может и не быть стабильной. Для описания периодической составляющей временного ряда могут потребоваться данные за период от 15 до 20 лет.

4. **Случайная составляющая** — это ряд краткосрочных, непостоянных колебаний спроса, которые происходят без какой-либо видимой закономерности.

В процессе прогнозирования спроса на базе моделей, рассматриваемых в данной главе, выделяются только две из четырех перечисленных выше составляющих временного ряда, а именно — составляющая тренда и сезонная составляющая.

Случайные отклонения спроса непредсказуемы, поэтому случайная составляющая не учитывается в процессе анализа динамики спроса. Для определения частоты повторяемости колебаний спроса согласно периодической составляющей требуется обработка данных за длительный период. Вместе с тем периодические отклонения не оказывают серьезного влияния на принятие большинства решений по вопросу организации операций. Долгосрочные решения, рассчитанные на отдаленную перспективу, в большинстве случаев являются частью генеральных планов деятельности компании, которые с течением времени подвергаются пересмотру и уточнению. Поэтому периодическую составляющую временного ряда также нецелесообразно выделять в процессе построения прогнозов по данному методу. Однако следует отметить, что оценка тренда может оказаться достаточно высокой, если она получена на основании данных об уровнях спроса за период подъема экономического цикла. С другой стороны, эта оценка может оказаться достаточно низкой, если данные собраны в период спада экономического цикла. Кроме того, даже если не учитывать возможность такого развития событий, прогнозирование спроса на базе данной модели характеризуется достаточно высокой степенью неопределенности, когда поведение тренда моделируется на слишком отдаленный будущий период.

Разложение по временному ряду — это разбиение временного ряда на основные составляющие, которые имеют более наглядную и предсказуемую структуру. Составляющие временного ряда, выявленные таким образом, могут быть использованы в процессе построения прогноза посредством моделирования поведения самих этих составляющих (или их сочетаний) в будущем. Четыре основные составляющие временного ряда — тренд, периодическая, сезонная и случайная составляющие — были определены выше и проиллюстрированы на рис. 3.4.

Подход к построению прогнозов с использованием разложения по временному ряду основывается на предположении, что все перечисленные выше составляющие действуют независимо друг от друга. В процессе моделирования поведения основных составляющих временного ряда в будущем предполагается, что все факторы, обусловившие их появление в прошлом, будут и дальше воздействовать на формирование спроса. При рассмотрении множества факторов, оказывающих влияние на формирование спроса, существует опасность, что моделирование ситуации в будущем затронет слишком большой период из прошлого. Для того чтобы распознать ситуацию, в которой произошло изменение факторов, воздействовавших на прежний уровень спроса, составитель прогноза должен обладать определенным опытом и достаточно глубоко владеть вопросом. Когда та или иная прогнозная модель используется на протяжении длительного периода, неизбежно возникает необходимость в выяснении следующего вопроса: насколько суще-

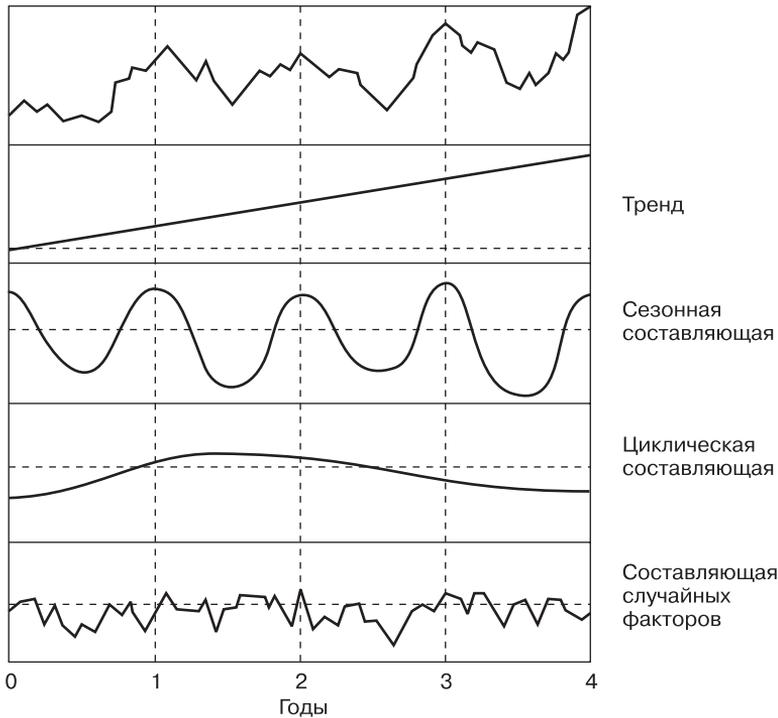


Рис. 3.4. Четырехлетний временной ряд и его составляющие

ственно изменились условия и факторы, воздействующие на формирование спроса, с тех пор как данная модель была разработана?

### Мультипликативная и аддитивная модели

Существует два основных типа моделей построения прогнозов на основании временного ряда. Самый распространенный тип — это мультипликативная модель. Элементами такой модели являются составляющие временного ряда, выраженные коэффициентами, произведение которых используется для оценки уровня спроса. Второй тип — это аддитивная модель, в соответствии с которой сумма всех составляющих является основанием для оценки уровня спроса. Уравнения 3.4 и 3.5 представляют собой математическую интерпретацию мультипликативной и аддитивной модели соответственно:

$$TF = T \times S \times C \times R, \quad (3.4)$$

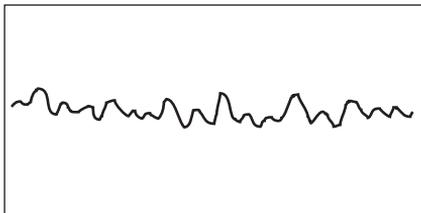
$$TF = T + S + C + R, \quad (3.5)$$

где  $TF$  — прогноз, составленный на основе временного ряда;  $T$  — составляющая тренда;  $S$  — уровень сезонных колебаний, выраженный либо в виде коэффициента, либо в виде величины, которую необходимо прибавить;  $C$  — уровень периодических колебаний, выраженный либо в виде коэффициента, либо в виде вели-

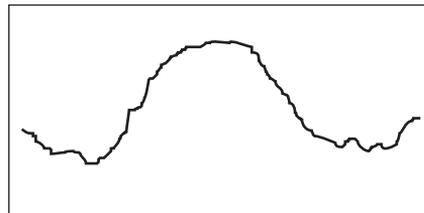
чины, которую необходимо прибавить;  $R$  — случайная составляющая, или любое колебание спроса, причиной которого не являются предшествующие факторы.

Визуальный анализ графика, на котором отображены данные временного ряда, во многих случаях очень помогает определить тип модели, наиболее приемлемой для представления этих данных. По всей вероятности, данные об уровнях спроса, имеющиеся в распоряжении составителя прогноза, будут соответствовать одной из моделей временного ряда, представленных на рис. 3.5.

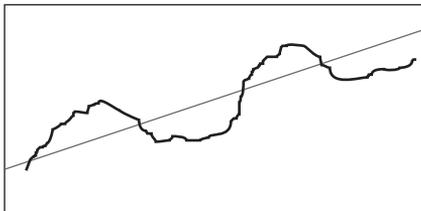
В случае если сезонные колебания повторяются с периодичностью в 1 год, сезонную и нерегулярную составляющие во многих случаях можно исключить посредством вычисления скользящего среднего за один год, начиная с данных об уровне спроса за первый год и продолжая вычисления скользящего среднего по данным за последующие годы. Если в распоряжении составителя прогноза имеются данные за длительный период, он может использовать только данные за самые последние годы, поскольку они с большей степенью вероятности отражают текущие условия формирования спроса. Полученные средние значения могут быть нанесены на график в центре периодов, используемых для вычисления



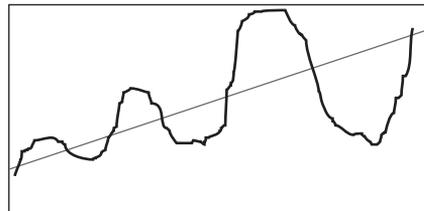
Тренд отсутствует, сезонные колебания отсутствуют



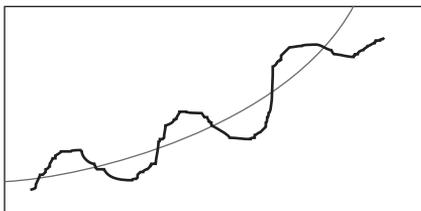
Тренд отсутствует, но наблюдаются сезонные колебания



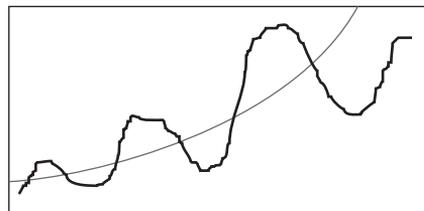
Линейный тренд, аддитивные сезонные колебания



Линейный тренд, мультипликативные сезонные колебания



Нелинейный тренд, аддитивные сезонные колебания



Нелинейный тренд, мультипликативные сезонные колебания

**Рис. 3.5.** Некоторые модели прогнозирования на основании временного ряда

каждого скользящего среднего. Этот график показывает, как ведут себя составляющая тренда и периодическая составляющая. Если отсутствует тренд или периодическая составляющая, скользящие средние образуют практически прямую горизонтальную линию.

Для идентификации и обнаружения тренда и периодической составляющей временного ряда могут потребоваться данные за 15–20 лет. Очевидно, что очень мало продуктов остается в неизменном виде на протяжении такого длительного периода. К концу этого периода могут измениться конкурентные условия, может наступить другая стадия жизненного цикла продукта. Принятие решений не может быть отложено на 15 лет. Поэтому в некоторых случаях тренд оценивается по данным за 2 года. На практике многие специалисты, занимающиеся планированием деятельности предприятия, идентифицируют только сезонную составляющую и составляющую, полученную в результате совмещения тренда и периодической составляющей. Предполагается также, что усреднение случайной составляющей выполняется на базе многочисленных наблюдений.

После усреднения сезонной и случайной составляющих временного ряда составляющая, полученная в результате совмещения тренда и периодической составляющей, может быть представлена в виде графика, имеющего форму прямой линии или кривой какого-либо типа. Для вычисления уравнения, описывающего кривую, можно использовать компьютерную программу аппроксимации кривой на основании метода наименьших квадратов. Линейная регрессия, которая представлена ниже уравнениями 3.12 и 3.13, может быть использована в процессе определения угла наклона прямой линии и отрезка, отсекаемого этой прямой на оси, в случае если данные формируют линейную функцию.

Функция с трендом и периодической составляющей может быть продолжена на будущий период посредством визуальной экстраполяции значений, отображенных на графике, или посредством вычисления будущих значений в случае, если построено соответствующее уравнение. Продолжение линии тренда должно выполняться осторожно, особенно при построении долгосрочных прогнозов, поскольку оценка тренда может быть искажена колебаниями периодической составляющей, которая совмещена с трендом  $A/T$ .

При наличии сезонных колебаний вблизи тренда продолжение линии тренда не позволяет составить исчерпывающий прогноз на каждый будущий период. Закономерность сезонных колебаний вокруг линии тренда необходимо также экстраполировать на будущий период для того, чтобы построить прогноз ожидаемого уровня продаж по каждому периоду. Если для построения прогноза по имеющимся данным избрана аддитивная модель, составитель прогноза должен определить корректную поправку на сезонные колебания (положительную или отрицательную), которая должна быть внесена в данные за каждый период времени, на который составляется прогноз. При составлении прогноза на основании данных за месяц можно вычислить среднюю разность между фактическим значением и значением тренда (другими словами, значения  $A/T$ ) для отдельно взятого месяца за каждый год из прошедших нескольких лет.

Сезонные поправки для мультипликативной модели определяются посредством вычисления среднего соотношения между фактическим уровнем спроса и значением тренда (т. е. значений  $A/T$ ) за каждый период, представляющий

интерес с точки зрения построения прогноза. Если составитель прогноза имеет в своем распоряжении данные за октябрь, скажем, за семь лет, можно вычислить среднее значение соотношений  $A/T$  за каждый октябрь. Например, если среднее значение соотношений  $A/T$  за прошедшие три месяца составляет 1,18, это значит, что объем продаж в октябре, как правило, на 18% превышает значение тренда за этот месяц. Для того чтобы вычислить прогнозируемый объем продаж в предстоящем октябре, необходимо умножить прогнозируемое значение тренда на коэффициент 1,18. Такой тип адаптации прогноза к сезонным колебаниям может применяться на основании массивов данных за неделю, квартал или любой другой период времени. Коэффициент  $A/T$  называют коэффициентом сезонных колебаний спроса.

Простая линейная регрессия определяет уравнение прямой, проходящей через сосредоточение точек таким образом, что сумма квадратов расстояний от этих точек до данной линии является минимальной из всего семейства прямых, которые можно провести через скопление этих точек. Таким образом, это уравнение описывает линию, построенную на основании метода наименьших квадратов, или линию, которая характеризуется минимальной квадратичной ошибкой. Уравнение тренда выглядит следующим образом:

$$Y_t = a + bx,$$

где  $Y_t$  — высота линии тренда в любой отдельно взятой точке  $x$  на горизонтальной оси. Угол наклона линии тренда  $b$  вычисляется по уравнению 3.6. Пересечение  $a$ , или точка, в которой линия тренда пересекает вертикальную ось, определяется по уравнению 3.7:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}, \quad (3.6)$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n} = \frac{\sum Y - b \sum X}{n}, \quad (3.7)$$

где  $\bar{Y}$  — среднее арифметическое зависимой переменной;  $\bar{X}$  — среднее арифметическое независимой переменной;  $n$  — количество точек данных, или пар  $X$  и  $Y$ ;  $Y$  — фактическое значение зависимой переменной;  $X$  — значение независимой переменной.

В уравнении 3.13 используется тот факт, что точка  $(\bar{X}, \bar{Y})$  находится на линии, аппроксимация для которой построена по методу наименьших квадратов. Передвижение точки  $(X, Y)$  в направлении оси  $Y$  на расстояние  $X$  помещает ее на ось  $Y$ . Если необходимо расположить эту точку на линии тренда, ее следует переместить в вертикальном направлении на расстояние, равное перемещению  $X$ , умноженному на угол наклона, т. е. произведению  $b$  на  $\bar{X}$ .

В представленных выше методах прогнозирования, основанных на анализе данных временного ряда, а также на усреднении колебаний данных, в качестве единственной независимой переменной используется время. Однако применение только этой переменной не обеспечивает составителя прогнозов средствами, по-

зволяющими ему обнаруживать поворотные пункты или ситуации, не свойственные предыдущим закономерностям формирования спроса. Метод прогнозирования с помощью анализа временного ряда основан на использовании времени в качестве независимой переменной (ось  $X$ ) и уровня спроса в качестве зависимой переменной (ось  $Y$ ). В некоторых методах прогнозирования применяются другие независимые переменные для того, чтобы обеспечить составителя прогнозов дополнительными средствами оценки будущего уровня спроса. Такие методы позволяют учитывать в процессе оценки уровня спроса факторы, которые они принимали бы во внимание при построении субъективных прогнозов.

### 3.7. Применение различных прогнозных моделей

Выбор модели, приемлемой для прогнозирования закономерности формирования спроса, зависит от того, какие задачи поставлены перед составителем прогноза. Ниже приводится анализ различных ситуаций, в которых может быть использована та или иная модель прогнозирования.

В некоторых случаях складывается ситуация, когда колебания случайной составляющей временного ряда существенно отклоняются от среднего уровня спроса. При таких обстоятельствах, для того чтобы сделать базовую закономерность более выраженной, желательно выровнять данные посредством усреднения результатов ряда наблюдений. В данной главе рассматриваются четыре метода усреднения колебаний данных, а именно: простое скользящее среднее, взвешенное скользящее среднее, однократное экспоненциальное сглаживание и двойное экспоненциальное сглаживание. Три первых метода используют для построения прогнозов только в случае, когда в имеющихся данных не прослеживается тренд, другими словами, когда колебания имеют горизонтальное направление. Двойное экспоненциальное сглаживание представляет собой такой метод усреднения колебаний данных, который можно применить с целью идентификации и моделирования поведения тренда в случае, когда с течением времени наблюдается изменение суммарного уровня спроса.

#### Причинные модели

Иногда в формировании спроса на товары или услуги не наблюдается устойчивой закономерности. Подобная ситуация складывается в случаях, когда на протяжении периода накопления данных об уровне спроса произошла замена одной или нескольких переменных, оказывающих воздействие на уровень спроса. Если возникает необходимость в построении прогноза за те промежутки времени, когда может произойти замена переменных, влияние этих переменных на уровень спроса должно быть идентифицировано и учтено при построении прогноза. В таком случае в процессе прогнозирования целесообразно использовать причинные модели. При устойчивой корреляции между уровнем спроса и переменной или совокупностью переменных, замена которых предшествует изменению уровня спроса, может потребоваться расширенный поиск для идентификации таких переменных. В случае их обнаружения значения их можно использовать в процессе прогнозирования будущих уровней спроса. Среди моделей, которые могут быть использованы с целью обнаружения и прогнозирования взаимосвязей случайных

переменных и последующих уровней спроса, можно назвать следующие: линейная регрессия, нелинейная регрессия и множественная регрессия. Краткий анализ использования линейной регрессии в качестве модели прогнозирования спроса изложен в конце текущей главы.

Анализ закономерности формирования спроса позволяет составителю прогноза получить представление о том, какой тип количественной модели больше всего подходит для построения прогноза на базе имеющихся в его распоряжении данных об уровнях спроса. В процессе оценки и сравнения различных моделей прогнозирования желательно использовать один из количественных показателей точности прогноза. В следующем разделе рассматриваются некоторые количественные показатели, которые можно использовать для измерения точности прогнозов на основании различных прогнозных моделей с целью выбора модели, которая наиболее приемлема для построения прогноза на базе имеющихся данных.

Анализ количественных прогнозных моделей начинается с рассмотрения метода построения прогнозов на основании вычисления простого скользящего среднего.

### Простое скользящее среднее

**Простое** скользящее среднее (*simple moving average, SMA*) — это метод вычисления среднего значения колебаний только заданного количества самых свежих данных в каком-либо массиве данных. Предположим, например, что в рамках какой-либо компании ежемесячно регистрируются данные об объеме продаж. На основании этих данных можно выполнять вычисление, например, скользящего среднего за трехмесячный период в конце каждого текущего месяца. Эти вычисления позволяют устранить из всего массива данных случайные колебания и получить оценку среднего объема продаж за каждый месяц. Полученное значение, в свою очередь, позволяет определить, снизился или увеличился средний уровень объема продаж за какой-либо из прошедших периодов. Скользящее среднее может оказаться полезным также и в других случаях. Если в имеющемся массиве данных имеется явно выраженный тренд или если по этим данным можно заметить сезонные колебания, скользящее среднее позволяет составить прогноз среднего значения объема продаж на протяжении одного из будущих периодов. Кроме того, скользящее среднее может быть использовано для усреднения сезонных колебаний в случае, если число осреднения эквивалентно периоду времени, на протяжении которого могут проявиться сезонные закономерности формирования спроса. Таким образом, в случае ежегодного повторения сезонных колебаний спроса данные за каждый месяц должны быть накоплены за период 12 месяцев, квартальные данные — за четыре квартала и т. д.

Для вычисления скользящего среднего за трехмесячный период в конце каждого месяца необходимо суммировать продажи за последние три месяца и разделить полученную сумму на 3. Если необходимо вычислить скользящее среднее за 4 месяца, в конце каждого текущего месяца необходимо суммировать продажи за последние четыре месяца и разделить полученную сумму на 4. В конце каждого периода  $t$  в соответствии с уравнением 3.8 вычисляется значение  $SMA$  за  $n$ -й период. В случае если данное значение  $SMA$  изменяется очень незначительно или очень медленно, это значение может быть использовано в качестве прогноза на период  $t + 1$ :

$$SMA_{t+1} = \left(\frac{1}{n}\right) \sum_{i=t+1-n}^t A_i, \quad (3.8)$$

где  $SMA_{t+1}$  — простое скользящее среднее в конце каждого периода  $t$  (может быть использовано в качестве прогноза на период  $t + 1$ );  $A_i$  — фактический спрос за период  $i$ ;  $n$  — число осреднения.

Усреднение данных об объеме продаж за несколько промежутков времени помогает выполнить сглаживание ряда случайных колебаний спроса, что, в свою очередь, делает прогноз более устойчивым. **Устойчивость** — это способность прогноза подавлять хаотические колебания и соответствовать базовой закономерности формирования спроса. Устойчивость является положительным качеством прогноза, если уровень случайных колебаний данных о спросе достаточно высок. Вычисление скользящего среднего за большее количество промежутков времени обеспечивает более высокую устойчивость прогноза.

С другой стороны, высокая устойчивость является приемлемой только до некоторой степени, а именно, до тех пор, пока она обеспечивает достаточный уровень сглаживания случайных колебаний. При выполнении расчетов за большое количество периодов скользящее среднее может оказаться настолько устойчивым, что составленный на его основе прогноз будет очень слабо реагировать на закономерные колебания спроса.

**Чувствительность** — это способность прогноза приспосабливаться к реальным изменениям базового уровня спроса. Было бы хорошо, если бы прогнозу были свойственны оба качества — и устойчивость и чувствительность. Однако эти две характеристики находятся в противоречии друг с другом. Для того чтобы определить, является ли новый уровень спроса устойчивым или изменение этого уровня было обусловлено случайным колебанием, необходимо проанализировать данные об уровнях спроса за несколько периодов. С другой стороны, если прогноз незамедлительно реагирует на каждое изменение реального уровня спроса, он таким же образом отреагирует и на случайное колебание. Если известно, что в закономерности формирования спроса наблюдается относительно небольшое количество случайных отклонений от какого-либо устойчивого уровня спроса, тогда в процессе прогнозирования следует применять чувствительный метод прогнозирования. Если же в закономерности формирования спроса имеется в наличии большое количество случайных колебаний, более приемлемым является устойчивый метод. Следует отметить также, что оба качества прогноза, как чувствительность, так и устойчивость, достаточно трудно достижимы, если используемый метод прогнозирования предусматривает только анализ данных за прошедший период, без учета факторов, которые могут вызвать изменение закономерности формирования спроса. Упрощенные методы прогнозирования не учитывают внешних факторов, способных стать причиной изменения спроса.

Рисунок 3.6 иллюстрирует способность прогноза, составленного на основании вычисления скользящего среднего за четыре месяца, чутко реагировать на смещение устойчивого уровня спроса. Согласно графику, представленному на этом рисунке, случайные колебания данных опущены с учетом того, что даже при наличии таких колебаний они уравновешивали бы друг друга таким образом, что в результате среднее значение было бы близким к прогнозируемому уровню спро-

са. Для поправки прогноза с учетом тенденции к увеличению спроса потребовалось вычислить скользящее среднее за четыре промежутка времени. Для поправки прогноза, рассчитанного на десять периодов, потребовалось бы вычисление скользящего среднего за десять промежутков времени. Чувствительность прогноза, составленного на основании скользящего среднего, обратно пропорциональна числу осреднения.

Рисунок 3.7 иллюстрирует устойчивость прогноза, составленного на основе вычисления скользящего среднего за четырехмесячный период. Здесь следует обратить внимание на то, что в скользящем среднем отображено только одно случайное отклонение от устойчивого среднего уровня спроса. Это отклонение увеличивает количество случайных колебаний в  $1/n$  раз, где  $n$  — это число осреднения. Таким образом, чем больше количество промежутков времени учитывается в расчете скользящего среднего, тем более устойчивым является прогноз. Скользящее среднее — это среднее значение, вычисленное на определенном массиве данных об уровнях спроса за прошедший период, поэтому вычисление скользящего среднего не позволяет предугадать будущие тенденции формирования спроса.

Однако при условии стабилизации тренда интервал между простым скользящим средним и следующим значением составит  $(n + 1)/2$  расчетного периода. В случае вычисления скользящего среднего ближе к центральной точке всех про-

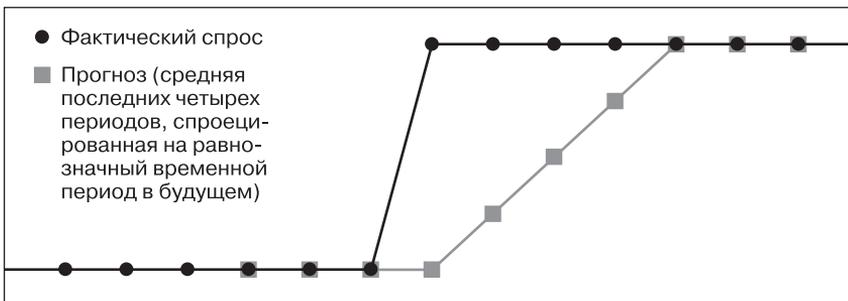


Рис. 3.6. Чувствительность скользящего среднего к реальному смещению среднего уровня спроса

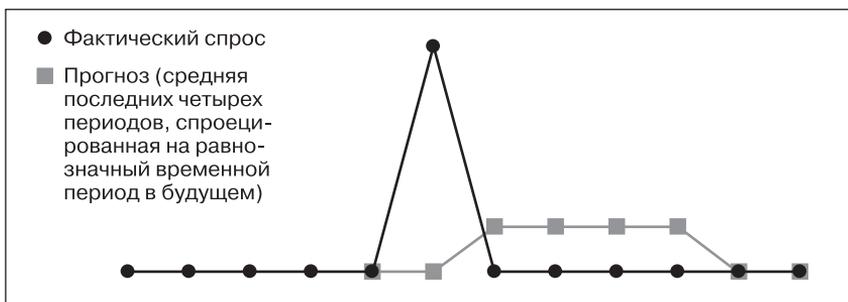


Рис. 3.7. Устойчивость скользящего среднего в случае возникновения случайного импульса или резкого скачка уровня спроса

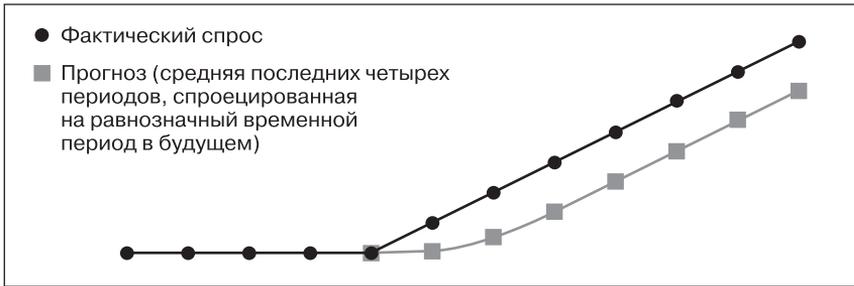


Рис. 3.8. Реакция скользящего среднего на возникновение тренда

межутков, на протяжении которых выполнялось усреднение данных, графическое изображение простого скользящего среднего окажется близким к линии тренда. В то же время при применении простого скользящего среднего в качестве инструмента прогнозирования в подобной ситуации, означающей прорыв в изменении уровня спроса, фактический уровень спроса уже отклоняется от среднего прогнозируемого уровня. Это свойство простого скользящего среднего отображено на рис. 3.8. При условии стабилизации восходящего тренда прогнозируемый уровень спроса всегда будет ниже фактического уровня.

### Взвешенное скользящее среднее

В процессе вычисления простого скользящего среднего все промежутки времени, за которые рассчитывался средний уровень спроса, были равноправными; другими словами, им был присвоен одинаковый весовой коэффициент. Вычисление **взвешенного скользящего среднего** подразумевает присвоение одним значениям уровня спроса (как правило, самым последним) большего веса по сравнению с другими значениями. Логическое обоснование различий в этих весовых коэффициентах в большинстве случаев состоит в том, что во многих случаях при построении прогноза целесообразно больше учитывать самые свежие данные, а не данные, которые в какой-то степени уже устарели. Если в формировании спроса наблюдается долгосрочная тенденция, взвешенное скользящее среднее с большим акцентом на самых свежих данных представляет собой более приемлемый метод прогнозирования по сравнению с простым скользящим средним, однако и в этом случае будет наблюдаться запаздывание прогнозируемого уровня спроса по отношению к фактическому уровню.

В результате усреднения данных за прошедший период невозможно получить значение, превышающее данные о продажах за этот период, а именно такая ситуация складывается в случае стабилизации восходящего тренда. В следующих разделах рассматриваются два способа поправки прогноза в связи с появлением устойчивой тенденции к увеличению спроса.

### Однократное экспоненциальное сглаживание

Экспоненциально сглаженное среднее — это еще одна разновидность взвешенного скользящего среднего. Метод однократного экспоненциального сглаживания

подразумевает вычисление скользящего среднего и корректировку полученного значения на каждом промежутке времени пропорционально разнице между последним фактическим значением спроса и последним средним значением. Если однократное сглаженное среднее за период  $t$  используется для построения прогноза на следующий период ( $SF_{t+1}$ ), для расчета такого прогноза можно использовать уравнения 3.9 и 3.10. Когда возникает необходимость в оценке погрешности прогноза, предпочтение обычно отдается уравнению 3.10, поскольку в этом уравнении в скобках отображается погрешность за каждый промежуток времени:

$$SF_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)SF_t, \quad (3.9)$$

$$SF_{t+1} = SF_t + \alpha(A_t - SF_t), \quad (3.10)$$

где  $SF_{t+1}$  – простой сглаженный прогноз на период, следующий за периодом  $t$ ;  $SF_t$  – сглаженный средний прогноз на период  $t$ ;  $\alpha$  – коэффициент сглаживания, представляющий собой вес, который присваивается предшествующим данным ( $0 \leq \alpha \leq 1$ );  $A_t$  – фактический уровень спроса за период  $t$ .

Коэффициент сглаживания  $\alpha$  представляет собой десятичное число от 0 до 1.

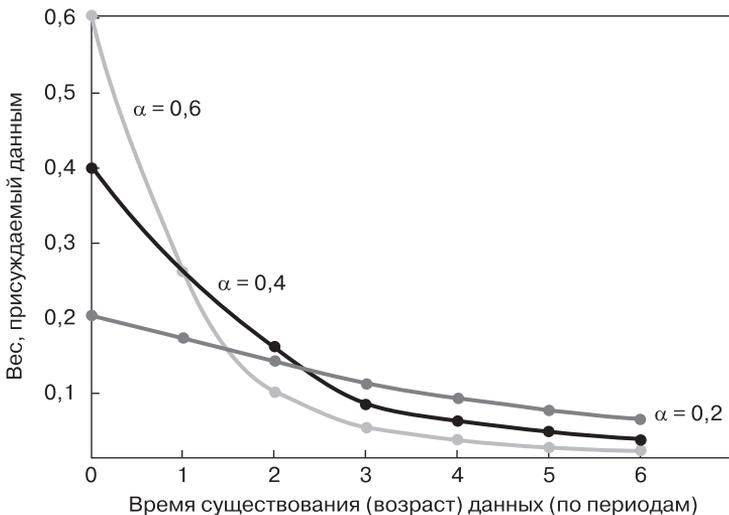
Как правило, из всех возможных значений коэффициента сглаживания выбирается то, на основании которого построен прогноз, больше соответствующий данным за прошлый период (по сравнению с прогнозом, рассчитанным на базе любого другого значения  $\alpha$ ). От величины коэффициента сглаживания зависит также устойчивость прогноза или его чувствительность. Простая проверка покажет, что если бы значение  $\alpha$  было в точности равным 0, в более ранний прогноз невозможно было бы внести поправку на смещение фактического уровня спроса, каким бы ни было это смещение. В результате можно было бы составить чрезвычайно устойчивый прогноз, который, однако, не был бы способен реагировать на какие бы то ни было колебания спроса. Если бы значение  $\alpha$  было равным 1, самый последний прогнозируемый уровень спроса был бы в точности равным последнему фактическому уровню спроса. Это был бы чрезвычайно чувствительный, но неустойчивый прогноз, чутко реагирующий на любые случайные колебания данных. На практике чаще всего применяются значения  $\alpha$ , попадающие в диапазон между 0,1 и 0,3.

Поскольку построение прогноза по методу однократного экспоненциального сглаживания зависит от более раннего прогноза, серия прогнозов данного типа должна начинаться с исходного прогноза, составленного по какому-либо другому методу. В качестве прогноза на следующий промежуток времени можно было бы использовать более ранний прогноз, построенный по методу простого скользящего среднего, или прогноз, составленный на основании экспертной оценки группы специалистов; в качестве исходного прогноза можно даже использовать данные о фактическом уровне спроса. Для того чтобы отобразить возможности той или иной прогнозной модели, а не только определить точность первоначального прогноза, может потребоваться моделирование ситуации за несколько периодов. В случае использования малого значения коэффициента сглаживания  $\alpha$  фактическому уровню спроса присваивается малый вес; в результате потребуется больше времени на то, чтобы воздействие фактического уровня спроса устранило воздействие исходного прогноза.

Для того чтобы выбрать прогнозную модель, наиболее подходящую для конкретного массива данных, прогноз строят по методу экспоненциального сглаживания на базе нескольких значений  $\alpha$ . В таком случае путем сравнения полученных результатов следует исключить первые несколько прогнозов, составленных на основании каждого значения  $\alpha$ . Причина, по которой это необходимо сделать, состоит в том, что первые несколько значений прогнозируемого уровня спроса формируются скорее под влиянием исходного прогноза, чем оцениваемой модели.

Рассматриваемый в текущем разделе метод прогнозирования носит именно такое название — **экспоненциальное сглаживание**, поскольку по мере уменьшения степени актуальности данных об уровнях спроса за прошедший период этим данным присваивается ряд весовых коэффициентов, затухающий по экспоненциальному закону. В приведенном выше примере самый последний прогноз  $SF_{t+1}$  зависит от последнего значения фактического уровня спроса  $A_t$ , а также от предыдущего прогноза  $SF_t$ . Значение  $SF_t$ , в свою очередь, было вычислено на основании значений  $A_{t-1}$  и  $SF_{t-1}$ ; значение  $SF_{t-1}$  было определено по значениям  $A_{t-2}$  и  $SF_{t-2}$  и т. д. Как можно видеть, при вычислении среднего фактически учтено большое количество промежутков времени, хотя они не выражены явно в уравнении 3.6. Весовые коэффициенты, присваиваемые данным, представляют собой функцию  $\alpha$ , как показано на рис. 3.9.

На рис. 3.10 показан массив данных, случайно колеблющихся в диапазоне от  $-30$  до  $+30$  относительно значения 196. Кривая, изображенная на рисунке, представляет собой однократно экспоненциально сглаженное среднее, вычисленное при  $\alpha = 0,2$ . В данном примере следует обратить внимание на то, что данная прогнозная модель существенно сглаживает хаотические колебания данных. Метод



**Рис. 3.9.** Весовые коэффициенты, присвоенные данным об уровнях спроса за прошедшее время с помощью экспоненциального сглаживания с различными значениями коэффициента сглаживания  $\alpha$ .

однократного экспоненциального сглаживания приемлем для оценки среднего, если это среднее остается достаточно устойчивым на протяжении определенного периода.

Однократно сглаженные прогнозы представляют собой одну из форм скользящего среднего, поэтому таким прогнозам свойственно также запаздывание по отношению к фактическому уровню спроса. Поскольку однократно сглаженные прогнозы адаптируются к колебаниям только на значение  $\alpha$ , выраженное десятичной дробью, эти прогнозы будут все больше и больше отставать от фактического уровня спроса, и в случае стабилизации тренда это будет происходить до тех пор, пока запаздывание не достигнет  $1/\alpha$  промежутков времени. Подобная ситуация проиллюстрирована на рис. 3.11. Экспоненциальное сглаживание предназначено

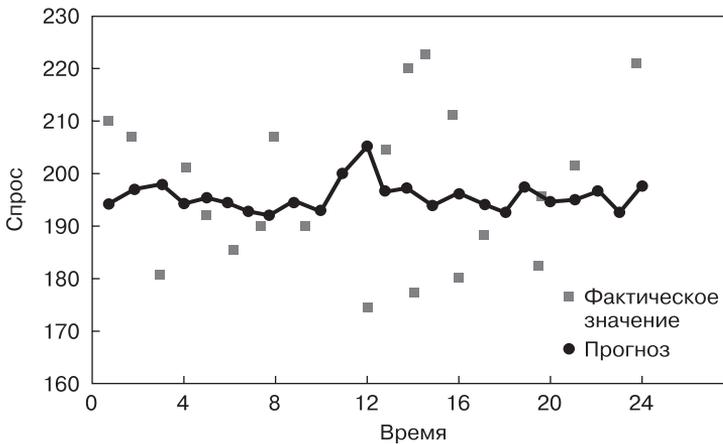


Рис. 3.10. Однократно экспоненциально сглаженное среднее

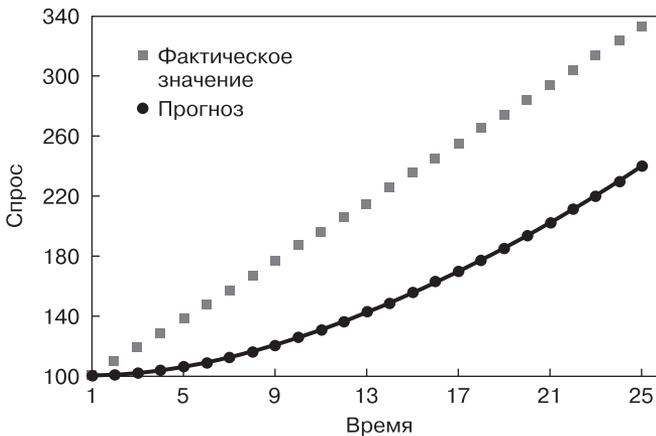
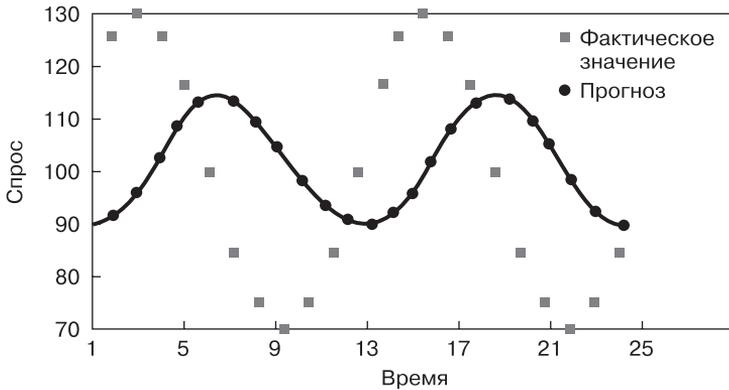


Рис. 3.11. Прогноз, составленный по методу однократного экспоненциального сглаживания



**Рис. 3.12.** Прогноз, составленный по методу однократного экспоненциального сглаживания на основании сезонных данных об объеме продаж

для оценки среднего уровня спроса на основании данных о достаточно устойчивом спросе посредством сглаживания колебаний. Этот метод позволяет также выполнить сглаживание периодических колебаний, обусловленных сезонными отклонениями уровня спроса. Однократно сглаженный прогноз характеризуется запаздыванием по отношению к фактическому изменению уровня спроса.

На рис. 3.12 можно увидеть, что амплитуда колебаний прогнозируемого уровня спроса не так велика, как амплитуда колебаний фактического спроса.

Поправку тренда, обнаруженного в существующей закономерности формирования спроса, можно выполнить посредством метода двойного экспоненциального сглаживания, который рассматривается в следующем разделе. Другие модели, такие как модель построения прогнозов на основании тройного экспоненциального сглаживания Винтерса, могут быть использованы в процессе прогнозирования спроса, когда спрос имеет как неявно выраженную тенденцию, так и заметные сезонные колебания. В этих моделях используется третий тип сглаженного среднего для оценки коэффициента сезонных колебаний по каждому промежутку времени.

### Двойное экспоненциальное сглаживание

Приведенный выше анализ показывает, что прогнозы, построенные как по методу простого скользящего среднего, так и на основании однократного экспоненциального сглаживания, характеризуются временным запаздыванием по отношению к фактическому уровню спроса, демонстрирующему тенденцию к повышению или к снижению.

Двойное экспоненциальное сглаживание — это метод, который используется для построения краткосрочных прогнозов значений временного ряда, содержащего явно выраженный тренд.

Существует несколько моделей построения прогнозов на основании двойного экспоненциального сглаживания. В одной из таких моделей используется всего один коэффициент сглаживания.

Сглаженное среднее, или «база прогноза» за период  $t$ , вычисляется по уравнению 3.11:

$$SA_t = \alpha A_t + (1 - \alpha)(SA_{t-1} + T_{t-1}), \quad (3.11)$$

где  $T_{t-1}$  — это последняя оценка сглаженного среднего тренда.

Разница между двумя последовательными сглаженными средними представляет собой оценку тренда, обнаруженного в имеющемся массиве данных. Эти оценки могут быть в какой-то степени хаотичными в случае, если в имеющемся массиве данных зафиксированы случайные колебания. Самая последняя оценка тренда учитывается в процессе вычисления сглаженного среднего посредством уравнения 3.12:

$$Tt = \beta(SA_t - SA_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}. \quad (3.12)$$

Прогноз для  $p$ -го промежутка времени, следующего за самым последним промежутком временного ряда, может быть вычислен посредством уравнения 3.13:

$$F_{t+p} = SA_t + (p)T_t. \quad (3.13)$$

Согласно уравнению 3.13, прогнозы на периоды 1, 2, 3 или далее, выходящие за рамки временного ряда, рассчитываются путем умножения сглаженного тренда на 1, 2, 3 или на любое другое соответствующее число в зависимости от того, на какой период необходимо составить прогноз тренда; полученный результат прибавляется к последнему сглаженному среднему.

Подобная двухпараметрическая модель позволяет составителю прогнозов подобрать такое сочетание значений коэффициентов сглаживания  $\alpha$  и  $\beta$ , которое обеспечило бы достаточный уровень чувствительности прогноза к колебаниям спроса, сохраняя при этом его устойчивость.

Для того чтобы начать процесс построения прогнозов по данной модели, прогнозист должен иметь в своем распоряжении первоначальные оценки сглаженного среднего и тренда. Как и в случае однократного экспоненциального сглаживания, несколько первых прогнозов составляется под влиянием исходных оценок и не отображают реальную картину работы данной модели. На основании первоначальных оценок рассчитывается первый прогноз. Затем выполняется поправка сглаженного среднего с учетом фактического уровня спроса. Разность между полученным таким способом сглаженным средним и исходной оценкой используется в процессе вычисления новой оценки тренда. Сглаженное среднее и выделенный тренд учитываются при вычислении следующего прогноза. Когда в распоряжение прогнозиста поступают новые данные о фактическом уровне спроса, процедура повторяется.

Таблица 3.2 представляет собой пример электронной таблицы, используемой для расчета ряда прогнозов на основании двойного экспоненциального сглаживания. Программы, поддерживающие обработку электронных таблиц, очень эффективны при выполнении итерационных вычислений подобного типа.

Когда значения обоих коэффициентов,  $\alpha$  и  $\beta$ , равны 0,3, значения прогнозируемого спроса гораздо меньше отклоняются от фактических значений; прогнозируемые значения уровня спроса еще ближе к фактическим значениям при  $\alpha = 0,3$  и  $\beta = 0,5$ .

**Таблица 3.2.** Прогноз, составленный по методу двойного экспоненциального сглаживания ( $\alpha = 0,3$ ,  $\beta = 0,5$ )

Период	Спрос		Базовый уровень спроса 90	Тренд 10	Отклонение	
	фактический уровень	прогнозируемый уровень			простое	абсолютное
1	97	100,0	99,1	9,5	-3,0	3,0
2	107	108,6	108,1	9,3	-1,6	1,6
3	125	117,4	119,7	10,5	7,6	7,6
4	140	130,2	133,1	11,9	9,8	9,8
5	132	145,0	141,1	10,0	-13,0	13,0
6	161	151,1	154,1	11,5	9,9	9,9
7	154	165,6	162,1	9,8	-11,6	11,6
8	157	171,9	167,4	7,6	-14,9	14,9
9	175	175,0	175,0	7,6	0,0	0,0
10	166	182,6	177,6	5,1	-16,16	16,6
11	169	182,7	178,6	3,1	-13,7	13,7
12	188	181,7	183,6	4,1	6,3	6,3
13	180	187,7	185,4	3,0	-7,7	7,7
14	180	188,4	185,9	1,8	-8,4	8,4
15	188	187,7	187,8	1,9	0,3	0,3
16	194	189,7	191,0	2,5	4,3	4,3
17	194	193,5	193,7	2,6	0,5	0,5
18	194	196,3	195,6	2,3	-2,3	2,3
19	194	197,9	196,7	1,7	-3,9	3,9
20	194	198,4	197,1	1,1	-4,4	4,4
21	194	198,2	196,9	0,5	-4,2	4,2
22	194	197,4	196,4	-0,0	-3,4	3,4
23	194	196,4	195,7	-0,4	-2,4	2,4
24	194	195,3	194,9	-0,6	-1,3	1,3
25		194,3				
26		193,7				
27		193,1				
28		192,5				
29		191,9				
30		191,3				

### Регрессионный метод

В качестве переменной спроса, необходимой для описания причин формирования спроса в соответствии с некоей закономерностью, составителю прогноза может понадобиться какой-либо показатель влияния внешних условий, например

экономический показатель. Правительственные органы регулярно публикуют значения экономических показателей. Торговые ассоциации, налоговые органы, статистические органы, лицензионные агентства и банки также имеют в своем распоряжении информацию об объемах продаж компаний.

Задача состоит в том, чтобы найти такой показатель, изменения которого начинались бы еще до того, как изменится объем продаж компании.

Коэффициент линейной корреляции, который часто называют просто *коэффициентом корреляции*, означает, насколько группа точек близка к прямой линии. Используя те же символы, что и в уравнениях 3.12 и 3.13, на основании уравнения 3.14 можно вычислить коэффициент корреляции  $r$ :

$$r = \frac{n \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X)^2][n \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}. \quad (3.14)$$

Коэффициент корреляции может быть положительным или отрицательным.

Положительное значение  $r$  означает, что большие значения  $X$  чаще всего ассоциируются с большими значениями  $Y$ ; другими словами, по мере увеличения значения  $X$  увеличивается и значение  $Y$ . Отрицательное значение  $r$  означает, что значение  $Y$  уменьшается по мере уменьшения значения  $X$ . Чем ближе абсолютное значение  $r$  к 1,0, тем больше линия тренда приближена к точкам данных.

Еще один способ оценки близости точек данных к линии регрессии — это  $r^2$ , или коэффициент обусловленности. По данным выборки это число определяет процент колебаний зависимой переменной (*FARESB* в рассматриваемом примере), значения которой можно объяснить с помощью линейной регрессии. По-другому коэффициент обусловленности можно интерпретировать так: этот коэффициент показывает, какой процент (в среднем) отклонения значений  $Y$  от среднего объясняется значением  $X$  для каждого  $Y$ . Формула для вычисления коэффициента смешанной корреляции вручную или, что более эффективно, посредством компьютера выражена уравнением 3.15:

$$r^2 = \frac{a \sum Y - b \sum XY - n \bar{Y}^2}{\sum Y^2 - n \bar{Y}^2}. \quad (3.15)$$

**Стандартная погрешность оценки  $S_{yx}$**  в основном сходна со стандартным отклонением, за исключением того, что этот показатель вычисляется на основании среднего квадратичного вертикального отклонения точек данных от линии тренда, а не от среднего. Стандартная ошибка оценки вычисляется по уравнению 3.16:

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_t)^2}{n - 2}},$$

ИЛИ

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum Y^2 - a \sum Y - b \sum XY}{n - 2}}. \quad (3.16)$$

Кроме того, между переменными, применяемыми в регрессионных моделях прогнозирования, должна существовать логическая взаимосвязь, другими словами, причина их использования в процессе построения прогнозов.

### 3.8. Показатели точности прогноза

Уровень спроса определяется множеством факторов, будущая роль которых неизвестна. Следовательно, не существует полного совпадения результатов прогноза с реальным уровнем спроса в каждый момент времени. В действительности только в очень редких ситуациях прогноз оказывается абсолютно точным. Погрешность прогноза — это разница между прогнозируемым уровнем спроса и его фактическим уровнем. Любая модель прогнозирования может допустить ошибки в прогнозе; в то же время даже модель, дающая несмещенные результаты, может и переоценить и недооценить уровень спроса. Результат вычисления среднего значения всех погрешностей прогноза представляет собой показатель того, в какой степени данный прогноз отображает закономерность формирования спроса, определенную в соответствии с данными об уровнях спроса за прошедший период времени. Во многих случаях этот показатель используется для оценки соответствия избранной модели той закономерности формирования спроса, которая является предметом процесса прогнозирования. Именно на этом показателе основывается выбор оптимальной модели из всех существующих альтернативных моделей прогнозирования. В последующих разделах текущей главы рассматриваются четыре показателя точности прогнозов, которые достаточно часто называют также критериями оценки погрешности прогноза.

#### Среднее абсолютное отклонение

Самый распространенный показатель точности прогноза, который достаточно легко вычислить, — это среднее абсолютное отклонение (*mean absolute deviation, MAD*). Именно этот показатель чаще всего используется в данной главе. MAD — это среднее значение всех погрешностей прогноза, составленного на базе одной из моделей прогнозирования, независимо от того, в каком направлении допущены эти ошибки — в сторону переоценки или недооценки уровня спроса. В некоторых случаях среднее абсолютное отклонение MAD называют средней абсолютной ошибкой (*mean absolute error, MAE*). Для того чтобы вычислить значение MAD, необходимо вычесть прогнозируемое значение уровня спроса из фактического значения по каждому из периодов, на которые рассчитан прогноз, затем заменить все знаки на положительные, суммировать эти значения и разделить полученную сумму на количество всех значений уровня спроса, которые были использованы для вычисления суммы. Выражение, отображающее все эти математические действия, выражено уравнением 3.17:

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}{n}, \quad (3.17)$$

где  $A_t$  — фактический уровень спроса за период  $t$ ;  $F_t$  — прогнозируемый уровень спроса за период  $t$ ;  $n$  — количество промежутков времени;  $||$  означает использова-

ние абсолютного значения, другими словами — игнорирование направления колебания данных;  $\sum$  означает суммирование всех  $n$  значений.

Понятие среднего абсолютного отклонения (MAD) аналогично понятию стандартного отклонения, но значение MAD легче вычислить, поскольку формула его вычисления не требует возведения в квадрат или извлечения квадратных корней. Если закономерность появления ошибок в прогнозе соответствует закону нормального распределения, значение MAD составляет 0,8 от значения стандартного отклонения ошибок в прогнозах. Около 58% ошибок будут иметь значения, которые укладываются в пределы одного значения MAD; 89% — двух значений MAD; 98% — трех значений MAD.

### Среднеквадратичная ошибка

Многочисленные небольшие погрешности прогноза, отображающие незначительные отклонения от фактического уровня спроса в обоих направлениях, исключают колебания путем усреднения. Подобная ситуация — самое лучшее, чего можно ожидать от процесса прогнозирования. В большинстве случаев небольшие ошибки в прогнозах оказывают незначительное влияние на организацию операций. Кроме того, эти ошибки могут быть полностью устранены посредством привлечения дополнительных производственных запасов или сверхурочного труда.

С другой стороны, значительные ошибки во многих случаях трудно и даже невозможно исправить, даже если среднее значение больших погрешностей эквивалентно среднему значению более многочисленных небольших погрешностей. Из этого можно сделать вывод, что в некоторых случаях составителю прогнозов было бы полезно иметь в своем распоряжении какой-либо метод оценки погрешностей прогнозов, в соответствии с которым на большие погрешности накладывается большая штрафная функция. Метод вычисления среднеквадратичной ошибки (*mean square error, MSE*) позволяет выполнить именно такую оценку ошибок в прогнозах. Умножение каждой погрешности в прогнозе на саму себя (возведение значения ошибки в квадрат) увеличивает вес больших погрешностей и уменьшает вес мелких погрешностей. Значение MSE вычисляется путем возведения в квадрат ряда погрешностей, допущенных при построении прогноза на базе одной из моделей, суммирования квадратов погрешностей и деления этой суммы на количество всех ошибок, которые учтены в процессе вычисления значения MSE. Если использовать те же символы, что и в формуле вычисления MAD, уравнение для вычисления значения MSE будет выглядеть следующим образом (3.18):

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)^2}{n}. \quad (3.18)$$

### Средняя ошибка в прогнозах

Оптимальная прогнозная модель должна не только характеризоваться минимальным значением погрешности прогноза, но и давать несмещенные результаты. Несмещенная модель — это такая модель, которая приведет к возникновению скорее положительных, чем отрицательных погрешностей. При использовании такой

модели в качестве метода прогнозирования нет явно выраженной тенденции ни к переоценке прогнозируемого уровня спроса, ни к его недооценке. При составлении ряда прогнозов на базе несмещенной модели сумма положительных погрешностей приблизительно равна сумме отрицательных погрешностей, что практически сводит к нулю текущую сумму ошибок. Сумма всех относительных ошибок в прогнозах, рассчитанных на несколько периодов, называется текущей суммой **ошибок в прогнозах** (*running sum of forecast errors, RSFE*). Если RSFE отклоняется от нуля, это значит, что произошло смещение результатов прогнозирования. Показатель RSFE используется в процессе вычисления **средней ошибки в прогнозах** (*mean forecast error, MFE*). Значение MFE также является показателем смещенности прогноза, поскольку его вычисление базируется на относительных, а не на абсолютных значениях погрешности прогноза.

Для того чтобы вычислить значение MFE, необходимо суммировать все погрешности за каждый промежуток времени данного периода и разделить полученную сумму на общее количество погрешностей, включенных в вычисление суммы. Используя все те же символы, выражение для вычисления средней погрешности прогноза можно представить следующим уравнением:

$$\text{MFE} = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{n} = \frac{\text{RSFE}}{n}. \quad (3.19)$$

В идеале значение MFE должно равняться нулю. Значение MFE, отличное от нуля, означает, что данная прогнозная модель может дать смещенные результаты и показывает среднее отклонение прогнозируемого уровня спроса от фактического уровня на протяжении каждого промежутка времени того периода, на который рассчитан прогноз. Например, значение MFE, равное 5, означает, что на протяжении каждого промежутка времени периода, на который рассчитан прогноз, прогнозируемый уровень спроса на 5 ед. превышает фактический спрос на данное изделие. Если значение MFE вычислено на период, равный десяти промежуткам времени, совокупная переоценка прогнозируемых уровней спроса за этот период составит 50 ед. продукции. Интерпретировать полученные таким образом данные необходимо с учетом того, насколько значение MFE больше среднего уровня спроса. Показатели MFE и RSFE могут быть использованы в качестве основания для принятия решения о выборе той или иной прогнозной модели или для того, чтобы проверить различные модели на предмет смещения результатов прогнозирования. В конце данной главы рассматривается применение RSFE для проверки точности прогнозных моделей.

### Средняя абсолютная ошибка

Значение относительной ошибки, которая может быть допущена при прогнозировании спроса на базе той или иной модели, можно измерить посредством средней абсолютной процентной ошибки (*mean absolute percentage error, MAPE*).

Уравнение 3.20 представляет собой математическую формулу вычисления MAPE (в данном уравнении использованы те же символы, что и в предыдущих уравнениях):

$$\text{MAPE} = \left( \frac{100}{n} \right) \sum_{t=1}^n \left| \frac{A_t - F_t}{A_t} \right|. \quad (3.20)$$

В предыдущих разделах проанализированы некоторые способы проверки различных прогнозных моделей на предмет их максимального соответствия массиву данных, на основании которого выполняется построение прогноза. После рассмотрения различных методов проверки и сравнения прогнозных моделей можно приступить собственно к анализу некоторых количественных моделей. В последующих разделах более подробно рассматриваются модели такого типа, а также методы расчета результатов прогнозирования на базе этих моделей.

### 3.9. Использование вычислительной техники для решения задач прогнозирования

В большинстве случаев процесс построения прогнозов влечет за собой обработку больших объемов данных. Чаще всего такая ситуация складывается в случаях, когда прогнозные модели, которые разрабатываются на основании множества переменных в различных сочетаниях, требуют сложных вычислений. Использование компьютеров существенно сокращает затраты труда и времени как в процессе разработки и оценки прогнозных моделей, так и при построении стандартных прогнозов. Очень большие затраты труда влечет за собой оценка возможных прогнозных моделей, а также выбор модели, наиболее приемлемой для данной закономерности формирования спроса. В процессе оценки каждой модели может использоваться большое количество различных сочетаний независимых переменных, что существенно осложняет процедуру вычислений. Еще одно преимущество прогнозирования с применением компьютеров состоит в том, что возможность быстро выполнять повторные вычисления делает вполне осуществимой оценку прогноза за один промежуток времени, за два промежутка и т. д. Таким образом, составитель прогноза может предпринять попытку поиска модели, обеспечивающей минимальное запаздывание прогнозируемого уровня спроса от фактического уровня (минимальный лаг) и соответственно позволяющей составить оптимальный прогноз уровня спроса на товары или услуги.

Ручные вычисления коэффициентов  $S_{yx}$  и  $r^2$ , применяемых в регрессионных моделях, могут потребовать больших затрат времени, особенно если эти вычисления выполняются на основании больших объемов данных. Эти значения могут быть вычислены гораздо легче посредством использования электронных таблиц многочисленных, широко доступных пакетов прикладных программ. Если в распоряжении составителя прогнозов имеется программное обеспечение такого типа, он может проанализировать большое количество данных, а подходящая модель может быть подобрана за более короткий период времени.

Компьютеры могут также сыграть свою роль в процессе применения прогнозной модели после того, как она отобрана из всего множества возможных моделей. Во многих случаях компании имеют тысячи единиц продукции, по которым регулярно разрабатываются различные прогнозы. Автоматизация большей части вычислений, выполняемых в процессе построения прогнозов, увеличивает темпы

прогнозирования и сокращает расходы на составление прогнозов. В процессе составления регулярных прогнозов уровня спроса на продукты или группы продуктов программа прогнозирования может получить доступ к базе данных компании с целью обработки данных из файла ретроспективных данных об уровнях спроса на ту или иную единицу продукции. В списке литературы, представленном в конце главы, есть ссылки на пакеты программ, которые выполняют вычисления по рассмотренным в главе типам прогнозов. Следует особо отметить необходимость осуществления мониторинга эффективности работы той или иной прогнозной модели, особенно в случае, когда прогнозирование происходит без участия человека. Один из способов непрерывной оценки эффективности прогнозной модели, который рассматривается в следующем разделе, состоит в использовании отслеживающего сигнала.

### 3.10. Мониторинг и контроль прогнозов

Структура продаж в редких случаях остается неизменной. Прогнозы должны быстро адаптироваться к изменениям объемов продаж и даже превосходить их. Реалии жизни таковы, что условия ведения бизнеса непрерывно меняются, из-за чего появляются новые возможности и утрачиваются старые. Текущий объем деловых операций компании может увеличиться или сократиться. По этой причине следует периодически проверять и пересматривать прогнозы сбыта. В некоторых случаях целесообразно даже заменить используемый метод прогнозирования.

Во многих компаниях проверка или обновление прогнозов выполняется раз в месяц или в квартал. По мере появления новых данных эти данные вводятся в прогноз, поскольку в большинстве случаев только самые свежие данные являются наиболее значимыми (по крайней мере, для составления краткосрочных планов). Для оценки эффективности используемого метода прогнозирования можно сравнить новые данные с прогнозируемыми значениями. Один из способов определения соответствия прогноза поставленным перед ним задачам — это визуальное сопоставление новых данных и прогнозируемых значений. Еще один метод предполагает использование отслеживающего сигнала.

**Отслеживающий** сигнал — это соотношение между текущим значением суммы всех ошибок в прогнозах (*running sum of forecast errors, RSFE*) и средним абсолютным отклонением MAD:

$$\text{Отслеживающий сигнал} = \frac{\text{RSFE}}{\text{MAD}} = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{\text{MAD}}, \quad (3.21)$$

где  $A_t$  — фактический уровень спроса за период  $t$ ;  $F_t$  — прогнозируемый уровень спроса за период  $t$ .

Отслеживающий сигнал вычисляется повторно каждый раз, когда появляются новые данные о фактическом уровне спроса и выполняется обновление прогноза. Если прогнозная модель адекватна условиям, в которых осуществляется прогнозирование, значение отслеживающего сигнала должно оставаться достаточно малым (близким к нулю). Отклонения неизбежны, но они уравновешивают друг

друга, поскольку некоторые отклонения являются положительными, тогда как другие — отрицательными. Если на протяжении нескольких периодов фактический уровень спроса существенно отклоняется от прогнозируемого уровня, числитель уравнения 3.21 возрастает, что, в свою очередь, приводит к существенному отклонению отслеживающего сигнала от нуля. График отслеживающего сигнала, указывающего на некорректную работу прогнозной модели, представлен на рис. 3.13.

Когда отслеживающий сигнал переходит границы какого-либо предварительно установленного диапазона значений, происходит разрыв сигнала, указывающий на то, что пришло время выполнить повторную оценку закономерности формирования спроса и пересмотреть прогнозную модель. Специалисты компании могут проанализировать данные за прошедший период, чтобы определить, какие границы отслеживающего сигнала приемлемы для удовлетворения нужд компании в плане обеспечения точности прогнозов и адекватного отображения закономерностей формирования спроса в процессе прогнозирования. В большинстве случаев используются границы, которые позволяют удерживать уровень отслеживающего сигнала в рамках от 4 до 8. Более широкие границы используются в случае, когда штрафная функция прогноза относительно невелика. Отслеживающий сигнал представляет собой пример практического применения принципа активизации менеджмента только в особых ситуациях: если все процессы функционируют хорошо, нет необходимости тратить время на то, чтобы что-то исправить; вместо этого следует уделять больше внимания решению тех вопросов, которые в этом нуждаются.

Проверка прогнозов на основании какого-либо метода особенно актуальна в случаях, когда прогнозирование выполняется посредством компьютера, например в процессе прогнозирования спроса на широкий ассортимент продукции. Для осуществления проверки прогнозов компьютер может быть запрограммирован таким образом, чтобы выводить ожидаемый уровень спроса на экран только в случае, если отслеживающий сигнал не превышает заданные границы (рис. 3.13). Если же отслеживающий сигнал переходит эти границы, компьютер может вы-

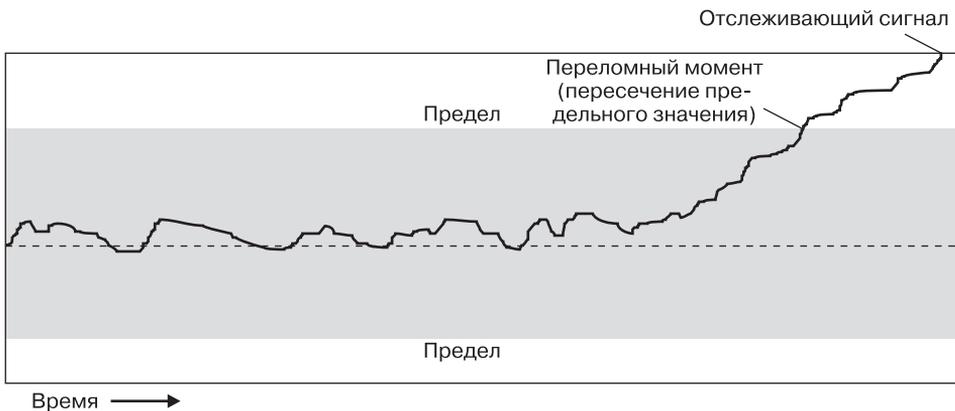


Рис. 3.13. Отслеживающий сигнал

дать соответствующее сообщение, содержащее ретроспективные данные об уровнях спроса, что позволит ответственному лицу принять решение о дальнейших действиях.

Когда построение прогнозов выполняется на основании одного из типов экспоненциального сглаживания, в компьютерную программу можно ввести другое значение коэффициента сглаживания  $a$  (чтобы сделать прогноз более чувствительным) и выполнить построение прогноза повторно. Такой метод называется адаптивным сглаживанием, поскольку в этом случае происходит адаптация модели экспоненциального сглаживания, когда того требует ситуация.

## Резюме

Прогнозирование является важной составной частью операционного менеджмента, а также других функций предприятия. В процессе функционирования предприятия часто возникает необходимость в принятии долгосрочных, среднесрочных и краткосрочных решений. Принятие всех этих решений должно основываться на определенных выводах или предположениях относительно будущего развития событий. Прогнозирование представляет собой базу для принятия решений, поскольку перспективная оценка условий ведения бизнеса позволяет:

- определить собственно необходимость в принятии того или иного решения;
- идентифицировать наиболее приемлемые варианты решения;
- выбрать оптимальное решение из всей совокупности вариантов.

Прогнозирование спроса представляет особое значение для менеджмента производственного предприятия. Причина в том, что менеджеры, занимающиеся организацией операций, в редких случаях контролируют процесс формирования спроса; в то же время они несут ответственность за обеспечение необходимого количества произведенных товаров и услуг в ответ на сформировавшийся уровень спроса. Кроме того, прогнозы спроса на товары или услуги содержат основные исходные данные для составления финансовых планов, планов развития персонала, планов размещения производственных мощностей, а также планов маркетинга. Во многих случаях компании имеют в своем распоряжении краткосрочные и среднесрочные прогнозы спроса на отдельные продукты или семейства продуктов. Эти прогнозы используются в процессе планирования производственного процесса, организации снабжения, а также в процессе календарного планирования процесса трансформации исходных ресурсов в продукты или услуги, представляющие ценность для потребителей. Обновление прогнозов такого типа происходит с частотой от одного раза в неделю до одного раза в месяц. Долгосрочные прогнозы составляются один раз в квартал или один раз в год и являются основой долгосрочного планирования размещения производственных мощностей, развертывания программ научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, а также основой разработки рыночных стратегий.

Существует несколько категорий методов прогнозирования, которые можно использовать для оценки будущего уровня спроса. Одна из таких категорий — субъективные, или качественные, методы. Среди субъективных методов прогнозирования можно назвать такие методы, как оценка объема продаж на местах

в соответствии с наблюдениями региональных представителей, составление прогнозов на основании экспертной оценки группы специалистов, оценка спроса в соответствии с ожиданиями потребителей, а также метод Дельфи. Среди количественных, или статистических, методов построения прогнозов на основании временного ряда следует назвать такие методы, как простое скользящее среднее, взвешенное скользящее среднее, экспоненциальное сглаживание и разложение по временному ряду. Наряду с ними существуют причинные модели, в которых линейная регрессия используется для выражения взаимозависимости уровня спроса и других переменных. Эти переменные должны быть логически связаны с изменением объема продаж; значения таких переменных меняются еще до изменения уровня спроса.

Методы прогнозирования, основанные на вычислении скользящего среднего и на экспоненциальном сглаживании колебаний, приемлемы для построения краткосрочных прогнозов и не требуют обширных ретроспективных данных. Анализ с помощью временных рядов и экспоненциальное сглаживание более высокого порядка больше подходят для построения прогнозов в случае, когда сезонные колебания спроса являются значимыми для планирования деятельности компании. В этом случае составителю прогноза необходимо иметь в своем распоряжении ретроспективные данные об уровнях спроса на продукцию или услуги компании за достаточно длительный период (не менее 3 лет), что позволит оценить устойчивость коэффициентов сезонных колебаний спроса.

Прогнозирование на основании временных рядов можно использовать и в процессе оценки более долгосрочных изменений уровня спроса посредством применения регрессивного анализа. Регрессия применима также для оценки взаимозависимости объема продаж и одного из показателей экономической деятельности предприятия. Для того чтобы этот показатель можно было использовать в качестве базы прогноза, изменение его значений должно происходить на протяжении определенного периода с опережением изменений объема продаж.

Приемлемость одной из количественных моделей для построения прогнозов зависит от закономерности формирования спроса, а также от того, какие задачи поставлены перед составителем прогноза. Экстраполяция закономерности формирования спроса подвержена опасности появления в ней поворотного пункта, способного кардинально изменить ситуацию. Отдельные факторы, воздействовавшие на формирование спроса в прошлом, могут измениться. В связи с этим целесообразно сравнить прогноз, составленный по одному из методов, с другими прогнозами. Кроме того, рекомендуется проанализировать соответствие прогноза здравому смыслу перед тем, как использовать его в качестве основы для составления планов деятельности компании.

Если в массиве данных об уровнях спроса обнаружена устойчивая закономерность формирования спроса на протяжении определенного периода и при этом предполагается, что условия, оказывающие влияние на формирование спроса, продолжают свое существование, во многих случаях самой подходящей является модель построения прогнозов на основании временного ряда.

Если спрос формируется под влиянием хаотических колебаний, вызванных не фактором времени, а другими факторами, следует рассмотреть возможность применения одной из причинных моделей в процессе построения прогнозов.

## Ключевые термины

Прогноз  
Технологический прогноз  
Экономический прогноз  
Прогноз спроса  
Экономический цикл  
Жизненный цикл продукта  
Метод Дельфи  
Модели прогнозирования на основании временного ряда  
Причинные модели  
Опережающие показатели  
Временной ряд  
Составляющая тренда  
Сезонная составляющая  
Периодическая составляющая  
Случайная составляющая  
Среднее абсолютное отклонение  
Среднеквадратичная ошибка  
Текущая сумма ошибок в прогнозах  
Средняя ошибка в прогнозах  
Средняя абсолютная процентная ошибка  
Простое скользящее среднее  
Устойчивость  
Чувствительность  
Взвешенное скользящее среднее  
Экспоненциальное сглаживание  
Двойное экспоненциальное сглаживание  
Разложение по временному ряду  
Поворотные пункты  
Мультипликативная модель  
Аддитивная модель  
Коэффициент сезонных колебаний  
Зависимая переменная  
Независимая переменная  
Коэффициент линейной корреляции  
Коэффициент обусловленности  
Стандартная погрешность оценки  
Отслеживающий сигнал  
Адаптивное сглаживание

## Контрольные вопросы

1. Почему прогнозирование продаж является ключом к составлению многих других типов прогнозов?
2. Дайте сравнительную характеристику качественных, или субъективных, прогнозов с одной стороны, и количественных, или статистических, — с другой. Прогнозирование — это искусство или наука? Обоснуйте свой ответ.
3. Почему в большинстве случаев прогнозированием сбыта занимаются отделы, ответственные за реализацию маркетинговой функции предприятия?

4. В каких случаях вместо количественного метода построения прогнозов следует использовать экспертную оценку группы специалистов?
5. Перечислите три субъективных метода прогнозирования и назовите источник данных для каждого из них.
6. Перечислите три количественных, или статистических, метода прогнозирования, основывающихся на использовании времени как основного критерия изменения уровня спроса.
7. Какие меры предосторожности следует предпринимать при проверке статистических прогнозов? Почему?
8. Почему во многих случаях в процессе оценки прогнозных моделей с целью выбора модели, наиболее приемлемой для построения прогнозов на основании имеющейся закономерности формирования спроса, используются компьютеры? Почему после выбора прогнозной модели компьютеры применяются также в процессе составления стандартных, повторяющихся прогнозов?
9. Представьте возможные основания для использования: а) MAD; б) MSE; в) MAPE в качестве критерия определения точности двух прогнозных моделей.
10. Почему методы прогнозирования нуждаются в мониторинге и контроле?

## Упражнения с использованием сети Интернет

1. Компания *United Parcel Service* — это крупнейшая в мире компания по доставке посылок и бандеролей. Имея в своем распоряжении 500 самолетов, 157 тыс. грузовиков и 1700 производственных помещений, рассредоточенных по всему миру, выполняет доставку в адрес клиентов почти 3 млрд посылок и бандеролей ежегодно. Представьте себе, что вы — менеджер этой компании. Посетите web-сайт компании [www.ups.com](http://www.ups.com). Просмотрите страницу сайта, на которой представлена информация о зонах обслуживания, клиентах, объемах доставок, функционирующих производственных мощностях, технологических возможностях и т. д. Затем составьте план, описывающий, какие типы количественных методов прогнозирования вы порекомендовали бы использовать для оценки уровней спроса на услуги по доставке посылок и бандеролей во всем мире на следующие 5 лет. (Не составляйте реальный прогноз, сфокусируйте внимание на том, какие методы, по вашему мнению, были бы наиболее эффективны в данном случае и обоснуйте свое мнение.)
2. *Benetton Group* — это сеть магазинов по торговле модной одеждой, в которую входит 6000 магазинов в 120 странах мира. Представьте себе, что вы выполняете маркетинговое исследование по следующему вопросу: будет ли выгодно компании открыть новый магазин недалеко от того места, где вы живете? Посетите web-сайт компании *Benetton Group* по адресу [www.benetton.com](http://www.benetton.com). Просмотрите информацию, представленную на этом сайте, чтобы выяснить, какой тип субъективных методов прогнозирования был бы наиболее приемлем для определения потенциального успеха, который мог бы иметь новый магазин. Используя информацию о компании *Benetton*, которую вам удалось получить на сайте, напишите краткий план, где было бы отражено, какие методы прогнозирования вы бы избрали и почему.

## Литература

1. Кит П., Янг Ф. Управленческая экономика. Инструментарий руководителя / Пер. с англ. 5-е изд. СПб.: Питер, 2008.

2. *Малхотра Нэреш К.* Маркетинговые исследования: Практическое руководство / Пер. с англ. 4-е изд. М.: Вильямс, 2007.
3. *Пивоваров С. Э.* Методология комплексного прогнозирования развития отрасли. Л.: Наука, 1984.
4. *Таха Хемди А.* Введение в исследование операций / Пер. с англ. 7-е изд. М.: Вильямс, 2005.
5. *Ханк Дж. Э., Райтс А. Дж., Уичерни Д. У.* Бизнес-прогнозирование. М.: Вильямс, 2003.
6. *Чейз Р. Б., Джейкобз Ф. Р., Аквилано Н. Дж.* Производственный и операционный менеджмент / Пер. с англ. 10-е изд. М.: Вильямс, 2007.
7. *Dikworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СПРОСА — ТЕПЕРЬ И В РОССИЙСКОМ РИТЕЙЛЕ<sup>1</sup>

Григорий Александров

Основное назначение систем прогнозирования спроса — оптимизация поставок товаров в магазины или дилерам. Система прогнозирования отвечает на вопрос: сколько данного товара будет продано в этом магазине за время между поставками. Если известно, какой спрос будет на товар, то оптимальный размер заказа легко вычисляется исходя из остатков товара и заданного уровня минимального запаса. Несмотря на такую кажущуюся простоту, потребительский спрос подвержен постоянным колебаниям и зависит от десятков факторов, начиная от уровня цен и заканчивая погодой. Ошибки в прогнозах грозят затовариванием складов, снижением оборачиваемости, списаниями по истечении срока годности товаров или, наоборот, возникновением дефицита. Но в любом случае — упущенной прибылью.

Несмотря на всю полезность систем прогнозирования спроса, опыт их использования не всегда оказывается удачным.

Классический пример тому — произошедший в 2001 г. случай с компанией *Nike*. Менеджеры крупного производителя спортивной одежды и обуви решили внедрить ИТ-инструментарий по предсказанию спроса и цепочкам поставок от *i2 Technologies* и потратили на этот проект около \$400 млн. Через девять месяцев огорченное руководство призналось, что прогноз одних товаров оказался завышен настолько, что их пришлось продавать со скидкой более 50%. А другая часть ассортимента, наоборот, была сразу раскуплена, и срочно заказанные дополнительные партии пришлось транспортировать самолетом, что повысило транспортные издержки в 12 раз. Огласка этого факта спровоцировала обвал акций *Nike* на бирже. В этой ситуации не выглядело утешительным и заявление представителей компании *i2* о том, что причиной ложного прогноза стала вовсе не «плохая система», а неполная ее «кастомизация» и отступление от рекомендуемой методологии внедрения.

Удалось выяснить и некоторые общие противопоказания к использованию автоматизированных систем прогнозирования спроса.

По словам Аллы Забровской, PR-менеджера розничной сети *Ikea* в России, «в магазинах *Ikea* установлена автоматизированная система, разработанная специально для нашей компании, которая помогает прогнозировать продажи. Из недостатков можно отметить лишь то, что обслуживающий их центр находится в Швеции и в случае сбоя или какой-то неполадки в системе проблема решается не так быстро, как бы хотелось. При всей универсальности системы прогнозирования она, к сожалению, не позволяет делать прогноз в новом регионе, где магазин только открывается, и истории продаж пока что не существует. Преимущества таких систем очевидны, остается надеяться на их дальнейшее усовершенствование».

<sup>1</sup> Журнал «Логинфо». 1/2006. С. 24–26.

В нестабильных секторах рынка, таких как рынок сотового ритейла, автоматизированные системы прогнозирования применимы лишь для решения тактических вопросов о поставках товаров и не подходят для построения долгосрочных прогнозов.

По словам коммерческого директора компании «Беталинк» Сергея Вергазова, «существует множество малопрогнозируемых внешних факторов воздействия на рынок мобильного ритейла, например действия органов охраны правопорядка, сбои в работе таможни, приводящие сначала к дефициту товара, а затем к его «выплескиванию» на рынок и т. п. Масштаб такого рода воздействий в некоторых случаях может приводить к изменению емкости рынка и динамики его развития в целом. В настоящее время опираться на результат работы какой-либо автоматизированной системы прогнозирования спроса при принятии стратегических решений я бы не стал. Эту задачу в нашей компании решает собственный аналитический отдел».

## ГЛАВА 4

# Календарное планирование в управлении производством

### 4.1. Использование информационных систем в планировании и управлении производством

Потребность в автоматизации управленческих процессов впервые была осознана в конце 1960-х — начале 1970-х гг., когда стало ясно, что управление крупной корпорацией подчиняется тем же законам, что и любая бюрократическая структура. Один из законов Паркинсона<sup>1</sup> гласит: «Штат организации никак не связан с объемом выполняемой ею работы». Иными словами, с ростом численности управленческого персонала КПД его работы падает. С целью повышения эффективности работы служащих родилась идея: организовать труд руководителей с помощью автоматизированной системы. Итогом стала концепция регулярного менеджмента, опирающегося на формально описанные процедуры, повышающие эффективность труда каждого менеджера.

Использование вычислительной техники для автоматизации управления различными областями деятельности организации началось в 1960-е гг. В этот же период появился класс систем планирования потребностей в материалах (*material requirements planning — MRP*), основу которых составляет понятие спецификации изделия (*bill of materials — BOM*) и производственной программы (*master production schedule — MPS*). BOM и MPS позволяют идентифицировать не только каждое изделие, продукт, узел и способ их объединения, но также последовательность создания соответствующего продукта [8, с. 918]. Получаемая в результате информация о потребностях преобразуется в серию заказов на закупку и производство. Одновременно в данном процессе учитывается информация об остатках сырья и материалов на складах. Результатом использования систем MRP является снижение уровня запасов сырья и материалов на складах, уровня запасов в незавершенном производстве, повышение эффективности производственного цикла, сокращение сроков выполнения заказов.

При всех достоинствах и высокой эффективности систем первоначальные MRP не учитывали производственные мощности предприятия. Для устранения указанного недостатка была расширена возможность планирования потребностей в мощностях (*capacity requirements planning — CRP*). Посредством интеграции CRP и MPS расширились возможности учета необходимых мощностей для производства заданного количества готовых изделий. Системы MRP, имеющие в сво-

---

<sup>1</sup> К. Н. Паркинсон (Cyril Northcote Parkinson (1909–1993), Великобритания) известен как военноморской историк, автор более 60 книг, самая знаменитая из которых — «Законы Паркинсона», благодаря которой он приобрел известность в области государственного управления.

ем составе модуль CRP, стали называться системами планирования потребностей в материалах замкнутого цикла (*closed loop MRP*).

Постоянное увеличение потребностей производства привело к появлению в 1980-х гг. нового класса систем — системы планирования производственных ресурсов предприятия (*manufacturing resource planning — MRP II*). MRP II позволяют осуществлять планирование всех ресурсов предприятия, включая финансовые и кадровые.

В свою очередь, расширение функциональных возможностей MRP II способствовало появлению еще одного класса систем **планирования ресурсов предприятия** (*enterprise resource planning — ERP*). Термин ERP был введен независимой исследовательской компанией *Gartner Group*<sup>1</sup> в начале 1990-х гг. ERP-системы позволяют автоматизировать деятельность как промышленных предприятий, так и организаций сферы услуг.

Эффективное управление современным производством предполагает наличие развитой коммуникационной системы по сбору, переработке, хранению и передаче информации. Постоянное обновление данных о состоянии производственных заданий и их выполнении, о загрузке мощностей производственных участков, покупке и получении соответствующих сырья и материалов требует применения современных интегрированных систем автоматической обработки данных с возможностью составления промежуточных отчетов о ходе работ.

Научные исследования в области управления производством показывают, что факторами, определяющими эффективность управления календарным планом производства, являются:

1. Составление оптимального плана и графика выполнения совокупности производственных заданий — плана, учитывающего загрузку мощностей для выполнения конкретных производственных заданий.
2. Доведение плановых заданий до сведения всех лиц, ответственных за выполнение плана.
3. Получение сведений о ходе выполнения каждого отдельного задания и всего комплекса работ.
4. Возможность пересмотра всех планов и графиков (т. е. **возврат к п. 1**) при необходимости любого вида модификаций плана.

Современные технологии позволяют формировать сетевые взаимоотношения территориально рассредоточенных компьютеров и терминалов, участков производства и контроля, отделов закупок и складских помещений. Посредством интегрированной системы можно осуществлять ввод данных и запрашивать информацию из различных мест, в том числе и удаленных. Разнообразие вводимой информации, особенности ее накопления и хранения на специальных серверах

<sup>1</sup> *Gartner, Inc.*, исследовательская и консалтинговая компания, работающая в области информационных технологий. Головной офис расположен в Стамфорде, штат Коннектикут, США. Основана в 1979 г. и до 2001 г. называлась *The Gartner Group*. Является консультантом крупных корпораций, государственных предприятий, технологических и инвестиционных компаний. Состоит из исследовательского, управляющего, консалтингового и иных подразделений. В ее состав входит 4000 обществ, включая 1200 аналитиков и консультантов из 75 стран мира. Официальный сайт [www.gartner.com](http://www.gartner.com)

организации определяется производственной необходимостью. Улучшение информационных технологий позволяет постоянно увеличивать период и объемы хранения информации.

Деятельность любой организации представляет собой систему взаимосвязанных операций. Благодаря наличию единой интегрированной системы возможно проведение мониторинга производственной деятельности организации, обеспеченности ее исходными ресурсами, особенностей взаимоотношений в различных звеньях цепочек снабжения. Например, данные о продажах имеют отношение к использованию материальных запасов. Зная периодичность изъятия продукции со складов, можно заранее спланировать момент необходимости начала производства продукции. Планирование производственных операций определяет материальные потребности организации, а закупка необходимых сырья и материалов имеет непосредственное отношение к получению организацией счетов к оплате. Данные об израсходованном рабочем времени на выполнение конкретных операций могут использоваться в качестве основы при планировании конкретных производственных операций в будущем, а также при подготовке платежных ведомостей. Высокая скорость доступа к требуемой информации существенно сокращает время выполнения оставшихся работ.

В связи с такой неоднородностью производственных операций ERP-системы формируются по модульному принципу (модуль охватывает определенный участок деятельности), в котором все модули интегрированы между собой и охватывают всю деятельность организации.

Современные ERP-системы можно подразделить на системы, предназначенные для управления бизнесом, т. е. процессами, в которые вовлечен продукт, уже прошедший производственную фазу, и системы, рассчитанные на управление производством.

Выбор модели управления организацией зависит от специфики деятельности организации и принятой в ней стратегии. Например:

- EAM (*enterprise asset management*) — система, предназначенная для управления основными фондами. Показывает особенности эксплуатации производственных средств по периодам времени, регулярность проведения ремонта. Позволяет прогнозировать производственную загрузку и амортизацию оборудования, определяя уровень технического оснащения производства и затраты на техническое обслуживание и капитальный ремонт.
- BSC (*balanced scorecard*) — так называемая сбалансированная система показателей. Позволяет оценивать деятельность подразделений организации одновременно в нескольких измерениях.
- ABC (*activity based cost management systems*) — система управления, использующая двухступенчатый подход для анализа видов деятельности, связывает расходы на приобретение ресурсов в организации с продуктами, производимыми и доставляемыми клиентам, вместо анализа центров затрат [1, с. 264].
- EVA (*economic valued added*) — система управления, основанная на определении и учете экономической добавленной стоимости, заключается в сравнении экономического эффекта от вложения средств в конкретный перспективный проект с отдачей от альтернативных вложений.

Казалось бы, ERP-системы позволяют решать все насущные проблемы организации, однако в действительности существуют реальные ограничения по их внедрению. По данным компании *Standish Group*<sup>1</sup>, менее чем в 20% случаев внедрение информационных систем завершается вовремя, в рамках запланированного бюджета, с реализацией запланированной функциональности. Выполнение почти трети проектов досрочно прекращается, а по остальным продлеваются сроки, превышает бюджет или ограничивается запланированная функциональность.

Указанная плачевная статистика определяется тем, что процесс внедрения ERP-систем часто воспринимают как установку программного обеспечения на рабочих местах пользователей. Фактически же это весьма сложный процесс. В международной практике выделяют несколько возможных направлений внедрения ERP-систем [11].

1. Глобальный взрыв — один из самых амбициозных, дорогостоящих и практически не применяемых сейчас путей. Заключается в установке единой системы ERP одновременно с удалением всего программного обеспечения, использовавшегося в организации до нее. Результатом таких действий могут быть тяжелые последствия в связи с тем что, как правило, работники не склонны менять свои привычки и с трудом соглашаются с изменениями, которые могут возникнуть при исполнении ими своих функций. Скорость обработки информации может сократиться, поскольку интегративные системы затрагивают все подразделения организации, наконец, работники могут вообще не знать, как работать с новой программой.
2. Стратегия франшизы — используется крупными или диверсифицированными организациями, в которых существует ограниченное количество схожих бизнес-процессов в подразделениях. Подразумевает установку самостоятельных ERP-систем в каждом подразделении и объединение их по общим для всей организации бизнес-процессам (например, бухгалтерским или финансовым). Вначале систему апробируют на нескольких самых перспективных подразделениях, устраняют все недочеты, а в дальнейшем, в случае успеха, устанавливают во всей организации.
3. Постепенное внедрение — вначале акцент делают на интеграции нескольких процессов, к примеру на установки финансовых ERP-систем. Чаще всего используется для организаций малого размера. Целью является как можно более быстрое внедрение ERP-систем в практику бизнеса. Это относительно безболезненный способ внедрения, поскольку сотрудники не меняют привычный образ работ. В дальнейшем, при установлении программного обеспечения на другие процессы, в организации не возникает большого сопротивления в ходе проведения реинжиниринга, поскольку часть работников уже работает в единой системе.
4. Программное обеспечение как услуга (*software-as-a-service, SaaS*) — является одним из самых привлекательных методов для организаций малого и среднего размеров, использующих в своей работе стандартные приложения Microsoft Office типа Excel, а также для крупных организаций с большим ко-

<sup>1</sup> [www.standishgroup.com](http://www.standishgroup.com)

личеством операций, не подлежащих стандартизации. По существу представляет собой использование информационных ресурсов третьих организаций с доступом к ним посредством Интернета. Преимуществами использования данного направления могут быть:

- ◆ скорость применения, поскольку не требуется установки в организациях — не отвлекает работников от их текущей деятельности и не заставляет уничтожать уже имеющиеся базы данных и программы;
- ◆ имеется более простое и частое обновление — осуществляется автоматически производителем, недочеты в работе устраняются быстрее;
- ◆ дешевое обслуживание — существуют возможности приобретения трафика «на пользователя» или «помесячная» оплата, что позволяет сократить расходы на инсталляцию и интеграцию системы внутри организации.

Несмотря на столь широкие возможности выбора направлений установки системы ERP в организациях, существует ряд рисков по внедрению [2], связанных:

- с управлением проектом — обусловлены применением неправильных методов или полным отказом от методологии управления проектами;
- с недостаточным финансированием, из-за чего к проектам по внедрению привлекаются менее квалифицированные специалисты, увеличивается срок внедрения, теряется часть функциональности системы;
- с поддержкой руководства — руководитель проектов по внедрению ERP-систем должен обладать реальными полномочиями, а его мнение должно быть весомо в компании. Таким образом, лучше, если руководителем проекта будет представитель высшего звена управления;
- с отсутствием четкости в бизнес-процессах организации, требующим проведения реинжиниринга, способствующего установлению определенных алгоритмов во взаимоотношениях работников, часто коренным образом меняющих установленные способы и привычки выполнения работниками своих функциональных обязанностей.

### **Особенности использования ERP в России**

Если внедрение ERP-систем за рубежом уже стало обычной практикой, то для большинства российских организаций об этом процессе говорить еще рано. Отсутствие стандартизированных бизнес-процессов, к которым можно применить имеющиеся на рынке ERP-системы, усложняет, удлиняет и делает процесс внедрения довольно дорогостоящим. Отсутствие унифицированных форм, описывающих требования к современным ERP-системам, не способствует пониманию пользователями возможностей систем, а производители, по существу, получают возможности вариаций в их разработках.

Российские ERP-системы, как правило, носят более усеченный характер по сравнению с западными, что определяется требованиями местного рынка. В первую очередь востребованы учетные системы (бухгалтерские, кадровые, складские и т. п.), регистрирующие осуществление операций, но с ограниченными возможностями планирования. Это определяется тем, что рынок в РФ на все виды продукции продолжает формироваться, отсутствуют устойчивые экономические связи

между большинством организаций. Поэтому влияние информационных технологий на эффективность деятельности пока еще несущественно. В табл. 4.1 перечислены некоторые разработчики ERP-систем, представленные на российском рынке.

**Таблица 4.1.** Некоторые разработчики ERP-систем, представленные на отечественном рынке

Разработчик	Наименование продукта	Краткая характеристика
<i>Зарубежные разработки</i>		
SAP AG <sup>1</sup> , www.sap.com	R/3	Система относится к классу крупных интегрированных систем. Имеет расширенные модули. Стоимость внедрения системы соответствует или, что чаще, превышает стоимость лицензии, которая на 50 рабочих мест ориентировочно составляет около \$350 тыс. Срок внедрения зависит от требуемых функциональных возможностей. Один из наиболее полномасштабных проектов внедрения системы осуществлен на Омском нефтеперерабатывающем заводе. В международной практике имеются и крупные судебные иски к компаниям, к способам внедрения продуктов и их возможностям — последний был подан в апреле 2008 г. на \$100 млн крупнейшей американской компанией — переработчиком мусора в США <i>Waste Management</i>
Oracle	Oracle Application	Стоимость решения ниже, чем R/3. Сроки внедрения приблизительно одинаковы. Самые известный пример внедрения — Магнитогорский металлургический комбинат
Baan, www.baan.ru	iBaanERP	Класс систем тот же, что и в предыдущих примерах. Стоимость именованной лицензии на одного пользователя — \$3 тыс, стоимость лицензии вне зависимости от количества сотрудников с ограничением по одновременному подключению к базе данных — \$6 тыс. Пример реализации в России — Нижфарм
ROSS Systems, www.rossinc.com	iRenaissance	Система для предприятий с непрерывным типом производства. Успешно внедряется в России с 1998 г. В мире более 3 тыс. законченных внедрений. В России самые значимые внедрения — <i>Mary Kay</i>
<i>Отечественные разработки</i>		
SYMEX, www.frontstep.ru	SyteLine	Система имеет внедрения на предприятиях пищевой промышленности России. Например, «Воронежская кондитерская фабрика»
Корпорация «Галактика» <sup>2</sup> , www.galaktika.ru, www.galaktika.spb.ru	«Галактика» Business Suite «Галактика ERP»	Лидер среди российских производителей ERP-систем. Работает на рынке 12 лет, с момента открытия регионального отделения в 1996 г. (корпорация «Галактика» работает уже 21 год, с 1987 г.). Предлагаемый продукт интегрирует более 9 специализированных подразделений организаций, автоматизируя всю финансово-хозяйственную и производственную деятельность предприятия/холдинга. Средствами системы возможно провести автоматизацию производства любого типа — и непрерывного и дискретного. Основные компетенции Северо-Западного отделения корпорации «Галактика» связаны с выполнением проектов автоматизации промышленных предприятий с поза-

<sup>1</sup> Собственные исследования автором открытой печати, фирма не подтвердила их.

<sup>2</sup> Благодарим Яна Кротова, руководителя управления маркетинга и продаж корпорации «Галактика», за предоставленную информацию.

Таблица 4.1. Продолжение

Разработчик	Наименование продукта	Краткая характеристика
		казным единичным или мелкосерийным производством. Система предназначена также для автоматизации сферы услуг (в том числе: ЖКХ, сдача недвижимости в аренду, сервисно-ремонтные услуги). На 1 июня 2008 г. имеется более 6200 внедрений по России и странам СНГ и около 200 по Северо-Западному региону. Срок внедрения в среднем составляет от 3 месяцев до года, в некоторых проектах план внедрения системы расписан на 3–4 года. Самые известные оконченные проекты в Санкт-Петербурге — это: ГУП «Топливо-энергетический комплекс Санкт-Петербурга», ОАО МЗ «Арсенал», ОАО «Равенство», ФГУП ЦНИИ им. академика А. Н. Крылова, ФГУП ЦНИИ «Электроприбор», ГУП «Инпресервис», ОАО «Экспериментальный завод». «Галактика Business Suite» — полнофункциональный комплекс бизнес-решений, позволяющий в едином информационном пространстве выполнять типовые и специализированные задачи управления предприятием, холдингом, группой компаний в условиях современной экономики. Система «Галактика ERP» — основа комплекса «Галактика Business Suite»
<i>Компания AVASystems, avasystems.ru/</i>	AVA ERP	Работает на российском рынке уже более 7 лет. Семейство AVA ERP распространяется на рынке с 2003 г. Система относится к среднему классу решений, с возможностью интеграции 4–9 специализированных подразделений организации. Программное обеспечение ориентировано на производственные процессы дискретного типа и мелкосерийное производство. Может быть использована в производстве строительно-монтажных услуг. На 1 июня 2008 г. имеется 25 законченных внедрений. Внедрение происходит в среднем в период от 1 месяца до года. Компания позиционирует свой продукт по таким характеристикам, как доступность при высокой функциональности. Система внедрена в таких организациях, как компания «ЦентрКлимат», «Паладин-Л», «Шоколадная фабрика», <i>RMG Company</i> , завод «Эталон» и торговый дом «Мебельные комплектующие», <i>Rainbow Technologies</i>

## 4.2. Календарное планирование и управление на предприятиях серийного производства

Использование единой системы планирования ресурсов предприятия позволяет специалистам организаций использовать общую базу данных, содержащую информацию, поступающую от всех производственных единиц. Обращение к такой системе позволяет получать самые свежие сведения о ходе работ на различных производственных участках, составлять графики выполнения работ, своевременно уточнять информацию о состоянии изделий как в производстве, так и находящихся в хранении. Результатом своевременного доступа к необходимой информации является согласование действий различных элементов организационной структуры, ответственных за выполнение заказов.

В современном, быстро меняющемся мире наблюдается тенденция отхода от серийного массового производства в пользу мелкосерийного и индивидуального

производства с использованием современных, высокотехнологичных средств. Тем не менее в отдельных отраслях продолжается крупносерийное и серийное производство, предполагающее выпуск большого количества одинаковых или очень похожих изделий. Группы производственных заданий, выполняемых для их изготовления, по существу, также идентичны.

Серийное производство осуществляется с применением технологии поточной линии. Все изделия идут строго по одинаковым маршрутам (технологическим линиям), перемещаются с использованием автоматизированных конвейеров. Состав последовательности производственных заданий, продолжительность **такта поточной линии** (период, на протяжении которого единица продукции находится в обработке на рабочем месте) определяются при разработке структуры производственной системы. Изменение темпов поточного производства усложняется в случае определения темпов выполнения производственных заданий составом оборудования. Так, при наличии ручных работ или возможности перераспределения части работ между работниками разных производственных участков изменение объемов производства продукции осуществляется посредством модификации продолжительности такта поточной линии.

В связи с тем что серийное производство требует хранения готовой продукции с учетом определенного объема запасов, рекомендуется составление календарного графика поступления изделий на склад исходя из скорости спроса на них. Календарный график легче всего составлять при отсутствии сезонного спроса, но и с учетом сезонных колебаний можно поддерживать темпы производства на относительно постоянном уровне, варьируя объемами материальных запасов.

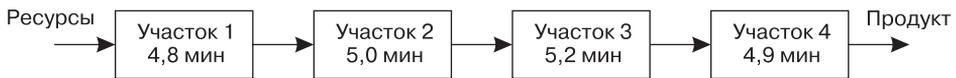
Рассмотрим пример процедуры определения темпов производства с заданным тактом поточной линии. Предположим, темп производства заданного изделия при 8-часовой (или же 480-минутной) рабочей смене за вычетом перерыва на обед в 60 мин, т. е. за 420 мин, составляет 80 ед. в день. Такт поточной линии в таком случае составит  $420 \text{ мин} / 80 \text{ ед.} = 5,25 \text{ мин}$ . Для обеспечения заданного темпа производства нельзя допускать задержку единицы производимой продукции на каком-либо рабочем месте более чем на 5,25 мин. Если же на изготовление единицы продукции требуется 20 мин, тогда на такой поточной линии необходимо организовать четыре рабочих места с заданным тактом производства ( $20 \text{ мин} / 5,25 \text{ мин} = 3,81$  рабочих места; полученный результат необходимо округлить в большую сторону во избежание срывов в работе).

Несмотря на определение темпов перемещения продукции по поточной линии при разработке структуры производственной системы, периодически может возникать необходимость в изменении объемов выпускаемой продукции в течение коротких промежутков времени, кратных неделе. Объем выпускаемой продукции в поточной линии можно в таком случае варьировать путем изменения количества рабочих часов в день (за счет изменения количества смен) или рабочих дней в течение недели. В результате календарное планирование в массовом серийном производстве определяет количество часов, в течение которых должна функционировать производственная система, а не непосредственно изменение производительности системы.

Особенность контроля в таких системах заключается в отсутствии необходимости в календарном планировании изготовления отдельных деталей и поштучном

отслеживании их выпуска. Например, при изготовлении стандартных опорных столбов для садового забора нет необходимости завершить выпуск конкретного столба к началу установки конкретного забора в некотором садоводстве. Важнее производить опорные столбы с такой же скоростью, с которой они требуются на рынке для установки заборов. Таким образом, темпы производства каждого компонента (в нашем примере: цемента, металлической сетки, опорных столбов и т. п.) должны быть прямо пропорциональны количеству единиц указанного компонента в готовом изделии. Для выполнения данного условия на предприятиях серийного производства удобнее использовать календарный план, составленный на основе ритмов производства.

Процедура управления серийным производством упрощается по мере сокращения количества производимых продуктов. Например, производственная линия состоит из четырех рабочих участков по изготовлению конечного продукта (рис. 4.1), на каждом выпускается продукция, являющаяся заготовкой для последующего. При этом наблюдается внутреннее ограничение выпуска продукции, связанное с превышением рыночного спроса на рассматриваемый продукт над мощностью производственной линии.



**Рис. 4.1.** Производственная линия, состоящая из четырех рабочих мест (указано время выполнения операции на участке)

Анализ представленной на рис. 4.1 производственной линии позволяет заметить, что третий участок является «слабым звеном»<sup>1</sup>.

В результате на четвертый участок заготовки поступают со скоростью, с которой они выходят с предыдущего. В случае если скорость подачи ресурсов на указанную поточную линию превысит темп обработки заготовок, произойдет накопление запасов непосредственно перед «слабым звеном» (на втором участке). В результате происходит значительное увеличение затрат на хранение заготовок, в том числе увеличиваются потребности в дополнительных площадях, а производительность самой линии при этом не увеличивается. Длительность же производственного цикла увеличивается, поскольку заготовки задерживаются на стадии обработки.

Иногда накопление материальных запасов перед «слабым звеном» можно проводить на случай непредвиденных обстоятельств (поломки оборудования на предыдущих стадиях, отсутствие работников) с целью сокращения возможности отставания в подаче промежуточных изделий от предыдущих рабочих участков.

Отслеживание производительности «слабого звена» помогает согласовывать операции, выполняемые на различных рабочих участках представленной поточной линии, и как результат — определять темп работы начального участка. Следствием таких действий является удовлетворение спроса на продукцию в пределах текущих производственных возможностей организации.

<sup>1</sup> Закон Богданова (Малиновского) А. А., представленный в «Тектология: или всеобщая наука о системах», гласит: «Крепость всей цепи определяется ее самым слабым звеном».

Руководство организации в таких условиях должно рассмотреть возможности увеличения производительности «слабого звена», включая: усовершенствование методов производства; установку более совершенного производственного оборудования, обеспечение профилактического обслуживания оборудования; передачу части работ на «аутсорсинг» с целью сокращения нагрузки участка. Кроме того, умножив количество готовых изделий на количество компонентов, указанных в ведомости материалов, прибавив к ним количество изделий, отбракованных по всей поточной линии, можно определить количество единиц продукции, на которое необходимо сократить объемы запасов каждого компонента.

В связи с прохождением промежуточных изделий по единому технологическому маршруту в серийном производстве контроль, как правило, сводится к подсчету готовой продукции, полученной после выполнения последней операции, а также к определению отбракованных изделий на любом производственном участке цепи. Современные технологии позволяют установить сканеры по подсчету изделий, перемещаемых от одного участка к другому вдоль всей поточной линии.

### **4.3. Календарное планирование и управление в организациях единичного и мелкосерийного производства продукции**

Мелкосерийное производство предполагает наличие гораздо большего количества производственных мощностей, чем требуется для удовлетворения спроса на единственный продукт (как в примере с крупно- и серийным производством продукции).

При этом для изготовления продукции используются разнообразные производственные ресурсы, а их следование по технологическому маршруту в организации может быть различным.

В качестве примера рассмотрим упрощенный случай, когда в организации производятся два вида продукции на одних производственных мощностях. Предположим, что уровень спроса на второй продукт, производимый в организации, настолько высок, что способен обеспечить полную загрузку отдельных производственных участков организации.

В таком случае управление организацией сводится к принятию решений относительно:

- размера партии каждого из производимых продуктов;
- определения размера складских запасов каждого из продуктов для обеспечения своевременных поставок в периоды, когда производственные мощности заняты производством одного из продуктов.

При этом изменение состава производственных заданий приводит к усложнению структуры материального потока, в результате «слабым звеном» выступают отдельные ресурсы организации. Образование очередей заготовок на некоторых участках может происходить из-за трудности прогнозирования последовательности выполняемых операций. При одновременном поступлении на рабочие места партий изделий разных групп важно определить последовательность обработки партий. Планирование использования имеющихся производственных ресурсов организации может усложниться, так как на него влияют:

- номенклатура производимой в организации продукции;
- последовательность операций по обработке при совместном использовании ресурсов;
- время, необходимое на выполнение операций;
- глубина координации производственных заданий.

В единичном процессе производства управление планированием процесса перемещения материального потока усложняется по сравнению с мелкосерийным производством в связи с разнообразием производственных заданий. Предприятия единичного производства часто изготавливают изделия под заказ, а иногда даже впервые, при этом невысока вероятность повторения производства продукции в будущем.

Для конкретного заказа могут составляться уникальные маршруты перемещения ресурсов, незнакомые данной организации. В результате оценку продолжительности выполнения операций провести сложно, календарный план выполнения операций, составленный на основе такой оценки, будет относителен и фактический ход выполнения работ может существенно отличаться от него.

Организации единичного производства могут привлекать клиентов различными способами. После детального изучения технических условий могут быть предложены фиксированные цены и время выполнения заказа. Оплата труда работников внутри организации тоже может устанавливаться фиксированно — за выполнение нескольких видов работ, которые являются прибыльными для компании.

В организациях единичного производства оборудование размещается по функциональному принципу — группируется на участках, выполняющих сходные виды работ. Промежуточные изделия по мере изготовления продукта перемещаются по маршруту от одного производственного участка к другому, который отражается в *маршрутной карте* (операционной карте) технологического процесса. Однако схема передвижения материального потока может нарушаться, что связано с возвратом изделий на доработку на предыдущие стадии, перемещением заготовок на достаточно длительные расстояния между производственными участками. Работа может поступать на участок быстрее запланированного, возникают проблемы с оборудованием или работниками, могло быть переоценено время выполнения операций. Вследствие этого возможно образование очередей промежуточных изделий, ожидающих обработки. Во избежание непроизводительного использования производственных мощностей в организациях начало выполнения производственных заданий планируется на более ранние сроки. В таком случае, при наличии постоянно меняющегося состава производственных операций, «слабое звено» локализуется на одном производственном участке, а потом перемещается на другой.

#### 4.4. Прямое и обратное календарное планирование

Календарный график выполнения работ разрабатывается в случае получения организацией заказа на изготовление продукции. При его формировании важным вопросом является определение момента, когда мощности каждого производственного участка будут доступны для изготовления соответствующих изделий.

Рассмотрим пример изготовления продукта, требующего выполнения двух операций, выполняемых на разных производственных участках. Для этого предусматривается время высвобождения мощностей первого участка на выполнение первой операции, что, в свою очередь, позволяет определить объем мощностей, необходимых на втором участке для выполнения последней операции.

При составлении календарного графика выполнения представленных двух операций на имеющихся производственных мощностях предлагается использовать один из подходов — прямого или обратного календарного планирования.

*Прямое календарное планирование* позволяет минимизировать продолжительность потока, т. е. время, затраченное на выполнение работ в конкретном процессе. В данном подходе, с учетом времени, необходимого для перемещения изделий с одного участка на другой, назначается срок выполнения первой операции на базе высвободившихся мощностей первого производственного участка, затем назначается срок на базе высвободившихся мощностей второго производственного участка. Если для изготовления продукции требуется более двух операций, процедура продолжается до назначения срока выполнения последней.

*Обратное календарное планирование* позволяет соблюдать срок выполнения операций, установленных заказчиками или определенных последующими операциями, согласно основному производственному плану. В данном подходе устанавливаются сроки выполнения последней операции по изготовлению продукции, после этого осуществляется планирование производства изделий в обратной последовательности.

При составлении графика выполнения операций вводятся поправки на время перемещения изделий между производственными участками, а также на возможное ожидание изделий в очереди на обработку.

Графическое изображение календарного плана с использованием приведенных подходов может быть представлено в виде:

- перечня операций, подлежащих выполнению, с указанием сроков начала и завершения выполнения операций;
- графика Ганта (*Gantt chart*) — гистограммы, длина столбиков которой пропорциональна продолжительности выполнения операций. Существуют две разновидности графика Ганта, которые отображают загрузку производственных мощностей (рис. 4.2) и сроки выполнения производственных заданий.

Временной график наглядно показывает продолжительность выполнения операций, благодаря чему задействованные в выполнении заказа работники в дальнейшем могут отслеживать выполнение плана и координировать действия самостоятельно. Рассмотрим особенности составления каждого из графиков Ганта подробнее.

Настоящий график позволяет отображать рабочую загрузку ресурсов организации (аналогично профилю загрузки производственных мощностей).

Используя современные прикладные программы (например, Microsoft project), можно не только посмотреть загрузку производственных ресурсов организации, но также определить, насколько выполнены операции к моменту обращения к программе, происходит ли запаздывание или работы осуществляются с опережением сроков [3].

Рабочий центр А

	Порядковый номер недели			
	1	2	3	4
Станок 1	Производственное задание А		Производственное задание Б	
Станок 2	Производственное задание В	Производственное задание Г		
Станок 3	Производственное задание Д			
Станок 4	Производственное задание Е			

**Рис. 4.2.** Загрузка производственных мощностей, график Ганта

Хранение и дальнейшая обработка полученных данных в организации позволяют определить время, необходимое для выполнения определенных операций, что, в свою очередь, способствует составлению реализуемых графиков загрузки производственных мощностей.

## 4.5. Управление производственной деятельностью

Тщательно продуманный и составленный календарный график выполнения работ является необходимым условием успешного ведения бизнеса на всех этапах деятельности современных организаций. Однако составление даже самого лучшего календарного графика не является залогом успешного бизнеса. Важной задачей является внедрение производственного плана в производство и осуществление контроля над производственной деятельностью (*production activity control – PAC*), а по существу — за его исполнением. **PAC рекомендуется осуществлять по четырем основным направлениям.**

1. Продолжительность перемещения изделия между производственными участками, на которых оно обрабатывается.
2. Время ожидания изделия обработки на различных производственных участках.
3. Время выполнения пусконаладочных работ согласно маршрутной карте технологического процесса.
4. Время выполнения производственных заданий.

Время ожидания в очереди на обработку — самый варьлируемый компонент в процессе производства, который требует тщательного изучения и контроля. В качестве возможного метода его сокращения можно использовать изменение приоритета выполнения задания. При этом важно не задерживать выполнения других заданий.

Три других направления являются более постоянными. Так, время перемещения изделий между производственными участками зависит от расстояния между

ними, организации системы погрузо-разгрузочных операций. Как правило, такие операции остаются неизменными при выполнении различных заданий. Сокращение затрат времени в данном случае можно осуществить за счет применения особого способа транспортировки. Время, расходуемое на осуществление пусконаладочных операций, обычно варьирует незначительно. Изменение времени выполнения задания также происходит редко и напрямую зависит от квалификации рабочего, скорости работы оборудования.

Продолжительность ожидания изделий в очереди на обработку у производственного участка зависит от вместимости этой очереди, т. е. от количества заданий, которые необходимо выполнить на каждом производственном участке. Вследствие образования очередей происходит:

- увеличение затрат на хранение промежуточных изделий;
- увеличение времени доставки изделий клиентам по их заказам;
- сокращение возможности организаций реагировать на изменение внешней рыночной среды;
- рост потребности в дополнительных производственных мощностях, что ведет к увеличению расстояний между участками;
- общее усложнение процедуры определения производственных приоритетов.

Во избежание указанных отрицательных последствий применяется метод «контроля входа/выхода», позволяющий регулировать среднюю продолжительность ожидания изделия в очереди.

Система контроля входа/выхода выполняет две основные задачи:

- повышает управляемость скорости подачи работ на производственный участок;
- способствует формированию буферных очередей на некоторых производственных участках для погашения колебаний потока производственных заданий.

Очередь из изделий будет удлиняться, если объем работ на входе превысит объем работ на выходе, и наоборот. Незапланированное увеличение длины очереди происходит в случае, когда фактический объем работ на входе превышает запланированный уровень. В таком случае, если мощности организации позволяют, можно, чтобы устранить очереди, перераспределить часть работ по другим, менее загруженным производственным участкам, или увеличить мощность «перегруженного» производственного участка, или применить иные методы.

Грамотное управление приоритетностью выполнения заданий позволяет выдерживать календарный график выполнения работ. Такое управление заключается в расположении заданий в определенной последовательности, позволяющей варьировать время ожидания отдельного задания в очереди относительно средней продолжительности ожидания.

Планирование последовательности выполнения операций различается по классам задач:

- выполнение  $n$ -операций на одном рабочем месте — задача класса  $n/1$ ;
- выполнение  $n$ -операций на двух рабочих местах — задача класса  $n/2$ ;

- выполнение  $n$ -операций на трех рабочих местах — задача класса  $n/3$ ;
- выполнение  $n$ -операций на  $n$ -рабочих местах — задача класса  $n/n$ .

Решению **задач класса  $n/1$**  способствует следование таким правилам назначения приоритетов выполнения работ:

1. FCFS (*first come — first served*) — задания выполняются в порядке поступления: первым поступил, первым обслужен.
2. SOT (*shortest operating time*) или SPT (*shortest processing time*) — последовательность заданий определяется по кратчайшему времени выполнения работ. Часто используется в сочетании с другими правилами во избежание случаев, когда работы, требующие значительных затрат времени, откладываются на недопустимо поздние сроки, а также во избежание случаев невыполнения работ, которые должны поступать на менее загруженные участки.
3. DDATE (*due DATE — earliest due date first*) — первой выполняется работа с самой ранней датой окончания.
4. STR (*Slack Time Remaining*) — вначале выполняются задания с самым малым запасом времени выполнения; оно определяется как разница между оставшимся запасом времени до установленной даты окончания работы и временем выполнением задания:

$$\text{STR} = \left( \begin{array}{c} \text{Время до установленной даты} \\ \text{окончания работы} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} \text{Оставшееся время} \\ \text{выполнения} \end{array} \right).$$

Правило используется в компаниях, занимающихся сборкой изделий, состоящих из множества компонентов, изготовление последних должно быть завершено в одно время.

5. STR/OP (*slack time remaining per operation*) — первым выполняется задание с наименьшим запасом времени в расчете на одну операцию, в дальнейшем очередность устанавливается по мере возрастания показателя:

$$\text{STR/OP} = \frac{\text{STR}}{(\text{Количество оставшихся операций})}.$$

6. CR (*critical ration*) — первой выполняется работа с наименьшим критическим отношением. Рассчитывается по формуле:

$$\text{CR} = \frac{(\text{Установленная дата завершения работы}) - (\text{Текущая дата})}{\text{Время выполнения работ}}.$$

Задание выполняется с отставанием от графика, если отношение меньше единицы. Благодаря данному правилу обеспечивается первоочередное использование производственных мощностей участка, потребность в которых на выполнение заданий самая высокая.

7. LCFS (*last come — first served*) — подразумевает выполнение первым задания, поступившего последним в производство.

8. Random — выполнение заданий в произвольном или случайном порядке. В данном случае выполнение заданий часто зависит от субъективного фактора.

Например, на некотором рабочем месте необходимо выполнить пять операций. Все операции выполняются на единственном оборудовании, имеющемся в распоряжении производственного участка (табл. 4.2). Предположим, текущая дата — 203-й рабочий день. Срок выполнения задания ОП1 назначен на 218-й рабочий день. Для его выполнения остается 15 дней ( $218 - 203$ ).

Срок выполнения ОП5 уже прошел (202-й рабочий день), т. е. оставшееся время по заданию составляет  $202 - 203 = -1$ .

**Таблица 4.2.** Последовательность выполнения операций на единственном производственном участке

Опера-ция	Срок выполнения, рабочих дней	Время выполнения на данном участке, дней	Время выполнения всех оставшихся операций, дней	Количество оставшихся операций	CR	STR/OP
ОП1	218	4	8	5	$15/8 = 1,88$	$(15 - 8)/5 = 1,4$
ОП2	209	0,5	4	1	$6/4 = 1,5$	$(6 - 4)/1 = 2$
ОП3	216	2	2	2	$13/2 = 6,5$	$(13 - 2)/2 = 5,5$
ОП4	220	3	5	3	$17/5 = 3,4$	$(17 - 5)/3 = 4$
ОП5	202	1	1	1	$-1/1 = -1$	$(-1 - 1)/1 = -2$

С учетом времени, оставшегося до окончания срока выполнения задания, определим первоочередное задание. Следуя правилу возрастания оставшегося времени, порядок выполнения производственных заданий должен выглядеть таким образом: ОП5, ОП1, ОП2, ОП4, ОП3. По правилу выполнения заданий в порядке возрастания CR очередность должна быть: ОП5, ОП2, ОП1, ОП4, ОП3. В обоих случаях указано на требование выполнения ОП5 как первоочередного, поскольку выполнение данного задания отстает от графика.

В соответствии с правилом SOT задания выполнялись бы следующим образом: ОП2, ОП5, ОП3, ОП4, ОП1. Следуя SOT, несмотря на отставание от графика в выполнении ОП5 на один день, выполнялась бы ОП2. В случае поступления на данный участок заданий с меньшей продолжительностью времени, чем ОП2, они выполнялись бы в первую очередь. Задержка с выполнением заданий, требующих длительной продолжительности, влечет за собой фактически в данном случае задержку с получением прибылей для организации. Поэтому следовать исключительно данному правилу не рекомендуется [9].

Рассмотрим особенности решения **задач класса  $n/2$**  — это ситуация, когда на двух производственных участках с двумя единицами оборудования производственные задания перемещаются от одного участка ко второму. При решении таких задач используется правило Джонсона [10]. Критерием при этом является минимизация продолжительности ритма производства, т. е. суммарного времени с момента начала первой операции до момента завершения последней. Правило применимо в случае, когда затраты на хранение материальных запасов промежуточных изделий и на пусконаладочные работы не зависят от очередности выполнения производственных заданий.

Согласно правилу Джонсона необходимо:

1. Составить список продолжительности обработки для каждой операции на обоих производственных участках.
2. Из полученного списка выбрать задание с минимальной продолжительностью выполнения.
3. Если минимальная продолжительность выполнения задания соответствует первому рабочему участку — поставить его на первое место в последовательности заданий. Если же второму рабочему участку и этапу обработки — то на самое последнее место в списке заданий второго участка. Если продолжительность выполнения заданий на двух участках эквивалентна, то в списке первого участка поставить задание на первую из оставшихся позиций, а на втором — на последнюю, идущую за заданием, имеющим схожую продолжительность выполнения.
4. Устранить из списка задание, выбранное на втором шаге, и повторить процедуру, пока не будет составлена вся последовательность выполнения операций.

Рассмотрим использование правила Джонсона на практике. На двух рабочих местах необходимо выполнить пять операций. В табл. 4.3 представлен список продолжительности обработки для этих операций на каждом производственном участке.

**Таблица 4.3.** Список продолжительности обработки для операций на двух производственных участках, ч

Задание	Время выполнения задания на производственном участке № 1	Время выполнения задания на производственном участке № 2
ОП1	2,25	1,25
ОП2	2,00	2,25
ОП3	1,00	2,00
ОП4	2,50	2,00
ОП5	1,75	1,75

Для осуществления второго этапа выполнения правила Джонсона проанализируем табл. 4.3. Минимальное время выполнения операции на первом участке — ОП3, поэтому в обработке оно располагается на первом месте (табл. 4.4, этап II) и исключается из дальнейшего рассмотрения.

**Таблица 4.4.** Определение очередности выполнения заданий согласно правилу Джонсона

Этапы правила Джонсона	Последовательность заданий				
	1-е	2-е	3-е	4-е	5-е
II этап	ОП3				
III этап	ОП3				ОП1
IV этап	ОП3	ОП5			ОП1
V этап	ОП3	ОП5	ОП2	ОП4	ОП1

Минимальная продолжительность выполнения оставшихся операций составляет 1,25 ч (ОП1). Поскольку значение соответствует производственному участку № 2, задание располагается последним (табл. 4.4, этап III) и также исключается из дальнейшего рассмотрения. Теперь минимальное время выполнения операции — 1,75 ч (ОП5). Поскольку расположение задания не третьим и не четвертым не изменит общей продолжительности выполнения операций, располагаем его в произвольном порядке в первой из оставшихся ячеек (табл. 4.4, этап IV). **Очередность** расположения ОП2 и ОП4 в упорядоченном списке заданий определяется по минимальному времени, необходимому на выполнение операций. Поскольку продолжительность ОП2 равна 2 ч, поставим ее в первую из оставшихся ячеек, а ОП4 — в последнюю (табл. 4.4, этап V).

Правило Джонсона позволяет решать **задачи класса  $n/3$**  — планирование очередности выполнения задач на трех производственных участках. Однако для решения задач классом выше используются методы компьютерного моделирования.

**Задачи класса  $n/n$**  — решают задачи распределения  $n$  заданий между  $n$  рабочими местами при различных модификациях оборудования, способного выполнять одинаковые операции с разной эффективностью. Для этого класса задачи используют метод *назначений*, который представляет собой особый случай транспортного метода линейного программирования. Метод включает выполнение следующих этапов:

- *первый этап* — составление матрицы, включающей сочетание всех характеристик выполняемых операций по производственным участкам;
- *второй этап* — выбор критерия оптимизации;
- *третий этап* — вычитание в составленной матрице наименьшего числа в каждой строке из самого себя и других значений до появления хотя бы одного. Затем аналогичная операция повторяется по столбцам;
- *четвертый этап* — формирование по нулевым элементам матрицы распределения «операция — рабочее место».

В качестве примера рассмотрим случай выполнения четырех операций на четырех производственных участках (табл. 4.5). Критерий оптимальности — минимальное суммарное время выполнения.

**Таблица 4.5.** Матрица характеристик операций, выполняемых на рабочих местах

Задание	Время выполнения задания на рабочих местах, ч			
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
ОП1	4 (1) 0	3 (0)	4 (1)	5 (2)
ОП2	5 (2) (1)	4 (1)	5 (2)	3 (0)
ОП3	2 (1) (0)	2 (1)	1 (0)	3 (2)
ОП4	6 (2) (1)	5 (1)	4 (0)	7 (3)

В первых скобках даны значения, полученные после вычитания наименьшего числа из самого себя и других значений по строке. Во вторых скобках даны зна-

чения, полученные по столбцам. В результате получаем матрицу, в которой число операций соответствует количеству производственных участков, т. е. оптимальное решение.

Распределение «операция—рабочее место» формируется следующим образом: ОП1 на рабочем месте № 2, ОП2 — рабочее место № 4, ОП3 — рабочее место № 1, ОП4 — рабочее место № 3.

Общие затраты времени выполнения задания в этом случае составят 12 ч (3 ч ОП1 + 3 ч ОП2 + 2 ч ОП3 + 4 ч ОП4).

## Резюме

В организациях сферы обслуживания производственный процесс более сложен, чем в серийном промышленном производстве. Связано это прежде всего с постоянно меняющимся объемом работ и составом заданий, направленных на удовлетворение нужд каждого клиента.

Такт поточной линии, зависящий от ее самого медленного участка, определяет скорость перемещения заготовок по ней. Объем готовой продукции определяется продолжительностью функционирования производственной системы в определенном промежутке времени, поскольку скорость потока остается относительно неизменной. Для обеспечения требуемого объема производства весьма важным является надежность производственной системы.

Выполнение любых работ требует предварительного планирования по каждому заказу клиента и рабочему заданию вне зависимости от того, где выполняются работы: в организациях сферы обслуживания или на промышленных предприятиях. Продолжительность выполнения операций определяется уровнем имеющихся мощностей и их загруженностью. Выделение мощностей для выполнения конкретных работ осуществляется посредством процедуры прямого календарного планирования, в соответствии с которой выполнение операций назначается на самый ранний срок высвобождения мощностей. При использовании процедуры обратного календарного планирования выполнение операций назначается на поздний срок высвобождения мощностей. В позаказном производстве продолжительность выполнения операций определить сложнее, чем в массово-поточном. Кроме того, могут возникнуть случаи срыва выполнения операций, что может привести к образованию очередей производственных заданий, подготовленных к выполнению, или простоям некоторых мощностей.

Основными задачами управления производственной деятельностью являются:

- отслеживание перемещения потока производственных заданий по этапам создания цепочки ценностей для потребителей;
- обеспечение своевременности выполнения производственных заданий в соответствии с календарным планом по их приоритетности.

Элементом системы управления производственной деятельностью является контроль входов—выходов. Задачей этого элемента является обеспечение такой длины очередей заданий на выполнение, которая способствовала бы сокращению продолжительности выполнения производственного задания. При управлении приоритетностью выполнения заданий необходимо контролировать сроки их вы-

полнения в соответствии с календарным планом с целью сокращения сроков ожидания заданий в очереди и для своевременности их выполнения. Выявляют ряд правил назначения сроков выполнения производственных заданий — для каждого из классов задач планирования последовательности выполнения операций.

Продолжительность выполнения отдельных операций оказывает непосредственное воздействие на принятие решений об использовании производственных мощностей и определение сроков выполнения производственных заданий. Исследования показывают, что чем чаще в организации выполняются сходные операции, тем бóльшую тенденцию к сокращению имеет продолжительность их выполнения. Этот эффект называется «кривой роста производительности» и широко используется при оценке массового объема производства.

## Ключевые термины

Master production schedule (MPS) — главный календарный план производства

Rate-based schedule — календарный план, составленный на основе ритма производства

Enterprise asset management (EAM) — система, предназначенная для управления основными фондами

Balanced scorecard (BSC) — сбалансированная система показателей

Bottleneck — узкое место

Route sheet or operations sheet — маршрутная карта, или операционная карта

Forward scheduling — прямое календарное планирование

Backward scheduling — обратное календарное планирование

Bill of materials (BOM) — ведомость материалов

Capacity requirements planning (CRP) — планирования потребностей в мощностях

Closed loop MRP — системы планирования потребностей в материалах замкнутого цикла

Material requirements planning (MRP) — планирование материальных ресурсов

Manufacturing resource planning (MRPII) — **системы планирования производственных ресурсов предприятия**

Enterprise resource planning (ERP) — системы планирования ресурсов предприятия

Activity based cost management systems (ABC) — система управления издержками по видам деятельности

Economic valued added (EVA) — система управления, основанная на определении и учете экономической добавленной стоимости

Software-as-a-service (SaaS) — программное обеспечение как услуга

Production activity control (PAC) — контроль над производственной деятельностью

Production line or flow line — производственная или поточная линия

Cycle time — такт поточной линии

First come — first served (FCFS) — выполнение заданий в порядке поступления — первым поступил, первым обслужен

Shortest operating time (SOT) или shortest processing time (SPT) — **последовательность выполнения заданий определяется по кратчайшему времени выполнения работ**

Due DATE — earliest due date first (DDATE) — первой выполняется работа с самой ранней датой окончания

Slack time remaining (STR) — **вначале выполняются задания с самым малым запасом времени выполнения**

Slack time remaining per operation (STR/OP) — первой выполняется задание с наименьшим запасом времени в расчете на одну операцию, в дальнейшем очередность устанавливается по мере возрастания показателя

Critical ration (CR) — первой выполняется работа с наименьшим критическим отношением

Last come — first served (LCFS) — выполнение первым задания, поступившего последним в производство

Random — выполнение заданий в произвольном или случайном порядке

## Контрольные вопросы

1. В чем заключается основная роль календарного планирования в управлении производством?
2. Какие основные информационные системы используются при планировании и управлении производством?
3. Какие существуют разновидности ERP-систем?
4. Перечислите основные направления внедрения ERP-систем.
5. Какие риски возникают при внедрении ERP-систем в организациях?
6. В чем заключаются основные особенности использования ERP-систем в РФ?
7. Перечислите особенности использования прямого и обратного календарного планирования.
8. Какие классы задач используются при планировании последовательности выполнения операций?
9. Перечислите основные правила назначения приоритетов выполнения работ в решении класса задач  $n/1$ .
10. Дайте определение правилу Джонсона и приведите его основные требования.

## Кейс-стади

### 1. Граница оптимизации операционных затрат NASA

С 1992 г. философия менеджмента Национального комитета по авиации и исследованию космического пространства (NASA — *National Aeronautics and Space Administration*) в отношении космических полетов определена как более «быстрая, лучшая и дешевая» в разработке и осуществлении. По существу, такой философии придерживаются все организации, старающиеся выжить в современной сложной экономической среде с признаками глобализации, но при этом самым главным вопросом остается результативность в осуществлении деятельности. К сожалению, в NASA имеются примеры расхождения желаемого и действительного, поскольку семь из шестнадцати космических исследовательских аппаратов не достигли цели в связи с серьезными техническими неполадками. Последней катастрофой было исчезновение автоматического зонда стоимостью \$165 млн во время приближения к Марсу в начале декабря 1999 г.

Серия неудачных запусков заставила NASA обратить пристальное внимание на управление проектами, осуществляемое Лабораторией реактивного движения (*Jet Propulsion Laboratory — JPL*) в г. Пасадене (штат Калифорния), которая отвечает за программу по исследованию Марса стоимостью \$356 млн, а также подробнее ознакомиться с деятельностью компании *Lockheed Martin* — главного подрядчика проектов. Дело в том, что именно политику чрезмерного снижения затрат, осуществляемую этой компанией, считали одной из главных причин срыва космических полетов.

*Lockheed Martin* была откровенна в самооценке, отмечая, что в своем стремлении уложиться в запланированный уровень затрат и жесткий график работ, она, вероятно, не про-

верила должным образом аппарат для посадки на Марс (Mars Polar Lender), в частности не осмотрела тормозные ракеты, используемые для спуска на поверхность планеты. Более того, представители компании заявили, что политика сокращения затрат вынудила их принимать заведомо неперспективные решения, к которым можно отнести и отказ от использования телеметрического передатчика, с помощью которого инженеры центра управления полетом могли бы поддерживать связь с аппаратом во время его спуска.

Еще одна проблема заключается в значительном сокращении численности инженеров в компании *Lockheed Martin* и тяжелых условиях работы, которые буквально изматывали персонал (работать над проектом людям приходилось по 80–100 ч).

Кроме значительных научных потерь, связанных с исчезновением спускаемого аппарата, *Lockheed Martin*, вероятно, лишится и части вознаграждения в размере \$12,5 млн. В NASA уже думают над тем, какими функциями следует оснастить очередной космический зонд. Новые системы коммуникаций и системы предотвращения инцидентов (которые первоначально были изъяты по причине ограниченности бюджета) могут увеличить расходы на производство нового космического аппарата на \$12 млн.

Урок состоит в том, что пока люди, принимающие решения во всех видах организаций, действуют в условиях ограниченных ресурсов, критическое осмысливание того, что является важным, а что — нет, должно происходить еще до принятия решения. Иначе катастрофы, как в случае со спускаемым аппаратом, будут повторяться вновь. В случае недостатка бюджета для производства абсолютно надежного устройства, рекомендуется уделять больше внимания общей эффективности и своевременности выполнения проекта, чем думать о возможном снижении затрат.<sup>1</sup>

### **Вопросы к кейсу 1**

1. Что представляет собой стратегия управления ресурсами в NASA?
2. Какое внимание в рассматриваемом примере уделяется качеству продукции, ее надежности?
3. В чем смысл оптимизации операционных затрат?
4. Чем определяется уровень эффективности операционных затрат?

## **2. Концепции управления ресурсами организации на примере *DuPont* и *General Motors***

По мере расширения области функционирования *DuPont Company* вынуждена была покупать сырье и материалы у множества различных поставщиков, осуществлять многостадийную переработку этих материалов в различных цехах разнотипных заводов, выпуская диверсифицированный ассортимент химической продукции, которая покупалась компаниями различных отраслей промышленности. Высшее руководство компании разработало передовые методы для координации операционной деятельности различных бизнес-отделений, принадлежащих ей. К этим методам относились: операционный бюджет — документ, содержащий прогноз доходов и расходов следующего операционного периода, включая помесячные прогнозы продаж, производства и операционных расходов, а также капитальный бюджет — документ, санкционирующий расходование средств на приобретение ресурсов с многолетним сроком службы, таких как здания и оборудование.

<sup>1</sup> Robert Lee Hotz «Are Failed Mars Probes the Price of Cost Cutting?» Los Angeles Times, Dec. 26. 1999.

Дональдсон Браун (Donaldson Brown), вице-президент по финансам (*chief financial officer* — CFO) *DuPont Company*, разработал жизненно важный показатель для оценки результатов деятельности — возврат на инвестиции, или рентабельность инвестированного капитала (*return on investments* — ROI). Объединение показателя прибыльности с показателем интенсивности использования капитала дало в результате единый показатель оценки деятельности функционального подразделения (департамента) и отделения (дивизиона) — рентабельность инвестиций в них.

Менеджеры высшего звена компании *DuPont* использовали показатель ROI для принятия решения о том, какому из отделений следует выделить дополнительный капитал для расширения мощности. В 1920 г. Браун ушел из *DuPont* и стал работать финансовым директором корпорации *General Motors*, новым главным исполнительным директором которой был назначен Альфред Слоун (Alfred Sloan). Под руководством Слоуна и Брауна *GM* осуществила множество инициатив в области управления для реализации в компании ее ведущей управленческой философии: «Централизованное руководство при децентрализованной ответственности».

Под децентрализованной ответственностью понимается предоставление менеджерам обособленных отделений полномочий принимать решения в области ценообразования, ассортимента продуктов, взаимоотношений с клиентами, разработки продуктов, приобретения материалов и выбора соответствующих операционных процессов без согласования с высшим руководством. Децентрализация позволила менеджерам использовать их преимущественный доступ к информации о местных возможностях и условиях деятельности для принятия лучших и более своевременных решений. Централизованный контроль над децентрализованной деятельностью был достигнут путем предоставления высшим менеджерам корпорации периодической финансовой информации об операциях бизнес-отделений и их прибыльности. Эта обобщенная финансовая информация дала высшему руководству возможность убедиться в том, что менеджеры отделений принимают решения и совершают действия, способствующие достижению корпоративных целей.

Система управленческого учета *GM* позволила сложной организации планировать, координировать, контролировать и оценивать операции многочисленных, в определенной степени независимых операционных отделений (дивизионов), таких как отделения сборки, производящие автомобили марок «Chevrolet», «Pontiac» и «Buick», и отделения комплектующих, производящие детали и узлы, такие как радиаторы, батареи, топливные насосы, двигатели и трансмиссии. Благодаря этому менеджеры отделений могли агрессивно добиваться своих особых финансовых, операционных, проектных и маркетинговых целей и в то же время действовать согласованно в целях приумножения общего благосостояния корпорации. Инициативы Слоуна и Брауна сыграли решающую роль в создании чрезвычайно успешного предприятия в периоде 1920–1970-х гг.

Однако за последние несколько десятков лет учет с целью предоставления информации внешним пользователям в таких компаниях, как *DuPont* и *General Motors*, столкнулся с целым рядом серьезных проблем из-за усилившегося регулирования и возросшего числа стандартов, регламентирующих внешнюю отчетность (например, в США со стороны Комитета по стандартам финансового учета (FASB) и Комиссии по ценным бумагам и биржам (SEC)). Требования этих внешних структур способствовали тому, что организации стали отдавать предпочтение подготовке информации для внешней финансовой отчетности, игнорируя информацию для принятия внутренних решений и управленческого контроля. Как результат системы управленческого учета во многих организациях пришли в упадок и перестали отвечать требованиям изменяющихся и сложных конкурентных, технологических и рыночных условий конца XX в. Например, между 1970 и 1990 гг. *GM* ощутила жесткое конкурентное давление со стороны европейских и японских производителей автомобилей. Финансовые менеджеры *GM*, сосредоточившись на выполнении требований к со-

ставлению внешней отчетности, не смогли приспособить системы управленческого учета, спроектированные десятки лет назад Брауном и Слоуном, к новым условиям. Устаревшие к тому времени системы оказались неспособными сигнализировать менеджерам по маркетингу о высоких затратах, связанных с расширением ассортимента продукции и увеличением количества моделей. Они посылали искаженные сигналы инженерам-проектировщикам о стоимости их проектных решений и не смогли наладить надежную и своевременную обратную связь с сотрудниками «передней линии» относительно качества и длительности производственных процессов [1, с. 41].

### Вопросы к кейсу 2

1. Какие аспекты включает операционный менеджмент?
2. Как характер операций влияет на формирование стратегий?
3. Какие внутренние и внешние условия оказывают влияние на операционную деятельность *GM* и *DuPont*?
4. Какие проблемы в организации операций могут оказать влияние на привлечение потребителей?

## Иллюстративная задача

### Задача 1

Пять производственных заданий необходимо выполнить с применением двух технологических операций: сначала **I операция**, затем **II**. В табл. 4.6 перечислены все задания с продолжительностью их выполнения по каждой операции.

Таблица 4.6. Исходные данные к задаче 1

Рабочее задание	Продолжительность выполнения операции, ч	
	I	II
А	0,5	1,4
Б	1,6	2,0
В	2,9	0,7
Г	1,3	1,7
Д	2,1	1,9

### Задание

1. Используя правило Джонсона, определите последовательность выполнения производственных заданий с учетом минимизации общей продолжительности выполнения заданий и простоев.
2. На основе полученных данных постройте гистограмму и определите необходимое время от начала выполнения первого производственного задания до завершения последнего.

### Решение задачи

Согласно правилу Джонсона, определяем минимальное время выполнения заданий: оно соответствует рабочему заданию А (0,5 ч) по первой операции, поэтому оно выполняется первым. Минимальное время по оставшимся позициям соответствует заданию В (0,7 ч), но по второй операции, поэтому его следует выполнять последним. Аналогичным образом распределяем оставшиеся рабочие задания: так как минимальное время среди оставшихся

рабочих заданий (1,3 ч) соответствует заданию Г по первой операции, его следует выполнять сразу после рабочего задания А, и т. д.

Согласно приведенному алгоритму, составим график Ганта (рис. 4.3), отображающий календарный план выполнения рабочих заданий.

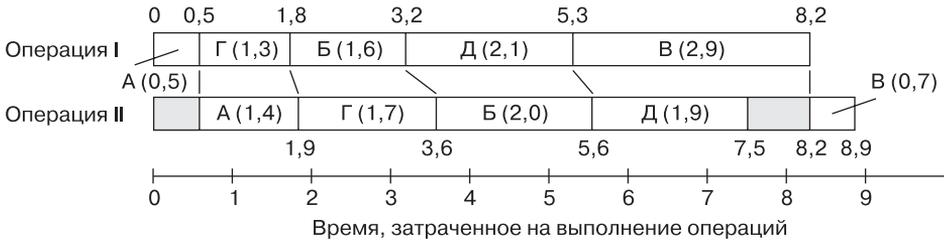


Рис. 4.3. График Ганта, отображающий календарный план выполнения операций<sup>1</sup>

## Задачи для самостоятельного решения

### Задача 1

Пять производственных заданий необходимо выполнить на производственном участке организации. Режим работы организации — 8-часовой рабочий день. Исходные данные представлены в табл. 4.7.

Таблица 4.7. Исходные данные к задаче 1

Рабочее задание	Нормативное время выполнения операции на производственном участке, ч	Количество дней до окончания срока выполнения заказа	Общая расчетная продолжительность выполнения оставшихся операций, включая данный производственный участок	Количество оставшихся операций, включая данный производственный участок
А	14	20	170	4
Б	24	16	110	5
В	18	20	280	3
Г	8	12	85	4
Д	20	10	130	6

### Задание

1. Расположите задания в порядке приоритетности их выполнения в соответствии со значениями минимального запаса времени выполнения.
2. Расположите задания в порядке приоритетности их выполнения в соответствии со значениями минимального запаса времени выполнения в расчете на одну операцию.
3. Расположите задания в порядке приоритетности их выполнения в соответствии со значением критического отношения.

<sup>1</sup> Штрихованными участками отображается время от начала выполнения операций.

**Задача 2**

В табл. 4.8 представлены маршрутные карты выполнения заданий.

**Таблица 4.8.** Маршрутные карты выполнения заданий к задаче 2

Опера- ция	Производственный участок			Время выполнения			Плановое начало выполне- ния (номер рабочего дня)		
	зада- ние А	зада- ние В	зада- ние С	зада- ние А	зада- ние В	зада- ние С	задание А	зада- ние В	зада- ние С
10	I	I	I	18	8	7	164	166	165
20	II	II	III	21	23	9	127	167	167
30	V	IV	II	4	5	19	170	170	169
40		V	V		8	6		172	172
Срок выполнения, рабочий день							172	174	173

Производственный участок I – стартовый для выполнения производственных заданий.

*Задание:*

Определите очередность выполнения производственных заданий:

- с учетом минимальной продолжительности выполнения на I производственном участке;
- с учетом минимальной продолжительности выполнения на II производственном участке;
- с учетом минимальной продолжительности выполнения оставшихся операций;
- с использованием правила Джонсона;
- с учетом максимальной продолжительности выполнения оставшихся операций.

**Задача 3**

Используя данные задачи 2, предположим, что на 165-й рабочий день имеются невыполненные производственные задания, ожидающие в очереди у каждого производственного участка (табл. 4.9 к задаче 3).

**Таблица 4.9.** Данные о невыполненных заданиях к задаче 3

Производственный участок	Невыполненное задание, ожидающее в очереди	Мощность участка
I	95	85
II	65	75
III	45	40
IV	30	35
V	85	70

*Задание:*

Определите очередность выполнения производственных заданий:

- исходя из данных предыдущей задачи в соответствии с плановыми сроками начала их выполнения на I участке;
- в соответствии со сроками завершения их выполнения;

- в соответствии с минимальной продолжительностью выполнения операций, следующей после I участка.

## Литература

1. *Аткинсон Э. А., Банкер Р. Д., Каплан Р. С., Янг М. С.* Управленческий учет / Пер с англ. 3-е изд. М.: Вильямс, 2007.
2. *Баранов В.* ERP-системы в России // Сетевой журнал. 2001. № 5.
3. *Бьяфоре Б.* Все по плану! Успешное управление проектами с использованием Microsoft Project. М.: Русская редакция, 2006.
4. *Гаврилов Д. А.* Управление производством на базе стандартов MRPII. 2-е изд. СПб.: Питер, 2005.
5. *Минаев Э. С., Агеева Н. Г., Аббата Дага А.* Управление производством и операциями: 17-модульная программа для менеджеров «Управление развитием организации». Модуль 15. М.: ИНФРА-М, 2000.
6. *Стивенсон Вильям Дж.* Управление производством / Пер. с англ. М.: Лаборатория базовых знаний, БИНОМ, 1998.
7. *Хоббс Д. П.* Внедрение бережливого производства: практическое руководство по оптимизации бизнеса / Пер. с англ. Минск: Гривцов Паблишер, 2007.
8. *Чейз Ричард Б., Джейкобс Ф. Роберт, Аквилано Николас Дж.* Производственный и операционный менеджмент / Пер с англ. 10-е изд. М.: Вильямс, 2007.
9. *Dikworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.
10. *Lawrence R., La Forge, Barman S.* «Performance of Simple Priority Rule Combinations in a Flow-Dominant Shop». Production and Inventory Management Journal 3rd quarter. 1989. P. 1–4.
11. *Johnson S. M.* «Optimal Two – and Three-Stage Production Schedules with Setup Times Included». Naval Research Logistics Quarterly. March 1954. P. 64–68.
12. *Wailgum T.* «ABC: An Introduction to ERP». April 17. 2008.
13. [www.cio.com](http://www.cio.com)

## ГЛАВА 5

# Календарное планирование сервисных организаций

### 5.1. Особенности управления и планирования сервисной организацией

Существуют принципиальные различия в изготовлении продукции промышленных предприятий и оказании услуг сервисных организаций. Рассмотрим эти различия с позиций характеристики операций.

*Неосязаемость* — означает, что клиент не может потрогать, понюхать, попробовать, пощупать товар до его покупки. С точки зрения операционного менеджмента сделать услугу можно более осязаемой, если сконцентрировать внимание на людях, которые ее оказывают, и на процессах, которые осуществляет персонал, имеющий дело непосредственно с клиентом.

*Изменчивость* — услуги чаще всего зависят от людей, а поведение людей изменчиво. Клиенты для уменьшения риска изменчивости предпочитают обращаться к более надежным компаниям. В операционном менеджменте надежность обеспечивается за счет стандартизации процедур.

*Невозможность хранения* — поскольку услугой пользуются в момент ее предоставления, то ее невозможно создать «про запас». Важно уметь учитывать и регулировать уровень спроса. С точки зрения операций компания может уменьшить мощности в периоды сокращения спроса. С целью регулирования спроса компании могут использовать различные стратегии, в основном маркетинговые. Решения же операционного менеджмента могут быть связаны, например, с организацией предварительной продажи услуг. Об этом далее.

*Одновременность производства и потребления* — услуга чаще всего сначала продается, а затем одновременно производится и потребляется: обучение, посещение развлекательных мероприятий (кино, театр), консультации специалистов. С точки зрения операционного менеджмента это означает осуществление программ контроля качества и стремление к максимально возможной стандартизации услуг.

У каждой категории сервисных организаций свои операционные процессы. Поэтому при организации операций важно определить, к какому классификационному признаку отнести организацию. Услуги можно классифицировать по различным признакам.

Традиционной считается классификация услуг по отраслям, по видам предоставляемых ими услуг (медицинские, финансовые, транспортные и т. п.). Такое разделение дает представление об основных продуктах компании, помогает определить потребности покупателей и уровень конкуренции в отрасли. При этом не всегда четко прослеживаются природа и характеристики конкретного сервисного бизнеса.

Существует много предложений, касающихся классификации услуг. Наиболее популярные способы:

- степень осязаемости процесса обслуживания;
- кто или что является прямым объектом обслуживания в сервисном процессе;
- место и время предоставления услуги;
- индивидуализация или стандартизация услуг;
- характер взаимоотношений с потребителями услуг;
- степень соответствия спроса и предложения;
- роль сооружений, оборудования и персонала в процессе обслуживания.

В табл. 5.1 классификации услуги разделены на три класса и соотношены со степенью осязаемости.

**Таблица 5.1.** Классификация услуг

Более осязаемые		Менее осязаемые
услуги, связанные с изделием	услуги, основанные на использовании оборудования	услуги, основанные на труде человека
Гарантии (автомобили, электроника, бытовые приборы)	Автоматизированные (торговые автоматы, мойка автомобилей)	Неквалифицированный труд (охранники, портье)
Ремонт (после- и внегарантийный ремонт)	Неквалифицированный труд (химчистка, такси)	Квалифицированный труд (уход за детьми, общественное питание)
Профилактика (смена масла в автомобиле, система автоматизации производства)	Квалифицированный труд (авиалинии, операторы компьютеров)	Специалисты (юристы, врачи)

Еще одна классификация приведена в табл. 5.2. Здесь представлена краткая характеристика различных типов компаний, предоставляющих услуги. Эта таблица не претендует на то, что в ней приведен исчерпывающий список всех типов предприятий сферы обслуживания. В табл. 5.2 представлены различные типы сервисных компаний, а также разнообразие ресурсов, подлежащих планированию и управлению в рамках этих компаний.

**Таблица 5.2.** Некоторые категории предприятий сферы обслуживания

Предполагаемое приобретение клиента	Ключевой ресурс	Вспомогательный ресурс	Действия, предпринимаемые в рамках операционного менеджмента
Приобретение в собственность материального объекта	Запасы таких объектов, как автомобили, обувь, телевизоры, бытовые электроприборы, книги или другие товары	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Помещения, персонал, необходимый для выполнения следующих действий: разгрузка товаров и их расстановка по полкам магазинов.</li> <li>• Оказание помощи покупателям в выборе товара.</li> <li>• Регистрация данных о продажах.</li> <li>• Взимание платы за товар</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Выбор местоположения для помещений.</li> <li>• Организация надежной цепочки поставок и системы распределения товаров по магазинам.</li> <li>• Управление материальными запасами.</li> <li>• Комплектование персонала, состоящего из квалифицированных, мотивированных работников</li> </ul>

Предполагаемое приобретение клиента	Ключевой ресурс	Вспомогательный ресурс	Действия, предпринимаемые в рамках операционного менеджмента
Использование материальных объектов или помещений	Прокат автомобилей, гостиницы, мотели, гимнастические залы, гольф-клубы, музеи, зоопарки, библиотеки, связь, система связи	<ul style="list-style-type: none"> <li>Персонал, поддерживающий материальные объекты и помещения, а также управляющий их использованием.</li> <li>Персонал, удовлетворяющий нужды потребителя и делающий контакт потребителя с компанией приятным</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Привлекательное оформление помещений и их поддержка в хорошем состоянии.</li> <li>Аккуратное ведение системы резервирования или системы записи на обслуживание</li> </ul>
Техническое обслуживание и ремонт материального объекта	Специалисты, обладающие знаниями и навыками, необходимыми для <i>ремонта</i> таких материальных объектов, как: автомобили, кухонное оборудование, нагревательные приборы и кондиционеры, а также для <i>предоставления</i> таких услуг, как пошив или починка одежды, стирка и чистка белья, уход за газонами, ремонт помещений и т. д.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Помещения и оборудование, необходимое для выполнения ремонтных работ.</li> <li>Вспомогательный персонал</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обеспечение помещений и/или оборудования, необходимого для быстрого и качественного выполнения требуемых работ.</li> <li>Комплектование необходимого персонала, обладающего соответствующей квалификацией.</li> <li>Календарное планирование работы персонала с целью загрузки каждого работника адекватным объемом работ</li> </ul>
Предоставление нематериальных услуг		Вспомогательный персонал, помещения, оборудование	<ul style="list-style-type: none"> <li>Обеспечение требуемых помещений и оборудования.</li> <li>Календарное планирование работы ключевого ресурса.</li> <li>Обеспечение эффективной работы ключевого ресурса</li> </ul>
Юридические услуги	Юристы		
Медицинские услуги	Врачи или представители других медицинских профессий		
Услуги в сфере налогообложения	Персонал банка		
Образование	Преподаватели		
Проектирование зданий	Архитекторы		
Оформление текущих счетов	Бухгалтеры		

К первой категории предприятий, представленных в табл. 5.2, относятся предприятия оптовой и розничной торговли, которые занимаются продажей материальной продукции. Важнейшая функция операционного менеджмента на предприятиях такого типа состоит в управлении взаимосвязями звеньев цепочки

снабжения, в управлении материальными запасами, которое обеспечивает высокий уровень обслуживания потребителей без избыточных капиталовложений в хранение запасов. Работники вспомогательных служб этих предприятий имеют достаточную квалификацию, чтобы их можно было переводить для выполнения работ в «узком месте». Эти работники могут быть заняты укладыванием товаров на полках в периоды затишья, но в период оживления торговли их можно перевести на обслуживание контрольно-кассовых пунктов. В супермаркетах и магазинах, торгующих по сниженным ценам, организуются экспресс-проходы для обслуживания покупателей с небольшим количеством товаров.

Во вторую категорию сервисных предприятий, представленных в табл. 5.2, входят компании, предоставляющие услуги аренды, пункты проката оборудования. Для компаний такого типа важно иметь в своем распоряжении достаточное количество товаров или других объектов, которые могут быть востребованы клиентами. Ситуация, складывающаяся в компаниях, предоставляющих оборудование в аренду, аналогична упомянутой выше ситуации с управлением материальными запасами. Система резервирования во многих случаях используется для календарного планирования в гостиницах, в пунктах проката оборудования. Важной частью процесса управления фирмами, предоставляющими услуги аренды, а также центров отдыха и развлечений является поддержание помещений этих фирм в виде, привлекательном для клиентов. Существенным элементом деятельности компаний, предоставляющих услуги по прокату автомобилей и оборудования, является техническое обслуживание этих автомобилей и оборудования. Календарное планирование рабочих смен на сервисных предприятиях такого типа, предусматривающее в случае возникновения необходимости наличие персонала в требуемом количестве и в требуемом составе, позволяет обеспечить бесперебойную, ритмичную работу этих предприятий.

Третья категория сервисных компаний, упомянутых в табл. 5.2, — это коммерческие центры технического обслуживания. В некоторых случаях периодическое выполнение работ по техническому обслуживанию также поддается календарному планированию. Важной составляющей процесса при выполнении работ является собственно квалифицированная работа, которая не может быть выполнена наперед и не может храниться в качестве материальных запасов. Хранение запасов сменных деталей («вспомогательных товаров») или возможность оперативной доставки необходимых деталей играет важную роль в обеспечении быстрого обслуживания клиентов в компаниях данного типа. В большинстве случаев спрос на ремонтные услуги является случайным. Случайный спрос представляет собой предмет анализа в теории очередей, которая рассматривается далее.

Предприятия сферы услуг, относящиеся к четвертой категории, меньше всего связаны с материальными объектами и занимаются предоставлением услуг, которые сводятся к анализу и обработке информации. Календарное планирование в компаниях такого типа содержит в себе систему записи на обслуживание клиентов специалистами, которые образуют ключевые ресурсы этих компаний. Полезным в данной ситуации может оказаться составление расписаний, а также построение графиков Ганта, которые иллюстрируют загрузку ресурсов. Важным аспектом деятельности компаний такого типа является достаточное количество вспомогательного персонала и оборудования в календарных планах для продук-

тивного использования ключевых ресурсов. В некоторых случаях управление ключевым ресурсом целесообразно осуществлять исходя из предположения, что этот ресурс является ограничивающим.

В табл. 5.3 представлен только один из способов разбиения сервисных компаний на категории. В рамках каждой из этих категорий также существует широкий диапазон предприятий сферы обслуживания различных типов. В то же время некоторые компании объединяют в себе черты двух или более категорий. Банковский кредит, например, во многом напоминает сдачу материального объекта в аренду; в то же время процедуру оформления текущих счетов в банках скорее можно отнести к четвертой категории сервисных операций, указанных в табл. 5.3.

**Таблица 5.3.** Классификация сервисных процессов

<b>Характер действия</b>	<b>Люди</b>	<b>Объекты собственности</b>
Осязаемые действия	<i>Услуги, направленные на человека</i>	<i>Услуги, направленные на физические объекты</i>
	Пассажирские перевозки	Грузовые перевозки
	Охрана здоровья	Ремонт и техническое обслуживание оборудования
	Отели	Хранение в складских помещениях
	Салоны красоты	Уборка
		Розничная торговля
	Физиотерапия	Прачечная и химчистка
	Спортивные клубы	Бензозаправка
	Рестораны, бары	Благоустройство территории
Парикмахерские	Переработка вторсырья и утилизация отходов	
Неосязаемые действия	<i>Услуги, направленные на сознание человека</i>	<i>Услуги, основанные на обработке информации</i>
	Реклама, связи с общественностью	Бухгалтерия
		Банковские услуги
	Искусство и развлечения	Обработка данных
	Телевидение	Передача данных
	Консультационные услуги	Страхование
	Образование	Юридические услуги
		Программирование
	Информационные услуги	Исследования
	Музыкальные концерты	Операции с ценными бумагами
	Психотерапия	Консультации по программному обеспечению
Религия		
Телефонная связь		

Если рассматривать услугу как процесс, то классификация сервисных процессов для операционного менеджмента будет наиболее интересна. Рассматривая сервисные процессы исключительно с операционной точки зрения, можно выделить четыре группы процессов.

Обычно в сервисных компаниях не существует ведомостей материалов, в которых подробно изложено, что должно быть сделано для клиента. В то же время в сервисной компании необходимо найти способ формального описания работ, подлежащих выполнению в процессе предоставления соответствующих услуг. Такое описание дает служащим компании информацию о том, что они должны делать, а также позволяет запланировать состав и способы получения и использования ресурсов, необходимых для предоставления соответствующих услуг.

## 5.2. Особенности управления системой предоставления услуг

Специфика управления сервисной компанией и ее планирования определяется несколькими основными отличиями от промышленных предприятий, из которых в процессе календарного планирования два являются наиболее существенными:

- сервисным компаниям в большей степени свойственно непосредственное взаимодействие с клиентами;
- промышленные компании имеют возможность хранить готовую продукцию в качестве материальных запасов, что позволяет удовлетворять потребность в этой продукции по мере ее возникновения.

Эти два отличия оказывают влияние на то, каким образом должны выполняться сервисные операции, а также на планирование и управление этими операциями. На базе этих отличий и формируются особенности управления, связанные со следующими аспектами управления услугами:

- непосредственное взаимодействие с клиентами;
- сложность стандартизации процессов;
- субъективное восприятие качества;
- степень контакта с клиентом.

### Взаимодействие с клиентами

Предприятия сферы обслуживания ориентированы на обслуживание потребителей, это влечет за собой установление личного контакта с каждым клиентом. От характера взаимодействия (контакта) с клиентом в значительной мере зависит способ управления работой сервисной компании. В сфере обслуживания контакты могут быть самыми разнообразными, шесть из них встречаются чаще других: почтовые, Интернет, телефонные, частичное присутствие, личное присутствие, непосредственное участие в обслуживании. Чем интенсивнее контакт, тем ниже производственная эффективность обслуживания.

### Уровень стандартизации

Уровень стандартизации сервисных процессов зависит от интенсивности контакта с клиентом. Чем интенсивнее контакт, тем ниже возможности стандартизации процессов обслуживания. Непосредственное взаимодействие с клиентом во многих случаях нарушает стандартные процедуры обслуживания и снижает эффективность предоставления услуг. Субъективные предпочтения клиентов затрудняют формирование профиля компетенции личности при комплектовании

персонала и усложняют составление прогноза количества времени, необходимого для обслуживания заданного количества клиентов.

### Субъективное восприятие качества

Чистая услуга, которая представляет собой один из компонентов деятельности сервисной компании, не имеет материального выражения, поэтому достаточно трудно определить объективные показатели качества предоставления такой услуги. В этом случае качество тесно связано с тем, как клиент воспринимает уровень обслуживания. Клиенты, которые считают, что с ними обращались недостаточно внимательно или что не было обеспечено адекватное реагирование на их просьбы, вряд ли будут удовлетворены уровнем обслуживания. Такие клиенты склонны оценивать уровень качества обслуживания как достаточно низкий, даже если на самом деле они получили такой же (или даже больший) объем услуг, как и другие клиенты. Члены обслуживающего персонала компании, выполняющие операции, которые требуют непосредственного контакта с клиентом, должны обладать быстрой реакцией и иметь навыки общения с клиентами в той же степени, в которой они обладают собственно навыками предоставления услуг. Такие работники должны уметь правильно интерпретировать пожелания клиентов.

### Аспекты контакта с клиентом, не имеющие отношения к предоставлению услуг, и связанное с этим снижение эффективности работы компании

Контакт с клиентом не может быть строго ограничен только временем, необходимым для предоставления услуги. Социальное взаимодействие подразумевает общение, и достаточно часто клиент рассчитывает на общение с обслуживающим персоналом прежде всего для того, чтобы получить требуемую информацию, а также для того, чтобы просто пообщаться или поделиться своими заботами. Некоторым клиентам нравится обсуждать с работниками фирмы своих домашних любимцев, внуков, спорт или политику; другие же предпочитают уединенность и покой.

### Степень контакта с клиентом

В зависимости от пакета услуг, предоставляемого компанией, взаимодействие с клиентами происходит на разных уровнях. В табл. 5.4 представлены три различные степени контакта на примере некоторых сервисных компаний, кроме того, различным подразделениям одной и той же сервисной компании может быть свойственна различная степень контакта с клиентами.

**Таблица 5.4.** Степень контакта с клиентом на сервисных предприятиях различных типов

Низкая степень контакта	Средняя степень контакта	Высокая степень контакта
Почтовая служба	Ресторан	Консалтинговая служба
Перевозка грузов	Мотель	Стоматологические услуги
Магазин торговли по почте	Заправочная станция с самообслуживанием	Общественный транспорт
	Магазин, торгующий по сниженным ценам	Универсальный розничный магазин

Степень контакта с клиентом во многих случаях оказывает большое влияние на способ управления системой предоставления услуг. Как утверждает Ричард Чейз (Richard Chase), уровень эффективности сервисных предприятий непосредственно зависит от степени их контакта с клиентами.

Сущность этой точки зрения проиллюстрирована в табл. 5.5, где представлен сравнительный анализ компаний, работа которых характеризуется высокой и низкой степенью контакта с клиентами.

**Таблица 5.5.** Основные принципы организации систем предоставления услуг с высокой и низкой степенью контакта с клиентом

Решение	Система с высокой степенью контакта	Система с низкой степенью контакта
Расположение предприятий сферы услуг	Предприятие, относящееся к сфере услуг, должно быть расположено в непосредственной близости от потребителя услуг	Предприятие, относящееся к сфере услуг, должно располагаться как можно ближе к поставщикам, транспортным магистралям и источникам трудовых ресурсов
Планировка помещений предприятий сферы услуг	Планировка помещений предприятий, относящихся к сфере услуг, должна соответствовать физическим и психологическим нуждам и ожиданиям клиентов	Планировка помещений предприятий, относящихся к сфере услуг, должна быть ориентирована на максимальное повышение производительности труда
Разработка пакета услуг	Состав предоставляемых услуг определяется окружающей средой и физическими характеристиками услуг	Клиент не присутствует в сервисной среде, поэтому состав предоставляемых услуг определяется меньшим количеством характеристик
Разработка процесса предоставления услуг	Все этапы процесса предоставления услуг оказывают непосредственное воздействие на клиента	Клиент не вовлечен в большинство операций по предоставлению услуг
Календарное планирование	Обслуживание клиента включается в рабочий график и должно быть выполнено в обязательном порядке	Интерес для клиента представляют главным образом только сроки завершения процесса обслуживания
Планирование процесса предоставления услуг	Заказы — это нематериальные объекты, которые невозможно хранить, поэтому выравнивание потока предоставляемых услуг неизбежно приводит к потерям деловых операций	Возможны как отсрочка выполнения заказов, так и выравнивание потока предоставляемых услуг
Квалификация персонала	Основной персонал вступает в непосредственный контакт с клиентами и является основным элементом процесса предоставления услуг, поэтому члены персонала должны уметь поддерживать корректные взаимоотношения с клиентами	Основной персонал должен обладать только техническими навыками предоставления услуг
Контроль качества	Соответствие уровня обслуживания стандартам качества во многих случаях определяется самим клиентом; следовательно, стандарты качества в этом случае могут изменяться	Стандарты качества в большинстве случаев поддаются точному измерению и должны соблюдаться
Нормы времени	Сроки предоставления услуг зависят от потребностей клиентов, поэтому	Работа по предоставлению услуг выполняется на основании документов,

Решение	Система с высокой степенью контакта	Система с низкой степенью контакта
	они по существу не поддаются строгой регламентации	заменяющих непосредственный контакт с клиентом, поэтому нормативы времени могут быть достаточно жесткими
Оплата труда	Переменная загрузка сервисного предприятия заказами на предоставление услуг требует повременной оплаты труда	Фиксированные объемы выполняемых работ позволяют применить систему оплаты труда по результатам
Планирование мощности сервисного предприятия	С целью предотвращения потерь возможностей продажи услуг мощность сервисного предприятия должна быть ориентирована на удовлетворение максимального спроса на услуги	Возможность хранения результатов работы позволяет ориентировать объем мощностей сервисного предприятия на средний уровень спроса на услуги
Прогнозирование	Составление краткосрочных прогнозов, ориентированных на продолжительность обслуживания	Составление долгосрочных прогнозов, ориентированных на конечный результат работы предприятия из сферы услуг

### Методы, позволяющие снизить воздействие степени контакта с клиентом на эффективность работы компании

В распоряжении сервисных компаний имеется ряд методов, позволяющих повысить эффективность работы и в то же время сохранить высокий уровень обслуживания клиентов. Один из способов ограничения отклонений от нормального хода обслуживания, обусловленных некоторыми аспектами контакта с клиентом (например, необычной заявкой клиента или изменениями, которые он вносит в свой заказ), состоит в стандартизации предлагаемых услуг. Ресторан комплексного обслуживания или ресторан быстрого обслуживания — это пример стандартизации услуг, которая наряду с другими стратегиями (рассматриваются ниже) используется с целью повышения эффективности работы сервисных компаний. В некоторых сервисных компаниях практикуется ограничение контакта с клиентами посредством автоматизации части операций (например, использование банкоматов для выдачи наличных в банках). Этот метод позволяет не только сократить затраты на рабочую силу, но и ограничить все разнообразие запросов клиентов до конкретного набора стандартных транзакций. Общая стратегия повышения эффективности работы компании сводится к отделению от клиентов той части системы предоставления услуг, которая не требует непосредственного контакта с клиентом. Система предоставления услуг состоит из операций двух типов:

- операции, требующие непосредственного контакта с клиентом;
- операции, не требующие непосредственного контакта с клиентом.

Операции, не требующие непосредственного контакта с клиентом (внутри-офисные операции), выполняют работники вспомогательных служб (например, работники, занимающиеся уборкой помещений и техническим обслуживанием оборудования). Работники этого уровня получают указания о выполнении операций скорее от других служащих, чем от клиентов, хотя они также вносят свой вклад в обеспечение высокого уровня обслуживания. Существуют и другие типы предприятий сферы обслуживания, в которых часть операций отделена от непо-

средственного контакта с клиентом. Подразделение компании, для которого характерно такое ограничение контакта с клиентами, может работать при меньшем количестве указаний, получаемых от клиента, и связанных с этим нарушений нормального хода предоставления услуг

Существуют и другие преимущества отделения операций, требующих непосредственного контакта с клиентом, от операций, не требующих такого контакта. Для выполнения операций первого типа необходимо обеспечить соответствующие помещения, причем эти помещения должны быть расположены в удобном, но зачастую более дорогостоящем месте, возле которого наблюдается оживленное движение транспорта. Площадь дорогостоящей недвижимости, которая необходима в таком случае, может быть сокращена посредством размещения внутриофисных операций, не требующих прямого контакта с клиентом, в менее дорогостоящих зонах. Операции такого типа можно объединить в рамках одного подразделения компании с целью получения экономии от расширения масштабов системы предоставления услуг. Участки сервисного предприятия, для которых характерна высокая степень контакта с клиентом, должны иметь привлекательный дизайн, а работники, обслуживающие эти участки, должны быть ориентированы на поддержание хороших взаимоотношений с клиентами.

Работников, выполняющих внутриофисные операции, необходимо ориентировать на повышение производительности труда. Если в рамках сервисной компании поставлена задача исключить возможность ожидания клиентов в очереди на обслуживание, мощность участка, на котором происходит контакт с клиентом, должна поддерживаться на постоянном уровне или должна изменяться в соответствии с колебаниями ожидаемого уровня спроса на услуги. Мощность участков, на которых отсутствует непосредственный контакт с клиентом, можно поддерживать на относительно неизменном уровне даже при наличии колебаний спроса на те или иные услуги; мощность этих участков используется более эффективно.

Отделение операций, требующих непосредственного контакта с клиентом, от внутриофисных работ, не требующих такого контакта, наряду с новейшими информационными технологиями и возможностью незамедлительной доставки пакета услуг в любую страну мира позволяет размещать подразделения сервисных компаний, не требующие непосредственного контакта, на значительном расстоянии от клиентов (в некоторых случаях — в других странах). Оффшорные операции используются при выполнении таких действий, как ввод данных при оформлении платежей за подписку на газеты и за перевод денег на кредитную карточку, а также при подготовке массовых рассылок материалов.

### **Ограниченные возможности создания «запаса услуг»**

Второе из двух основных отличий между сервисными и промышленными компаниями, которые были упомянуты выше, состоит в невозможности хранения результатов деятельности сервисных компаний в качестве материальных запасов. Некоторые предприятия сферы обслуживания имеют возможность выполнять часть операций по предоставлению услуг в соответствии с прогнозируемым спросом на эти услуги и, по сути, хранить результаты выполненной работы. Предприятия оптовой и розничной торговли, например, могут выполнять такие операции, как закупка, распределение, упаковка необходимых товаров и их размещение на

полках еще до того, как на эти товары появится реальный спрос покупателей. Такая операция, как передача права собственности на эти товары, может быть выполнена только после возникновения спроса. Результаты предварительных операций по предоставлению услуг, выполненных в компании, могут храниться до тех пор, пока товары не будут проданы. Во многих сервисных компаниях других типов неполная загрузка сервисной мощности приводит к ее потере.

Подобные аспекты процесса предоставления услуг делают составление точных прогнозов очень важным для сервисных компаний. Компании, имеющие дело с материальными объектами, могут хранить запасы продукции. Резервный запас хранится на случай, если фактический уровень спроса превысит предполагаемый уровень. Если уровень спроса окажется ниже ожидаемого, материальные запасы продукции могут храниться на протяжении более длительного периода — до момента их полного израсходования. Прогнозирование уровня спроса и закономерностей его формирования имеет чрезвычайно большое значение для планирования сервисной мощности. Оценки изменений уровня спроса, рассчитанные даже на краткие промежутки времени (на 10 минут, например), могут оказаться полезными в процессе более детального планирования сервисных операций, таких как определение количества кассиров в банке или количества работников в ресторане.

Закономерности формирования спроса на протяжении более длительных промежутков времени могут оказать значительное влияние на планирование эффективной работы сервисных предприятий. На многих предприятиях, занимающихся производством продукции, использование материальных запасов имеет своей целью оградить производственную деятельность от колебаний уровня спроса, чтобы обеспечить равномерное выполнение производственных операций в экономичном режиме. Это позволяет сократить количество проблем, связанных с календарным планированием выполнения рабочих заданий и координацией действий различных производственных участков.

Компании, относящиеся к сфере обслуживания, работают с большей эффективностью, если им удастся обеспечить равномерный уровень выполнения операций по предоставлению услуг. Равномерность работы позволяет компании ежегодно выполнять один и тот же объем деловых операций при более низком уровне пиковой мощности; фиксированную мощность при этом можно использовать с более полной нагрузкой, чтобы распределить затраты на инвестированный капитал на большее количество единичных услуг. В рамках сервисных компаний трудно добиться равномерного использования мощностей, за исключением того случая, когда работа сервисной компании основана на системе предварительной записи клиентов на обслуживание. Когда в компании не удается обеспечить такой уровень спроса на свою продукцию, который соответствовал бы желательному объему сервисной мощности, одним из вариантов решения проблемы может быть формирование профиля загрузки мощностей компании, совпадающего с профилем уровней спроса на услуги этой компании. Такое соответствие должно быть осуществимым и целесообразным с экономической точки зрения. Ниже представлен анализ некоторых методов, реализация которых позволяет сервисным компаниям обеспечить формирование более устойчивых закономерностей спроса, а также изменять в случае необходимости объем сервисной мощности с целью более эффективного удовлетворения неоднородного спроса на услуги.

### **5.3. Стратегии воздействия на закономерности формирования спроса**

Для более равномерной и поддающейся управлению интенсивности предоставления услуг менеджмент компании может воздействовать на спрос посредством ценообразования, стимулирования продаж или других методов.

Ниже кратко описаны четыре общие стратегии, которые наиболее часто применяются для обеспечения более равномерной загрузки мощностей сервисной компании: фиксированный график предоставления услуг, предварительная запись клиентов, отсрочка предоставления услуги, использование методов стимулирования продаж.

#### **Обеспечение фиксированного графика предоставления услуг**

Эта стратегия используется в компаниях, имеющих возможность устанавливать календарные графики предоставления услуг. Обычно это транспортные кампании, театры, т. е. спрос на услуги таких компаний формируется в момент покупки билета в соответствии с указанным календарным графиком.

#### **Применение системы предварительной записи клиентов на обслуживание**

Во многих сервисных компаниях практикуется предоставление услуг по предварительной записи. В стоматологических клиниках, например, осуществляется запись пациентов на обычное лечение, а часть времени резервируется для оказания экстренной помощи пациентам. Вместо образования в приемной очередей пациентов, которые приходят на обслуживание в удобное для них время, система предварительной записи позволяет обеспечить более равномерное использование рабочего времени стоматолога и вспомогательного персонала.

Применение системы предварительной записи позволяет перераспределить спрос на более подходящее время. Продолжительность разрыва между временем, на которое подан запрос на предварительную запись, и фактическим временем приема, назначенным по этой записи, зависит от количества невыполненных сервисных операций или от длины очереди операций, ожидающих выполнения.

Следующая стратегия имеет такие же характеристики, за исключением того, что в ней отсутствует предварительная запись.

#### **Отсрочка предоставления услуги**

Клиент не нуждается в предварительной записи на обслуживание, если ему необходимо отдать в ремонт часы или какой-либо небольшой бытовой прибор и уж тем более если необходимо отремонтировать автомобиль. Продолжительность промежутка времени между подачей заявки на предоставление услуги и выполнением этого заказа зависит от количества сервисных операций, подлежащих выполнению. Каждая заявка ожидает очереди на выполнение. Отсрочка выполнения той или иной заявки до момента высвобождения необходимых мощностей сервисного предприятия имеет своей целью выравнивание рабочей загрузки этих мощностей. Безусловно, даже при использовании сверхурочных работ и привлечении рабочих на условиях частичной занятости уровень спроса на услуги может оставаться

настолько высоким, что часть работ по предоставлению этих услуг должна быть отложена на более позднее время. В случае возникновения необходимости в выполнении срочной работы мощности могут быть высвобождены посредством отсрочки выполнения текущих операций. Такая процедура аналогична процедуре диспетчеризации рабочих заданий на промышленных предприятиях.

### **Использование методов стимулирования продаж с целью обеспечения внепикового спроса**

Некоторым компаниям приходится вкладывать большие средства в мощности, требуемые для предоставления услуг. Затраты на обеспечение требуемого объема мощностей в расчете на единичную услугу достаточно высоки, если эти мощности используются только время от времени для удовлетворения пикового спроса. Руководство подобных компаний прилагает максимум усилий к тому, чтобы поддерживать как можно более устойчивый уровень спроса на услуги компании посредством применения экономических стимулов.

Все перечисленные выше стратегии не всегда дают положительный результат. Проблема неоднородности спроса продолжает существовать.

## **5.4. Стратегии преодоления проблем, обусловленных неоднородностью спроса**

### **Составление ступенчатых графиков рабочих смен**

Несмотря на все усилия, направленные на обеспечение спроса посредством экономических стимулов, во многих сервисных компаниях продолжает сохраняться крайне неоднородный спрос на их услуги. С другой стороны, содержание персонала, нанятого на условиях полной занятости в количестве, достаточном для того, чтобы обслужить пиковый спрос, потребовало бы от компании непозволительно больших затрат.

Календарное планирование доступности сервисных мощностей, предназначенных для покрытия спроса на услуги, подразумевает распределение рабочих смен таким образом, чтобы количество операторов, работающих на протяжении того или иного промежутка времени, соответствовало уровню спроса в течение этого периода. Обычно задача состоит в том, чтобы определить минимальное количество сотрудников, требуемое для удовлетворения спроса, уровень которого колеблется на протяжении суток. В процессе разработки данного метода анализируются различные модели распределения рабочих смен сотрудников, участвующих в обслуживании, по времени суток таким образом, чтобы общего количества человеко-часов в любой момент времени было достаточно для удовлетворения предполагаемого уровня спроса. Важно также проанализировать различные требования к количеству часов, которые должен отработать каждый сотрудник, время начала периодов рабочей смены, а также продолжительности перерывов на отдых и продолжительности интервала между двумя основными периодами рабочей смены (как правило, время обеда). В процессе решения таких задач могут быть использованы элементы линейного программирования.

### **Комплектование персонала на условиях частичной занятости**

Процесс календарного планирования и выравнивания неоднородного спроса характеризуется большей гибкостью в рамках тех подразделений сервисных компаний, в работе которых вместо контакта с клиентом используется какой-либо документ, который его заменяет. Клиент не присутствует при выполнении этой работы, поэтому она может быть отложена на более позднее время или поставлена в очередь на выполнение. Однако обработка всех документов (заданий), которые поступят на протяжении дня, должна завершиться до установленного предельного срока. Количество заданий, которые поступят в течение дня, — это вероятностная переменная, которая определяется в процессе прогнозирования. Если часть заказов не будет обработана из-за недостаточного количества персонала, компания понесет скрытые издержки. И в то же время компания понесет другой тип издержек (избыточные затраты на рабочую силу), если персонал будет переукомплектован с целью гарантированного обеспечения требуемой мощности. При необходимости в качестве компромисса можно привлечь служащих, работающих на условиях частичной занятости, чтобы привести требуемый объем мощностей в соответствие с распределением прогнозируемых уровней спроса в календарном графике. Винсент Маберт (Vincent Mabert) определил эту проблему как задачу целочисленного программирования. В процессе более поздних исследований, выполненных Винсентом Мабертом и Чарльзом Уоттсом (Charles Watts), на основании моделирования были проанализированы различные варианты графиков рабочих смен при условии формирования вероятностного спроса на предоставление услуг с целью определения оптимального варианта.

### ***Предоставление клиенту возможности самому выбрать уровень обслуживания***

В ряде компаний не предпринимаются попытки выравнивания профиля уровней спроса. В то же время посредством применения экономических стимулов по отношению к клиентам обеспечивается гибкость сроков выполнения заказов. Срочные заказы требуют дополнительной оплаты; заказы более высокой категории имеют приоритет перед заказами менее дорогостоящих категорий, что позволяет обеспечить более высокий уровень гибкости компании в плане сроков исполнения заказов.

### ***Использование дополнительных мощностей или заключение субконтрактов***

Привлечение работников на условиях частичной занятости является общепринятым способом увеличения объема мощностей в случае повышения уровня спроса выше среднего значения (в особенности если в компании нет возможности использовать какой-либо эквивалент хранения материальных запасов).

Деятельность компаний, в которых помимо возможности найма рабочей силы на условиях частичной занятости существует возможность использовать оборудование, предоставляемое другими фирмами по заказу по мере возникновения необходимости в этом, в меньшей степени ограничена объемом своих собственных мощностей.

Например, компания, занимающаяся перевозкой грузов, может заключить контракт на перевозку грузов с независимыми владельцами грузовых автотран-

спортных средств. В некоторых случаях посредники помогают наладить деловые контакты друг с другом и договориться об оплате соответствующих услуг. Такой способ расширения мощностей предприятий сферы обслуживания эквивалентен заключению субконтрактов на выполнение части работ на промышленных предприятиях.

### ***Автономный персонал с универсальными навыками***

Некоторые сервисные компании имеют в своем распоряжении максимальный объем мощностей, соответствующий площади помещений и составу оборудования. Тем не менее и в этих компаниях существует возможность регулировать объем мощностей посредством привлечения рабочей силы на условиях частичной занятости. Кроме того, в некоторых случаях может сложиться ситуация, когда желательно иметь **автономную** мощность, которую можно было бы перемещать из одного подразделения в другое по мере изменения количества клиентов или размера потребности в услугах.

Календарное планирование работы предполагает назначение дежурств в различных подразделениях. Автономный персонал перемещается в то отделение, в котором имеется большое количество клиентов.

### ***Самообслуживание клиентов***

Один из способов регулирования мощностей предприятия, функционирующего в сфере обслуживания, в зависимости от уровня спроса состоит в том, чтобы предоставить клиенту возможность самому обслужить себя. Такая возможность позволяет обеспечить наличие сервисной мощности в тот самый момент, когда появляется спрос на ту или иную услугу. Всем знакомы автозаправочные станции и пункты мойки автомобилей, работающие по принципу самообслуживания. В супермаркетах и во многих универмагах покупатели сами выбирают необходимый им товар. Использование банкоматов в банках — это еще один яркий пример использования самообслуживания клиентов в качестве одного из способов регулирования мощности системы предоставления услуг с целью удовлетворения фактического уровня спроса.

### ***Эквивалент поточной линии***

В сервисных компаниях других типов сервисные операции выполняются с документами, заменяющими непосредственный контакт с клиентом; компании такого типа можно отнести к категории компаний с низкой степенью контакта с клиентом. В таком случае выполнение операций с тем или иным объектом может быть отложено на более поздний срок или, наоборот, эти операции могут быть выполнены с опережением графика. В некоторых случаях работа с «заменителями» контакта с клиентом напоминает формирование буферного запаса с целью выравнивания потока рабочих заданий. Такой эквивалент формирования запасов может успешно применяться в тех отделах компании, в которых не требуется непосредственный контакт с клиентом. В результате сформируется такой поток сервисных операций, который по своим характеристикам очень напоминает поточную линию на промышленном предприятии, в особенности если объем сервисных операций достаточно велик.

Балансирование потока выполняемых операций осуществляется посредством временного увеличения мощности отдела на том участке, где существует повышенный спрос.

### **Компромисс между объемом мощностей и задержкой с предоставлением услуги**

Диапазон колебаний спроса на протяжении определенного промежутка времени, а также степень неопределенности спроса оказывают влияние на то, насколько успешно сервисные компании могут удовлетворять спрос на услуги, не имея в своем распоряжении слишком большого объема резервных мощностей. Обеспечение избыточного объема мощностей приводит к увеличению общего объема затрат, что, в свою очередь, может повлиять на степень удовлетворенности клиента и на конкурентоспособность компании. С другой стороны, если в компании не обеспечены дополнительные мощности в достаточном объеме, могут иметь место слишком большие задержки с предоставлением услуг или могут образоваться слишком длинные очереди. В случае если компания имеет в своем распоряжении недостаточный объем мощностей, клиенты могут отказаться от ожидания в очередях на обслуживание, и в результате компания понесет убытки.

Между объемом мощностей и уровнем спроса необходимо сохранять такое равновесие, которое позволит не допускать формирования избыточных очередей и в то же время максимально использовать имеющиеся мощности, чтобы обеспечить разумный уровень затрат на их поддержание. Анализ системы массового обслуживания, или теория очередей, предлагает некоторые методы достижения такого компромисса.

## **5.5. Анализ системы массового обслуживания**

Ранее были приведены некоторые стратегии, которые могут быть использованы на предприятиях сферы обслуживания для того, чтобы привести в соответствие мощности компании и уровень спроса на ее услуги с целью обеспечения совместимости уровня спроса с имеющимися мощностями. Предприятия единичного производства, так же как и предприятия сферы обслуживания, ограничены применением только тех стратегий, в которых используется эквивалент запаса промежуточных изделий или предусматривается регулирование уровня спроса и/или имеющейся мощности. В компаниях такого типа можно предпринять попытку перераспределения спроса, для того чтобы сделать его более однородным, а также обеспечить наличие избыточной мощности, снизить объем продаж или отрегулировать объем мощностей, обладающих определенной степенью гибкости, в соответствии с уровнем спроса.

Не все проблемы календарного планирования могут быть решены посредством гибкого подхода к составлению календарных графиков работы персонала. Определенная часть мощностей компании относится к категории «фиксированных мощностей» (помещения и оборудование, имеющееся в распоряжении компании на постоянной основе). Увеличение площади помещений и количества единиц оборудования во многих случаях требует больше времени и труднее поддается возвращению к прежним показателям, чем заключение договоров личного най-

ма и распределение рабочих часов. Площадь помещений и состав оборудования определяет верхний уровень мощностей компании. Объем мощностей, который необходим сервисной компании для успешного ведения бизнеса, зависит от прогнозируемого уровня спроса на услуги, от изменчивости спроса, а также от темпов удовлетворения того или иного уровня спроса.

**Теория очередей** в некоторых случаях помогает определить предполагаемое время ожидания прибывшего клиента, а также среднее количество клиентов, которые будут ожидать в очереди на обслуживание. Кроме того, теория очередей позволяет получить информацию, на основании которой можно определить, какой объем мощностей обеспечит разумную продолжительность ожидания клиента в очереди, а также какой должна быть площадь помещений, предназначенных для размещения клиентов (или объектов, которые их заменяют), ожидающих в очереди на обслуживание.

### **Структура систем массового обслуживания**

Существует множество самых разнообразных ситуаций, которые могут привести к формированию очередей.

Базовая структура простой одноканальной, однофазной системы массового обслуживания показана в верхней части рис. 5.1. Количество входящих заявок, подлежащих обслуживанию, отображает уровень спроса на использование данного канала обслуживания. Заявки на обслуживание поступают в систему от генеральной совокупности клиентов сервисной системы. Если канал обслуживания уже занят, поступившая заявка ожидает в очереди до тех пор, пока канал обслуживания не освободится.

Одна и та же система может состоять из нескольких каналов обслуживания, по которым входящий поток заявок клиентов может перемещаться в различном порядке. В многоканальной системе массового обслуживания предусматривается использование параллельных каналов обслуживания с целью увеличения сервисной мощности. Процесс выполнения поступивших заявок на обслуживание может состоять из нескольких этапов, следовательно, между этими этапами могут образовываться очереди.

В нижней части рис. 5.1 отображено сочетание многофазной системы массового обслуживания и многоканальной системы. Подобная структура системы массового обслуживания имеет определенное сходство с перемещением потока рабочих заданий между различными производственными участками на предприятии единичного производства, с выполнением проектных работ в архитектурной фирме, с обслуживанием потока пациентов в амбулаторной клинике или перемещением потока выполняемых операций в других ситуациях подобного типа.

Помимо выбора подходящей структуры системы массового обслуживания эффективность этой системы зависит и от других параметров. Ниже представлен краткий анализ некоторых важных переменных, определяющих эффективность системы массового обслуживания.

- *Общее количество (генеральная совокупность) клиентов системы.* Общее количество клиентов системы массового обслуживания может быть настолько малым, что это существенно ограничит вероятность получения заявок на обслуживание. И напротив, генеральная совокупность клиентов системы

может быть достаточно большой для того, чтобы ее можно было считать бесконечной.

- **Интенсивность входящего потока.** Количество клиентов (заявок на обслуживание), поступающих в систему на протяжении определенного промежутка времени, или интенсивность входящего потока, может быть постоянной величиной или может быть детерминированной или вероятностной переменной. В большинстве случаев заявки на обслуживание поступают в систему в произвольном порядке. В таком случае можно предположить, что интенсивность входящего потока изменяется в соответствии с распределением Пуассона или в соответствии с каким-либо другим законом дискретного распределения вероятностей.
- **Дисциплина очереди.** Обслуживание клиентов (заявок), ожидающих в очереди, может осуществляться в соответствии с одним из множества возможных

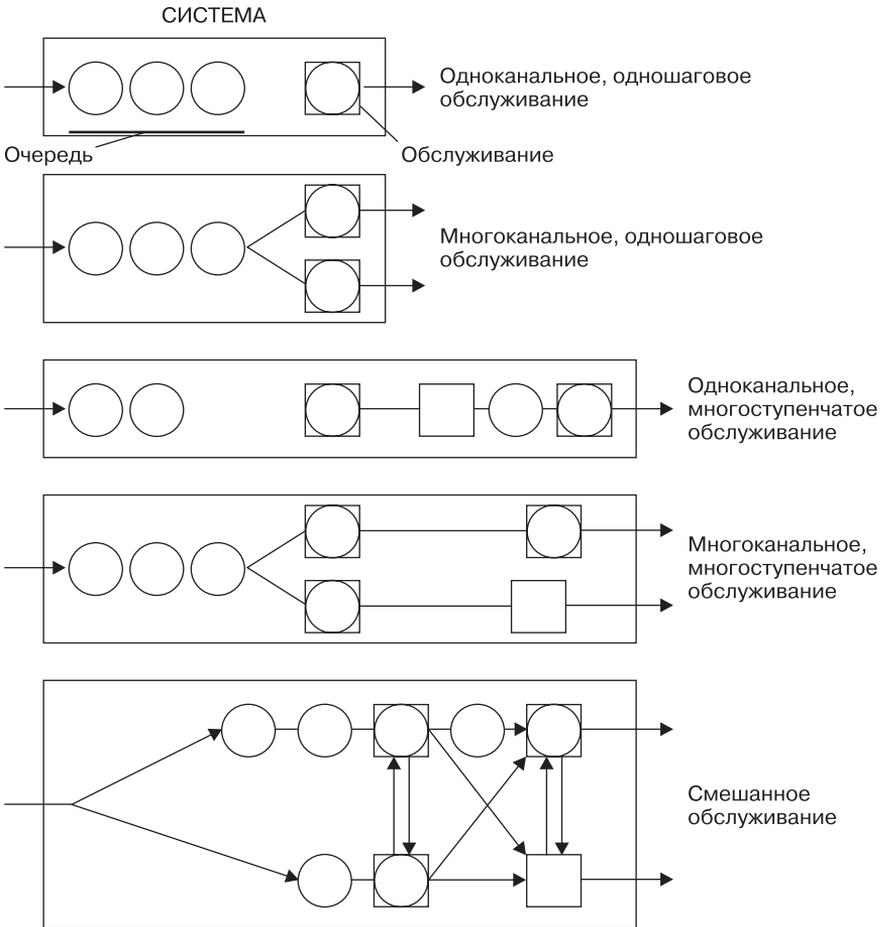


Рис. 5.1. Типы систем массового обслуживания

правил определения приоритетности. Приоритеты могут назначаться в соответствии со следующими правилами: первоочередное обслуживание наиболее прибыльных клиентов (заявок); первоочередное обслуживание в случае крайней необходимости; первоочередное обслуживание по ближайшей дате выполнения заказа (предоставления услуги); первоочередное обслуживание клиентов (заявок), требующих минимальной продолжительности обслуживания. Возможны также и другие правила определения приоритетности обслуживания клиентов или выполнения их заявок. Самым распространенным правилом определения **дисциплины очереди** является правило «первым прибыл — первым обслужен». Это правило используется в процессе вывода формул очередей.

- *Поведение новых клиентов в очереди.* В некоторых ситуациях клиенты, образующие входящий поток, могут не присоединиться к очереди, которая оказывается слишком длинной к моменту их входа в систему массового обслуживания. В другой ситуации клиент может подождать некоторое время, потерять терпение и уйти (изменить свое решение). При других обстоятельствах подобное поведение входящего потока может оказаться невозможным: сломавшиеся механизмы не имеют выбора при ожидании в очереди на выполнение ремонтных работ.
- *Формирование очередей.* Основная причина формирования очереди состоит в том, что на протяжении короткого промежутка времени уровень спроса превышает интенсивность обслуживания, т. е. когда бы ни появился клиент, обслуживающий персонал занят. Если известны данные о продолжительности промежутков времени между входящими заявками на обслуживание, существует возможность составить календарный график доступности сервисной мощности компании таким образом, чтобы исключить возможность формирования очередей. Однако если время между входящими заявками не является постоянной величиной, адаптация мощностей компании к ним может потребовать больших затрат. При условии, что продолжительность периодов между входящими заявками представляет собой постоянную величину, предотвращение образования очередей возможно до тех пор, пока это значение равно продолжительности обслуживания или превышает ее. Если же хотя бы одно из значений — либо время между входящими заявками, либо время обслуживания — представляет собой вероятностную переменную, заявка на обслуживание может поступить в момент загруженности мощности сервисной системы компании, что и приводит в результате к формированию очереди.

При случайном образовании очереди без наличия какой-либо закономерности средняя интенсивность входящего потока не должна превышать среднюю интенсивность обслуживания, в противном случае длина очереди будет увеличиваться, если только не произойдет переоценка клиентами условий ожидания в очереди.

### **Математические модели решения задач анализа очередей**

Разнообразие обстоятельств, при которых происходит формирование очередей, настолько велико, что в рамках данной главы невозможно проанализировать все

возможные ситуации. Однако в текущем разделе несколько таких ситуаций рассматривается в качестве иллюстрации некоторых формул, используемых в процессе анализа процесса формирования очередей.

Важно помнить о том, что все уравнения и цифры, приведенные ниже, представлены для стационарных условий, т. е. таких условий, в соответствии с которыми предполагается, что как распределение интенсивности входящего потока заявок на обслуживание, так и продолжительность обслуживания остается устойчивой на протяжении определенного промежутка времени, а также что данная сервисная система функционирует достаточно долго, чтобы условия ее работы были устойчивыми. Это означает, что изменчивость первоначальных условий деятельности компании уже преодолена, а распределение вероятностей ожидания в очереди стабилизировалось вокруг относительных средних значений. Если значение  $\lambda$  превышает значение  $\mu$ , система может никогда не достичь устойчивого состояния. Так или иначе, система может не оставаться в текущем состоянии достаточно долго, чтобы стать устойчивой. Если на протяжении дня сервисное предприятие несколько раз закрывается на перерыв, на протяжении оставшегося времени его работа также может оказаться неустойчивой. Моделирование часто используется в процессе анализа работы неустойчивых систем обслуживания, или систем, которые не совсем соответствуют исходным предположениям теории очередей. Например, вероятности ожидания в очереди могут быть распределены по законам, не совпадающим со стандартными теоретическими распределениями, для которых существуют строгие математические формулы. В некоторых случаях проблема оказывается слишком трудной с точки зрения математических вычислений.

Рассмотрим пример системы массового обслуживания, имеющей простейшую структуру: одно сервисное помещение и одна очередь входящих заявок, обслуживаемых по принципу «первым вошел — первым обслужен». Модель обслуживания такого типа основана на предположении, что поведение входящего потока клиентов (заявок) характеризуется терпеливостью и что клиенты (заявки) будут ожидать в очереди до момента получения услуги, т. е. отказов от ожидания в очереди не будет. Входящий поток поступает из бесконечной совокупности клиентов (заявок), интенсивность входящего потока распределена по закону распределения вероятностей Пуассона. (Интенсивность входящего потока, распределенная по закону Пуассона, соотносится с экспоненциальным распределением времени между очередными заявками на обслуживание.) В случае если интенсивность входящего потока распределена по закону Пуассона, вероятность того, что  $x$  единиц входящего потока поступит на протяжении заданного промежутка времени, определяется по формуле:

$$P(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}, \quad (5.1)$$

где  $\lambda$  — это средняя интенсивность входящего потока;  $e = 2,718$  основание натурального логарифма.

Ниже представлены другие символы, которые используются в процессе изложения данной темы:

$\mu$  — средняя интенсивность обслуживания (предполагается, что  $\mu > \lambda$ );

$\rho = \lambda / \mu$  — коэффициент использования сервисных мощностей, или коэффициент интенсивности нагрузки;

$P_n$  — вероятность того, что в системе (в очереди) будет находиться  $n$  единиц;

$L_s$  — среднее количество единиц в системе;

$L_q$  — среднее количество единиц в очереди;

$W_s$  — средняя продолжительность ожидания единицы в системе;

$W_q$  — средняя продолжительность ожидания единицы в очереди.

Вероятность того, что сервисные мощности будут использоваться, представляет собой **коэффициент использования**  $\rho = \lambda / \mu$ . Вероятность того, что в системе не будет ни одной единицы входящего потока, составляет:

$$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}. \quad (5.2)$$

Это значение представляет собой количество времени (в процентном соотношении), на протяжении которого сервисные мощности будут простаивать. Вероятность того, что в системе будет находиться  $n$  единиц входящего потока, составляет:

$$P_n = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n; P_0 = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \left(1 - \frac{\lambda}{\mu}\right). \quad (5.3)$$

Среднее количество единиц в системе определяется по формуле:

$$L_s = \sum_0^{\infty} nP_n = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}. \quad (5.4)$$

Среднее количество единиц входящего потока, ожидающих в очереди, равно среднему количеству единиц в системе минус среднее количество обслуживаемых единиц:

$$L_q = L_s - \frac{\lambda}{\mu} = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}. \quad (5.5)$$

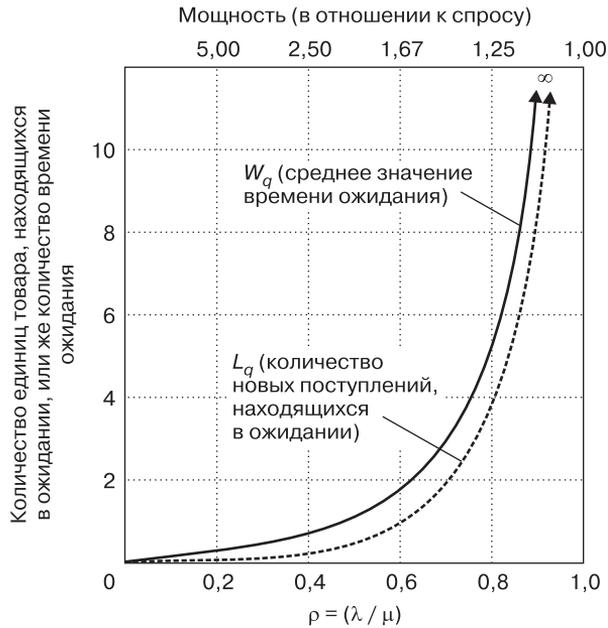
Среднее количество времени, которое каждый клиент (заявка) проводит в системе (в процессе ожидания в очереди и в процессе обслуживания), составляет:

$$W = \frac{L_s}{\lambda} = \frac{1}{\mu - \lambda}. \quad (5.6)$$

Среднее количество времени, которое единица входящего потока проводит исключительно в очереди ( $W_q$ ), можно определить посредством вычитания среднего времени обслуживания из средней продолжительности ожидания в системе:

$$W_q = W_s - \frac{1}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}. \quad (5.7)$$

Значения, вычисляемые по уравнениям 5.4–5.7, приближаются к бесконечности по мере того, как значение  $\lambda$  приближается к значению  $\mu$ ; следовательно, эти уравнения применимы только в случаях, когда значение  $\mu$  больше значения  $\lambda$ .



**Рис. 5.2.** Средняя длина очереди и средняя продолжительность ожидания в очереди для системы массового обслуживания, в которой интенсивность входящего потока и интенсивность обслуживания распределены по закону Пуассона

Уравнения для вычисления значений  $P_0$  и  $P_n$  применимы только при  $\mu \geq \lambda$ . Если интенсивность входящего потока и интенсивность обслуживания распределены по случайному закону, не приходится ожидать полного использования сервисных мощностей без образования длинных очередей, поскольку соотношение  $\lambda / \mu$  должно быть меньше единицы. На рис. 5.2 показано поведение переменных  $L_q$  и  $W_q$  в системе массового обслуживания, в которой интенсивность входящего потока и интенсивность обслуживания распределены по закону Пуассона, по мере того как коэффициент  $\rho$  увеличивается до 1. На оси абсцисс отмечены значения  $\rho$  — коэффициент, который иногда называют коэффициентом загрузки и который равен соотношению между  $\lambda$  и  $\mu$ . Такое соотношение хорошо иллюстрирует тип очереди, образования которой можно ожидать при заданном объеме сервисных мощностей, предназначенных для обслуживания заданной интенсивности входящего потока.

Статистические характеристики очередей можно вычислить и для многоканальных систем массового обслуживания. Уравнения для вычисления средней продолжительности ожидания, средней длины очереди, среднего количества единиц входящего потока, поступающих в систему, и т. д. более сложны и не приводятся в данной книге. Поведение переменной, которая описывает среднее количество единиц входящего потока, ожидающих в системе, представлено на рис. 5.3. Коэффициент использования мощностей многоканальной системы массового обслуживания  $r$  вычисляется как соотношение  $\lambda / (s\mu)$ , где  $s$  — это количество параллельных каналов.

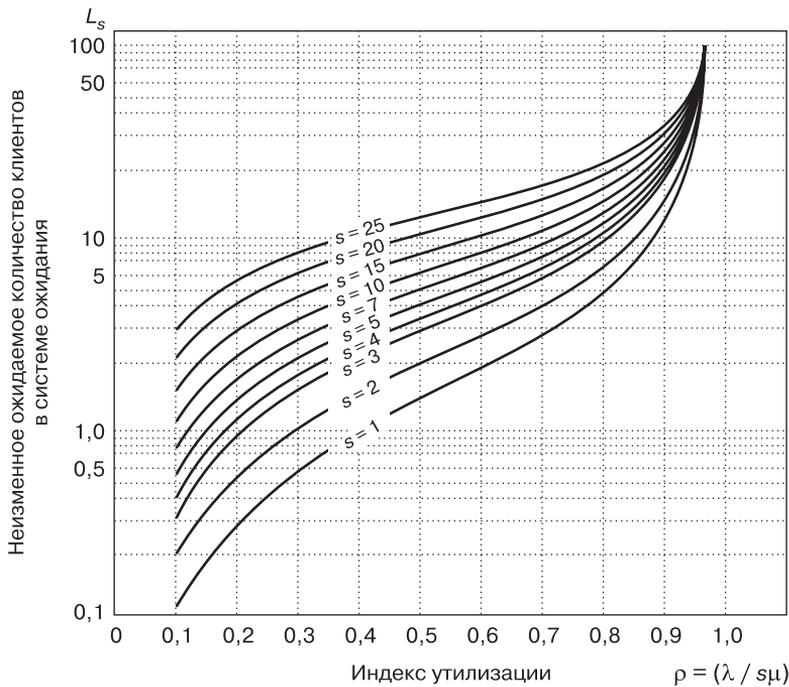


Рис. 5.3. Значения  $L$  для системы массового обслуживания, в которой интенсивность входящего потока и интенсивность обслуживания распределены по закону Пуассона

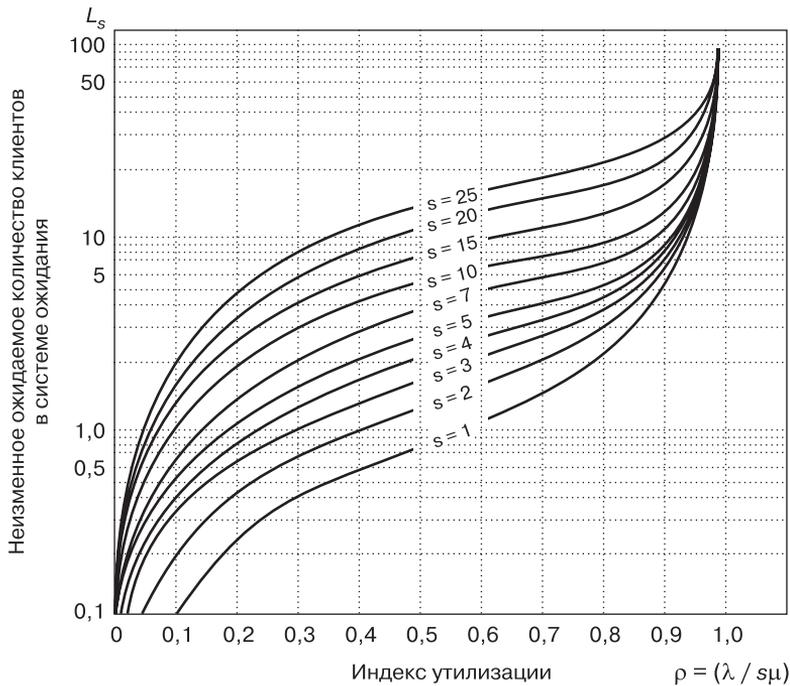
### Формулы, составленные для систем с неизменной продолжительностью обслуживания

Когда интенсивность обслуживания или интенсивность входящего потока заявок на обслуживание представляет собой постоянную величину, средняя продолжительность ожидания единиц входящего потока в очереди сокращается. В одноканальной системе массового обслуживания, в которой интенсивность входящего потока распределена по закону Пуассона, а продолжительность обслуживания представляет собой постоянную величину, значения средней длины очереди  $L_{qs}$  и средней продолжительности ожидания в очереди  $W_{qs}$  равны половине значений соответствующих переменных при распределении интенсивности входящего потока и интенсивности обслуживания по закону Пуассона:

$$L_{qs} = \frac{\lambda^2}{2\mu(\mu - \lambda)}. \quad (5.8)$$

$$W_{qs} = \frac{\lambda}{2\mu(\mu - \lambda)}. \quad (5.9)$$

Среднее количество единиц входящего потока, ожидающих в системе, равно среднему количеству единиц, ожидающих в очереди, плюс количество обслужи-



**Рис. 5.4.** Значения  $L_s$  для системы массового обслуживания, в которой интенсивность входящего потока распределена по закону Пуассона, а интенсивность обслуживания представляет собой постоянную величину

ваемых единиц, или  $L_{qs} + \lambda/\mu$ . Средняя продолжительность ожидания единицы входящего потока в системе равна средней продолжительности ожидания единицы в очереди плюс продолжительность обслуживания, или  $W_{qs} + 1/\mu$ .

На рис. 5.4 показано количество единиц входящего потока, ожидающих в системе, как функция от  $\rho$  (как в одноканальных, так и в многоканальных системах) при условии, что продолжительность обслуживания представляет собой постоянную величину.

### Усеченная очередь

Предельная длина очереди может быть установлена одним из ограничивающих факторов, таких как площадь помещения, в котором клиенты (или другие объекты) ожидают в очереди, или степень терпеливости клиентов при разрастании очереди до определенной длины. Если время от времени складывается ситуация, когда очередь не может достичь максимально возможной длины, это повлечет за собой сокращение средней длины очереди, а также средней продолжительности ожидания в очереди. Коэффициент использования мощностей сервисной системы в таком случае станет меньше по сравнению с потенциально возможным значением, так как некоторые входящие заявки будут отклонены.

Пусть  $N$  — это максимально возможное количество единиц, ожидающих в системе. В таком случае значения  $P_0$  и  $P_n$  можно вычислить по формулам:

$$P_0 = \frac{1 - \rho}{1 - \rho^{N+1}} \quad \lambda \neq \mu. \quad (5.10)$$

$$P_n = P_0 \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^n. \quad (5.11)$$

Вероятность того, что система будет использоваться в полной мере и что будет потеряна часть деловых контактов из-за недостаточного объема мощностей, равна  $\lambda P_N$ .  $\lambda P_N$  — это количество клиентов (заявок), не получивших требуемых услуг на протяжении промежутка времени, за который были измерены значения  $\lambda$  и  $\mu^2$ . Эти вычисления можно использовать в процессе подсчета ожидаемого объема затрат, обусловленных потерей деловых операций из-за формирования усеченной очереди, которая образовалась по причине недостаточного объема мощностей или нетерпеливости клиентов.

Математические формулы существуют только для решения тех задач, по условиям которых закономерности формирования входящего потока заявок на обслуживание, а также продолжительность обслуживания соответствуют определенным теоретическим распределениям. Кроме того, эти формулы применимы по отношению к ситуациям, в которых анализируемый процесс является устойчивым и стационарным, а это значит, что в реальных условиях существует множество очередей, которые невозможно проанализировать с применением математических формул. Поэтому в некоторых случаях для решения задач анализа очередей, так же как и для решения многих других задач операционного менеджмента, используется процедура моделирования.

## Резюме

В процессе календарного планирования деятельности предприятий сферы обслуживания с ориентацией на эффективное использование всех ресурсов эти предприятия сталкиваются со многими проблемами, не свойственными промышленным предприятиям. Работа сервисных предприятий предполагает большую степень контакта с потребителем по сравнению с промышленными предприятиями. Кроме того, на большей части сервисных предприятий нет возможности хранить материальные запасы, что для промышленных предприятий типично. От степени контакта с клиентом, свойственной той или иной сервисной компании, зависит уровень стандартизации услуг, предоставляемых этой компанией.

Когда клиенты принимают непосредственное участие в процессе обслуживания, они могут высказывать весьма специфические просьбы и давать особые указания во время предоставления той или иной услуги. Определенная часть сервисных мощностей компании может быть потеряна в процессе обеспечения хороших взаимоотношений с клиентом. В качестве способов повышения эффективности работы компаний, относящихся к сфере обслуживания, можно использовать снижение степени контакта с клиентом или предоставление клиенту возможно-

сти выбора подходящих вариантов из ограниченного набора услуг. В некоторых компаниях практикуется разграничение функций участков, на которых требуется непосредственный контакт с клиентом, и участков, на которых такой контакт не требуется. Именно на этих участках можно предпринять действия, направленные на повышение эффективности работы компании в целом. Когда процесс обслуживания выполняется без непосредственного участия клиента, а с привлечением документов, заменяющих непосредственный контакт с клиентом (эти «заменители» контакта с клиентом фактически являются эквивалентом запаса промежуточных материалов), выполнение заданий по предоставлению услуг можно в случае необходимости отложить до определенного момента. Эти задания можно объединить и выполнять их группами; можно также изменять очередность выполнения заданий. Все эти действия позволяют добиться более эффективного использования ресурсов сервисных компаний.

На предприятиях сферы обслуживания, по крайней мере на большей части из них, нет возможности хранить готовый запас своей «продукции». Предприятиям такого типа приходится иметь дело с неоднородным спросом и удовлетворять этот спрос способами, во многом отличающимися от способов удовлетворения неоднородного спроса на промышленных предприятиях. Одна из стратегий, доступных некоторым сервисным компаниям, состоит в выравнивании закономерностей формирования спроса таким образом, чтобы сделать спрос более равномерным. Для этого можно предусмотреть фиксированный график предоставления услуг (как это делается в авиакомпаниях или в компаниях, занимающихся автобусными перевозками пассажиров); можно также организовать работу таких компаний на основе предварительной записи на обслуживание, что позволяет использовать сервисные мощности тогда, когда они высвобождаются (примером такого подхода является стоматологический кабинет); кроме того, компании такого типа могут предложить своим клиентам некоторые экономические стимулы, которые позволили бы перераспределить спрос на непииковые периоды (как в телефонных компаниях).

На предприятиях сферы обслуживания, на которых нет возможности хранить материальные запасы, а также невозможно перераспределить спрос для того, чтобы приспособить его к имеющемуся объему мощностей, можно предпринять попытку регулирования сервисных мощностей таким образом, чтобы привести их в соответствие с уровнем спроса. С этой целью на некоторых сервисных предприятиях привлекаются временные работники, выполняющие те или иные задания на условиях частичной занятости; на других предприятиях практикуется формирование автономной группы работников с разнообразными навыками, которую можно перемещать на участки с повышенным спросом на услуги. Возможно также заключение субконтрактов с другими работниками или фирмами, которые могут предоставить свой персонал или оборудование для краткосрочного использования. Еще один способ регулирования мощностей сервисной системы состоит в том, чтобы найти альтернативные способы обслуживания (например, обслуживание клиентов непосредственно в автомобилях или продажа блюд на вынос в ресторанах быстрого обслуживания).

В некоторых сервисных компаниях интенсивность входящего потока заявок на обслуживание, так же как и продолжительность обслуживания, распределена

по случайному закону, что делает практически невозможным календарное планирование работы таких компаний, полностью исключающее формирование очередей (время от времени формирование очередей при таких условиях неизбежно). Анализ некоторых возможностей регулирования мощностей сервисной системы в такой ситуации выполняется посредством методов теории очередей. Существуют формулы, которые позволяют оценить вероятность того, что определенное количество единиц входящего потока будет ожидать в очереди на обслуживание. В случае соответствия реальной ситуации некоторым исходным предположениям эти уравнения можно использовать с целью определения требуемого объема сервисных мощностей, а также площади помещений, которые необходимо выделить для размещения объектов, ожидающих в очереди на обслуживание.

## Ключевые термины

Услуги

Пакет услуг

Операции, требующие непосредственного контакта с клиентом

Внутриофисные операции, не требующие непосредственного контакта с клиентом

Внешниковый спрос

Автономная мощность, или автономный персонал

Теория очередей

Одноканальная система массового обслуживания

Однофазная система массового обслуживания

Многоканальная система массового обслуживания

Многофазная система массового обслуживания

Интенсивность входящего потока заявок на обслуживание

Дисциплина очереди

Продолжительность обслуживания

Интенсивность обслуживания

Коэффициент использования мощностей сервисной системы

Усеченная очередь

## Контрольные вопросы

1. Перечислите основные отличия между сервисными и промышленными предприятиями, которые вызывают необходимость в особом подходе к календарному планированию, ориентированному на эффективное использование ресурсов.
2. Как спрос можно привести в соответствие с имеющимися мощностями в сервисных компаниях?
3. Каким образом в некоторых сервисных компаниях можно приспособить сервисные мощности к удовлетворению неоднородного спроса?
4. Каким образом в сервисных компаниях можно использовать эквивалент запаса промежуточных материалов, даже если в этих компаниях нет возможности хранить запас предоставляемых услуг?
5. Почему в некоторых случаях возникает необходимость в привлечении работников с универсальными навыками, даже если их труд оплачивается более высоко по сравнению с работниками, не имеющими универсальных навыков?

6. Почему во многих случаях очереди в определенной степени желательны?
7. Дайте краткое описание некоторых случаев формирования очередей.
8. Каким образом теория очередей соотносится с принятием решений относительно мощностей компании?
9. Каким образом организация системы массового обслуживания по принципу многоканальной очереди влияет на принятие решений относительно мощностей компании?
10. Какая связь существует между усеченной очередью и принятием решений относительно мощностей компании?

## Упражнения с использованием сети Интернет

1. Компания *Del Monte* — это хорошо известная компания, которая занимается поставкой и переработкой свежих фруктов, таких как бананы и ананасы, в супермаркеты, рассредоточенные по всей территории Соединенных Штатов. Для обеспечения таких поставок компании приходится осуществлять закупку фруктов и овощей в местах их выращивания (даже если эти места находятся очень далеко) и доставлять их на рынок в очень краткие сроки. В настоящее время в распоряжении компании *Del Monte Fresh Produce* имеется 32 судна-рефрижератора, а все перевозки разделены по трем регионам: Северная Америка, страны Северной Европы и Средиземноморья, а также страны Тихоокеанского бассейна. Посетите web-сайт компании *Del Monte* по адресу [www.freshdelmonte.com](http://www.freshdelmonte.com) и щелкните на ссылке «Перевозки», чтобы узнать больше информации о том, каким образом компания обслуживает своих клиентов. Затем составьте таблицу, отображающую типичный пакет услуг, предоставляемых компанией *Del Monte*, по одному из регионов; в этой таблице укажите все элементы, которые, по вашему мнению, могли бы войти в пакет услуг этой компании.
2. У многих потребителей название *RICH* автоматически ассоциируется с соком — настолько популярной является компания. Тем не менее менеджерам компании приходится постоянно искать способы преодоления неоднородного спроса. Посетите web-сайт компании, отыскав его по ключевым словам или по адресу [www.multron.ru](http://www.multron.ru). Просмотрите сайт и ознакомьтесь с информацией о компании и ее товарах. Затем опишите конкретные стратегии, которые, по вашему мнению, мог бы использовать менеджер компании, чтобы справиться с неоднородным спросом.

## Литература

1. Ассэль Г. Маркетинг: принципы и стратегия. М.: ИНФРА-М, 1999.
2. Лавлок К. Маркетинг услуг: персонал, технология, стратегия / Пер. с англ. 4-е изд. М.: Вильямс, 2005.
3. Малхотра Нэреш К. Маркетинговые исследования. Практическое руководство / Пер. с англ. 4-е изд. М.: Вильямс, 2007.
4. Чейз Р. Б., Джейкобз Ф. Р., Аквилано Н. Дж. Производственный и операционный менеджмент / Пер. с англ. 10-е изд. М.: Вильямс, 2007.
5. Dilworth J. B. Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.

## КАЛЕНДАРНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В СФЕРЕ УСЛУГ<sup>1</sup>

### Опыт внедрения календарного планирования

При внедрении календарного планирования в одной из торговых сетей, стратегической задачей которой было открытие большого количества магазинов, до внедрения календарного планирования:

- 1) открывалось от 1–2 магазинов в месяц;
- 2) участники проекта (руководители подразделений) постоянно срывали сроки;
- 3) оплата за оборудование производилась не вовремя;
- 4) скоординировать работу было сложно, так все вопросы решались на словах и в рамках текущих проблем.

После внедрения мы получили следующие результаты:

1. Внедрение казначейства, позволившего контролировать инвестиционные платежи в разрезе ежемесячного бюджета и в разрезе инвестиционных проектов и заявок. Согласования и пересогласования стали более быстрыми и прозрачными.
2. Внедрение календарного планирования позволило вести и контролировать десятки проектов, количество открываемых магазинов увеличилось до 1–3 в неделю при среднем сроке запуска объекта с момента подписания договора аренды 2–3 месяца. С этого момента компания занималась не тушением пожаров, а устранением возможных проблем и планомерным решением текущих задач.

### Календарное планирование как управленческий инструмент

Календарный план, план-график или диаграмма Ганта, после построения становится реальным управленческим инструментом: во-первых, возможно видеть весь проект в виде одной схемы взаимосвязанных задач и не нужно держать в голове, во-вторых, на этом же графике вы отмечаете выполнение задач и видите отклонение от графика. Выше мы приводили реальный пример по внедрению проектного управления, в котором подобные планы графики позволили планировать и контролировать по несколько проектов, состоящих из от 100 до 300 задач, с длительностью каждого проекта в 2–3 месяца, при точности планирования окончания проектов день в день.

Чтобы построить реальный план-график, нужно привлекать руководителей подразделений, задействованных в проекте, либо экспертов в области рассматриваемых задач. При внедрении календарного планирования возможно саботирование либо скепсис со стороны действующих лиц проекта. В этом случае рекомендуем ставить заведомо нереально малые сроки на долю таких сотрудников, тем самым создавать прецедент и требовать взять обязательство за выполнение, после чего обычно можно будет от них узнать о невозможности выполнить в такие сроки и что реальными являются другие. Также есть опасность того, что сотрудники будут перестраховываться и давать сроки с запасом, в этом случае лучше привлекать подразделения, являющиеся потребителями услуг сотрудника, завышающего сроки, — обычно они знают реальные.

### Длительность этапов на диаграмме Ганта

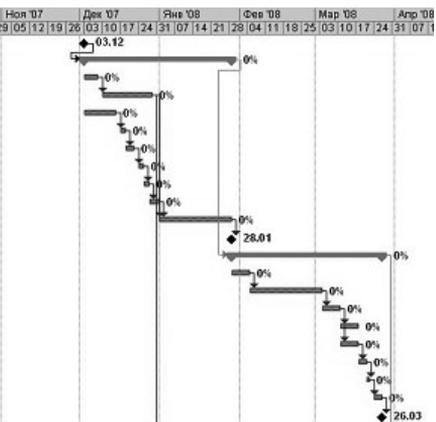
Рассмотрим более подробно длительность этапов на диаграмме Ганта. Диаграмму можно построить в распространенной программе MS Project, работать в этой программе так же просто, как и в Excel, главное — привыкнуть к представлениям данных и терминам.

При отсутствии соответствующего программного обеспечения воспользуйтесь карандашом и бумагой, результат будет тот же, самое главное — проект будет выполнен в срок.

Календарное планирование — это реальный инструмент управления, применимый в любой организации для планирования и контроля проектных работ. Календарное планирование позволяет выстроить оптимальный план график проекта с оптимальными сроками и контролировать его в оперативном режиме.

<sup>1</sup> www.r-cons.ru

№	Название задачи	Длительность	Начало	Окончание	Нояб 07		Дек 07		Янв 08		Фев 08		Мар 08		Апр 08								
					29	05	12	19	26	03	10	17	24	31	07	14	21	28	04	11	18	25	03
2	Старт	0 дней	Пн 03.12.07	Пн 03.12.07																			
3	Этап № 1. Аудит существующих бизнес-процессов	41 дней	Пн 03.12.07	Пн 28.01.08																			
4	Проведение диагностики и выявление проблем	5 дней	Пн 03.12.07	Пт 07.12.07																			
5	Проведение интервью с руководителями	15 дней	Пн 10.12.07	Пт 28.12.07																			
6	Описание происходящей реорганизации	10 дней	Пн 03.12.07	Пт 14.12.07																			
7	Разработка перечня бизнес-направлений	2 дня	Пн 17.12.07	Вт 18.12.07																			
8	Описание организационной структуры кооператива	3 дня	Ср 19.12.07	Пт 21.12.07																			
9	Описание функций структурных подразделений	2 дня	Пн 24.12.07	Вт 25.12.07																			
10	Классификация бизнес-процессов на основе	2 дня	Ср 26.12.07	Чт 27.12.07																			
11	Идентификация и описание первичных процессов	2 дня	Пт 28.12.07	Пн 31.12.07																			
12	Оформление схем и композиция	20 дней	Вт 01.01.08	Пн 28.01.08																			
13	Окончание 1го этапа	0 дней	Пн 28.01.08	Пн 28.01.08																			
14	Этап № 2. Моделирование бизнес-процессов	42 дней	Вт 29.01.08	Ср 26.03.08																			
15	Проверка моделей приоритетных бизнес-процессов	5 дней	Вт 29.01.08	Пн 04.02.08																			
16	Резинжиниринг процессов	20 дней	Вт 05.02.08	Пн 03.03.08																			
17	Анализ совмещения регламентируемых процессов	5 дней	Вт 04.03.08	Пн 10.03.08																			
18	Подготовка перечня документов «как должно быть»	5 дней	Вт 11.03.08	Пн 17.03.08																			
19	Подготовка репозитория документов «как должно быть»	5 дней	Вт 11.03.08	Пн 17.03.08																			
20	Разработка новой организационной структуры	3 дня	Вт 18.03.08	Чт 20.03.08																			
21	Подготовка дерева процессов	1 день	Пт 21.03.08	Пт 21.03.08																			
22	Разработка матрицы ответственности по бизнес-процессам	3 дня	Пн 24.03.08	Ср 26.03.08																			
23	Окончание 2го этапа	0 дней	Ср 26.03.08	Ср 26.03.08																			



Распопин Алексей Александрович,  
консультант по управлению и организационному развитию,  
директор, ООО «Консалтинговая группа «Резалт»»

## КАК СОСТАВИТЬ ОПТИМАЛЬНЫЙ ГРАФИК РАБОТЫ КАССИРОВ И КАССОВЫХ ТЕРМИНАЛОВ<sup>1</sup>

Известно, что долгое ожидание порождает стресс. У жителей больших городов его вызывают не только автомобильные пробки, но и очереди. Но если пробки отравляют жизнь только автомобилистам, то «хвосты» у касс супермаркетов портят настроение всем. Согласно недавнему исследованию, которое провело консалтинговое бюро *SWS (Shift Work Scheduling)*, посетители супермаркетов считают, что быстрый расчет у касс является более важным фактором, чем привлекательные цены. Группа покупателей, составляющая 39%, предпочла быстрый расчет, а 28% отдали предпочтение более низкой цене, что отражает рост недовольства по поводу необходимости стоять в очереди для оплаты покупки.

Причин возникновения очередей много: это и неудобное расположение кассовых узлов (а как следствие — неравномерное распределение людского потока), и ошибки в построении графика работы кассиров, и, наконец, просчеты в организации самого кассового терминала (например, две кассы используют один лоток для прошедших сканирование продуктов, при этом разделитель на лотке отсутствует). Плюс сбои в электронике, высокая текучесть кадров, недостаточная квалификация кассиров. Все эти причины хорошо известны и устраняются при желании достаточно легко и без больших затрат.

Вот мнение руководства.

Член совета директоров сети «Седьмой континент» Владимир Ярошевский: «Предотвращение очередей для нас важно»

– Проблема очередей для нас актуальна в основном в новых магазинах, относительно небольших по площади, расположенных в районах массовой застройки. Часто из-за пространственных ограничений мы не можем установить желаемое количество касс (в «часы пик» у нас работают все). В новых магазинах требуется какое-то время, чтобы откорректировать составленный по предварительным оценкам график работы кассиров с учетом реальных покупательских потоков. Негативно сказывается и то, что в новых магазинах текучесть кадров выше средней по сети, да и только что пришедшие сотрудники не сразу привыкают к интенсивному графику работы. «Седьмой континент» никогда не экономил на кассовой оборудовании. Мы содержим немалый штат, и это себя оправдывает. Мы дорожим своим имиджем, поэтому предотвращение очередей для нас важно. Очередь

<sup>1</sup> www.mnogosmenka.ru

*для нашей сети — это более трех человек в кассу. В таком случае срочно вызываются все кассиры, временно занятые на других участках. Даже администратор торгового зала умеет работать за кассой. Графики работы составлены так, чтобы за кассами находилось оптимальное количество сотрудников. Если скапливается очередь, а несколько кассиров невозмутимо пересчитывают деньги — это уже недоработка руководства конкретного магазина. На подобные жалобы мы реагируем достаточно жестко.*

Директор по продажам сети «Патэрсон» Светлана Фриденберг: «Для нашей компании проблема очередей не актуальна»

*– В нашей сети понятие «очередь» прежде всего принято связывать со временем, которое покупатель тратит для расчета на кассовом узле. Существует определенный стандарт — время обработки кассиром 20 наименований товаров. Если этот стандарт на кассовом терминале не соблюдается, это можно расценить как опасность образования очереди, даже когда у кассы стоит всего один человек. Проблема очередей успешно решается с помощью правильной организации работы персонала. Мы рассчитали количество покупателей, проходящих через каждый кассовый терминал в разное время суток, и на основе этого составили график работы кассиров. В период наибольшего наплыва покупателей (это время различается в разных универсамах) мы задействуем максимальное количество кассовых аппаратов.*

Пиликов Н. П.

Ведущий эксперт-математик консалтингового бюро *ShiftWork Scheduling*

## ГЛАВА 6

# Календарное планирование и управление проектами

### 6.1. Управление проектами

Проектом принято называть совокупность организованных действий, которые направлены на выполнение отдельной нестандартной задачи, носящей единичный характер. Проекты можно рассматривать в качестве отдельных предприятий, требующих соответствующей организации управления. В таких случаях, как правило, решаются нестандартные задачи, не входящие в текущую, повседневную операционную деятельность компании. Проект позволяет компании более гибко реагировать на изменения внешней среды.

Управление проектами отличается от управления работой компаний. Рабочая группа по реализации проекта подлежит расформированию сразу после выполнения поставленных перед ней задач. После завершения проекта члены команды, как правило, возвращаются к выполнению своих обычных обязанностей, к выполнению других обязанностей в рамках компании или переходят к реализации других проектов. Однако существует крайне мало компаний, которые прекращают свое существование сразу же после достижения какой-либо одной цели.

Проект имеет конкретные временные сроки — от нескольких дней до нескольких лет. Реализация проекта изначально рассчитана на ограниченный промежуток времени, поэтому для работы над ним редко нанимают специалистов, которые ставят цель сделать карьеру именно в рамках данного проекта. Также команда специалистов проекта часто формируется из числа работников, которые в обычных обстоятельствах выполняют определенные обязанности в составе других организационных единиц компании. Члены команды могут быть назначены на выполнение работ по реализации проекта на условиях полной занятости вплоть до его завершения. Кроме того, они могут использовать для работы над проектом только часть основного рабочего времени, а в оставшееся время выполнять свои обычные трудовые обязанности.

#### Жизненный цикл проекта

Продолжительность жизненного цикла проекта зависит от его размера, сложности и от стиля управления, сложившегося в компании. Существуют различные названия этапов жизненного цикла проекта; ниже перечислены наиболее типичные этапы, характерные для большинства проектов.

- Первый этап — этап формирования концепции проекта. На протяжении этого этапа в компании происходит осознание необходимости его реализации или разрабатывается план осуществления проекта для одного из заказчиков.
- Второй этап — этап первоначального планирования, или этап анализа осуществимости проекта. Во время этого этапа руководитель проекта (и возможно, персонал, если проект достаточно сложен) осуществляет планирование до

уровня детализации, достаточного для построения исходных календарных графиков выполнения работ и для составления сметы.

После утверждения проекта наступает этап составления более детальных планов, этап формирования организационной структуры проекта, этап выполнения работ и этап завершения проекта.

В некоторых случаях на этапе планирования проекта разрабатывается **структура декомпозиции работ** (*work breakdown structur* – *WBS*), или пооперационный перечень работ.

Структура представляет собой документ, в соответствии с которым происходит разбиение общего объема на совокупность основных пакетов работ, подлежащих выполнению. Пакеты работ разбиваются на основные элементы, которые, в свою очередь, подлежат дальнейшему разбиению с целью формирования списка всех операций, которые должны быть выполнены в процессе осуществления проекта. Фактически это иерархический список всех работ, которые должны быть выполнены в ходе проекта. Структура работ проекта определяет состав заданий, подлежащих выполнению, и представляет собой основу для составления сметы. Кроме того, WBS позволяет сопоставить эффективность выполнения календарного плана и эффективность затрат с соответствующими плановыми и бюджетными показателями по мере продвижения проекта по очередным этапам его жизненного цикла (рис. 6.1).

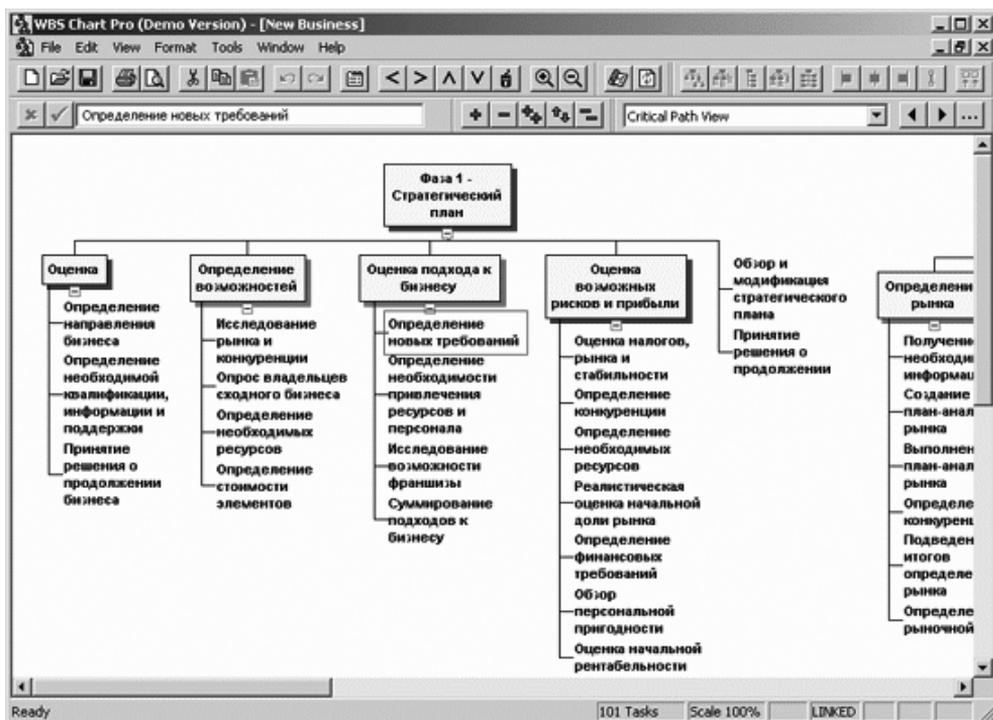


Рис. 6.1. Окно WBS Chart Pro

На этапе формирования организационной структуры проекта на основании анализа его детального описания (такого, как WBS) определяется профессионально-квалификационный состав персонала, необходимого для достижения целей проекта. На следующем этапе выполняется комплектование команды, а также привлечение других ресурсов, необходимых для осуществления проекта на протяжении всего жизненного цикла или его части. Команда проекта комплектуется посредством временного назначения специалистов из различных организационных единиц компании. Кроме того, требуемые ресурсы могут привлекаться посредством заключения договоров об аренде оборудования или субконтрактов на выполнение части работ по проекту.

### **Организационная структура проекта**

На предприятиях для организации выполнения работ в рамках самого проекта используются различные организационные структуры. Способ формирования такой организационной структуры зависит от того, какая доля работ по проекту будет выполняться внутри компании; от масштаба проекта и продолжительности его жизненного цикла; от потенциальных возможностей имеющегося персонала; от системы предпочтений лиц, принимающих решения, а также от других факторов.

Представляем краткий анализ четырех вариантов организационной структуры проекта, начиная от отсутствия какой бы то ни было особой формы организации и заканчивая формированием полностью обособленной организационной структуры.

#### ***Функциональная структура проекта***

Многие компании функционируют на основании иерархической организационной структуры, в состав которой входит ряд функциональных подразделений, специализирующихся на осуществлении конкретных видов деятельности (среди таких подразделений можно назвать проектный отдел, отдел сбыта). Эти функциональные подразделения во многих случаях разбиваются на еще более мелкие организационные единицы, которые специализируются на обслуживании отдельных участков работ в рамках одного функционального подразделения. Представители высшего руководства компании могут разделить весь проект на совокупность отдельных рабочих заданий и распределить эти задания между соответствующими функциональными единицами компании. В таком случае финансирование проекта и управление им осуществляются на основании обычной иерархической структуры управления компанией.

#### ***Координатор проекта***

Управление проектом может осуществляться в соответствии со схемой, проанализированной выше, за исключением того, что для согласования действий всех функциональных подразделений, вовлеченных в реализацию проекта, назначается один специалист — координатор проекта. Финансирование проекта по-прежнему осуществляется через обычную организационную структуру. Менеджеры функциональных подразделений несут ответственность за выполнение своей части работ по проекту и обладают определенными полномочиями в этом плане. Коор-

динатор проекта проводит совещания с менеджерами функциональных подразделений, на которых обращает их внимание на различные аспекты осуществления проекта и предлагает способы стимулирования успешного выполнения работ по проекту. Кроме того, в обязанности координатора проекта входит представление отчетов о состоянии проекта в адрес высшего руководства.

### ***Матричная структура проекта***

При **матричной организации структуры** выполнение проекта и его финансирование входит в обязанности руководителя проекта. По существу, руководитель проекта заключает с менеджерами функциональных подразделений ряд договоров на выполнение отдельных частей проекта. Менеджеры функциональных подразделений распределяют соответствующие рабочие задания между работниками своих отделов, а также осуществляют координацию действий в рамках тех участков, которые имеют отношение к выполнению работ по проекту. Руководитель проекта координирует взаимодействие функциональных единиц, направленное на реализацию проекта.

### ***Командная структура проекта или обособленный проект***

Существует отдельная категория особо важных проектов, таких как разработка нового продукта (создание новой модели автомобиля, самолета; строительство атомного ледокола и т. п.) или открытие нового предприятия. Проекты такого типа осуществляются на протяжении достаточно продолжительного промежутка времени и требуют полной занятости всех членов команды. В таком случае проект имеет свою собственную систему управления, свой бюджет и функционирует как отдельное подразделение компании. Каждая такая команда становится автономным центром с определенными возможностями.

По мнению специалистов по управлению проектами, реализация проектов проходит более успешно, если руководителей проектов наделяют большими полномочиями, как это происходит при выборе матричного или командного способа формирования организационной структуры проекта.

Члены команды проекта регулярно представляют отчеты о своей деятельности по вертикальным связям иерархической структуры управления в адрес руководителя, который занимается организацией работы в рамках компании. В то же время каждый специалист, участвующий в реализации проекта, отчитывается по горизонтальным связям иерархической структуры перед менеджером конкретного проекта, который занимается координацией работы в рамках этого проекта. Повышение оплаты труда и продвижение работников по службе происходят по результатам их работы по конкретному направлению деятельности компании, даже если время от времени эти специалисты принимают участие в реализации различных проектов. В некоторых случаях двойная отчетность по разным направлениям иерархической организационной структуры компании приводит к возникновению определенных проблем с персоналом. На рис. 6.2 представлена организационная схема, которая формируется при матричной организации проекта.

Независимо от типа организационной структуры проекта в процессе его реализации, как правило, используются некоторые вспомогательные функции, предоставляемые администрацией компании. Дублирование таких функций, как снаб-

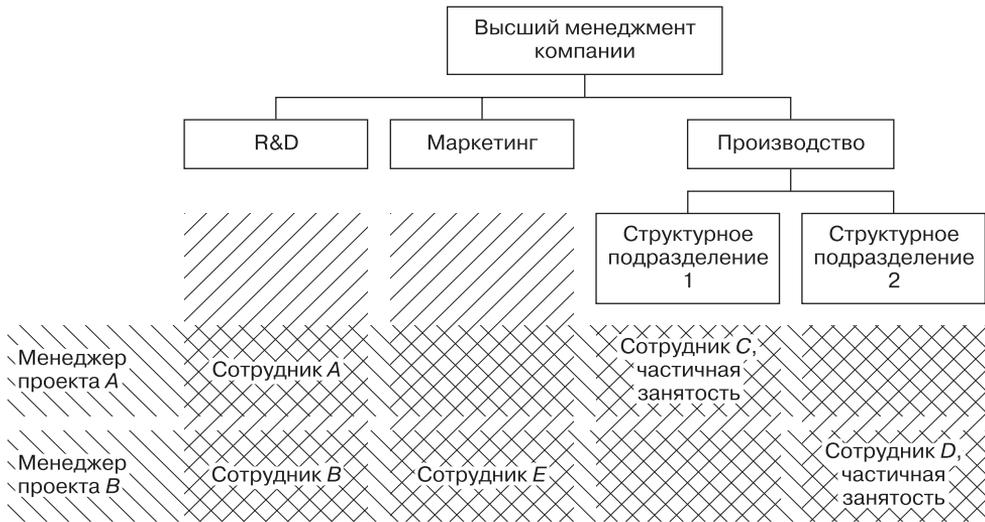


Рис. 6.2. Матричная структура проекта

женческая деятельность, юридическая поддержка, управление конфигурацией проекта, подбор и расстановка кадров или некоторых других вспомогательных функций, может оказаться излишним.

### Роль руководителя проекта

Работа руководителя проекта имеет большое значение для успешной реализации всего дела и соответственно требует большого напряжения сил. Руководитель проекта отвечает за выполнение работ, однако во многих случаях он не имеет прямых, официальных полномочий в плане руководства работой большей части специалистов, принимающих участие в реализации проекта. Действия руководителя проекта основываются на более глубоком понимании целей работы, а также на его умении договариваться с участниками проекта и убеждать их в необходимости выполнения необходимой работы. В случае осуществления крупного заказа руководитель может воспользоваться помощью персонала.

Перечислим шесть базовых функций управления проектами, которые были выделены и идентифицированы специалистами Института управления проектами (*Project management institute*).

1. Управление процессом постановки и определения целей и действий по их осуществлению при таком уровне детализации, который обеспечил бы более глубокое понимание этих целей и действий со стороны участников проекта, *а также надлежащий уровень эффективности их работы в рамках проекта.*
2. Управление сотрудниками, вовлеченными в реализацию проекта.
3. Управление системой обмена информацией с целью обеспечения всех участников проекта достаточным количеством необходимых данных и координации действий, предпринимаемых в его рамках.

4. Управление сроками выполнения работ по проекту посредством составления планов и календарных графиков работ.
5. Управление качеством с целью обеспечения удовлетворительных результатов в процессе реализации проекта.
6. Управление затратами, обеспечивающее осуществление проекта при минимально допустимых затратах и по возможности без превышения бюджета.

Управление проектами может оказаться сложной и трудоемкой задачей, поскольку они уникальны, и руководство действиями участников основывается на весьма ограниченном объеме практического опыта и отсутствии сформировавшихся деловых взаимоотношений или установленных процедур выполнения действий. Руководителю проекта приходится заниматься координацией множества разнообразных действий, направленных на выполнение задач проекта. Представители различных направлений деятельности и различных подразделений компании, которые никогда не работали вместе, могут быть назначены на выполнение работ по проекту на протяжении разных промежутков времени. К участию в реализации основных частей проекта могут быть привлечены специалисты, работающие по субконтракту и не знакомые со спецификой деятельности данной компании.

Важно, чтобы руководители проектов имели в своем распоряжении достаточное количество средств идентификации и доведения до сведения сотрудников команды тех действий, выполнение которых предусмотрено в соответствии с планом проекта. Кроме того, руководители проекта должны обеспечить координацию всех необходимых действий, предпринимаемых в рамках проекта. Эффективный метод календарного планирования и мониторинга работ по выполнению проекта играет очень важную роль в управлении крупным проектом. Такие методы сетевого планирования, как метод оценки и пересмотра программ и метод критического пути, на практике оказались ценными инструментами реализации проекта как на этапе его планирования, так и на этапе выполнения работ.

## 6.2. Сетевые методы календарного планирования

Серьезные успехи в календарном планировании проектов (после разработки графика Ганта в 1917 г.) были достигнуты в 1956–1958 гг. На протяжении этого периода были созданы два новых метода календарного планирования, которые имели между собой много общего, хотя и были разработаны независимо друг от друга. Эти методы известны под названиями «метод оценки и пересмотра программ» (*program evaluation and review technique — PERT*) и «метод критического пути» (*critical path method — CPM*). Оба метода основываются на использовании сетевого графика, или графической модели, отображающей рабочие задания, для выполнения которых составляется календарный график. Оба метода были разработаны для использования в процессе календарного планирования долгосрочных проектов, которые предполагалось выполнять только один раз или весьма ограниченное число раз. В настоящее время существуют компьютерные программы для реализации как метода PERT, так и метода CPM. Вычислительную технику целесообразно использовать в процессе обработки оперативной информации,

имеющей отношение к крупным проектам, в частности к тем проектам, которые подлежат неоднократному обновлению или пересмотру в процессе выполнения.

*Метод критического пути* был создан специалистами компании *E. I. du Pont de Nemours & Company* совместно со специалистами компании *Remington Rand Corporation*. Специалисты компании *Du Pont* прибегли к методу, который помог усовершенствовать процедуру календарного планирования сооружения производственных помещений компании и остановки производственных мощностей для выполнения развернутого технического обслуживания. Большинство операций, календарный график выполнения которых предполагалось составить посредством этого метода, были аналогичны тем операциям по сооружению зданий и техническому обслуживанию мощностей, которые выполнялись в прошлом. Поэтому в процессе разработки данного метода календарного планирования ожидаемая продолжительность выполнения рабочих заданий рассматривалась как детерминированная (известная) величина.

*Метод оценки и пересмотра программ* был разработан под патронатом Управления специальных проектов ВМС США (U. S. Navy's Special Projects Office) в сотрудничестве с представителями компании *Lockheed*, а также компании *Booz, Allen & Hamilton*. Этот метод был разработан в качестве инструмента управления созданием систем «Polaris», предназначенных для установки на ракетных подводных лодках. Проект требовал координации действий более 3 тыс. отдельных фирм-подрядчиков, поставщиков и агентств. Такая координация представляла большие трудности в плане управления проектом и календарного планирования работ по нему. Поскольку многие действия по реализации данного проекта никогда раньше не выполнялись, ожидаемая продолжительность выполнения соответствующих операций не была точно известна и, следовательно, рассматривалась в качестве вероятностной переменной.

Основное различие между методами PERT и СРМ состоит в том, что PERT учитывает вероятностные оценки продолжительности выполнения работ по проекту. Метод СРМ первоначально предполагал выполнение более детального анализа компромисса между временем и затратами, однако в настоящее время реализация этой функции возможна и посредством PERT, и с помощью СРМ. В прошлом существовали и другие различия между условными обозначениями и терминологией по сетевому планированию, однако в настоящее время упомянутые выше методы составления сетевых графиков нашли такое широкое применение, что многие из этих незначительных различий практически исчезли.

В следующих разделах текущей главы представлено краткое описание преимуществ различных методов сетевого планирования, а также основных этапов их применения. Ниже изложены также основные принципы построения сетевых графиков и приведены несложные примеры. Соответствующие задачи сетевого планирования решены посредством ручных вычислений, однако во многих случаях для решения более сложных задач используются компьютеры.

### **Преимущества сетевого планирования**

Модели сетевого планирования, так же как и другие методы календарного планирования, не являются универсальным и абсолютно точным средством решения возможных проблем и не исключают иного, тоже квалифицированного, мнения

руководителя. Составление календарных графиков работ фактически означает планирование предстоящих действий, продолжительность времени, которое определяется на основании оценок экспертов.

Ни один метод календарного планирования не является абсолютным. Они строятся на опыте, квалификации и знаниях экспертов. Естественно, возможны и неточности, новые, непредвиденные обстоятельства и просто ошибки, и тем не менее они очень важны.

При наличии достаточно точных оценок методы сетевого планирования обеспечивают следующие преимущества:

- применение сетевых методов планирования позволяет составить планы действий, подлежащих выполнению в рамках проекта, в соответствии с заданным уровнем детализации, что позволяет четко определить все составные части проекта и составить порядок их реализации;
- сетевые методы планирования позволяют достаточно точно оценить продолжительность времени, требуемого для выполнения проекта, а также определить способы своевременного выполнения работ по проекту для того, чтобы предотвратить отставание от календарного графика;
- в процессе сетевого планирования формируется графическое описание проекта, составляется словарь стандартных терминов по данному проекту с целью обеспечения более глубокого понимания сущности работ по проекту, а также для того, чтобы облегчить взаимодействие специалистов, вовлеченных в его реализацию;
- сетевые методы планирования позволяют отслеживать ход выполнения операций по проекту (другими словами, определять соотношение между фактическим ходом работ над проектом и плановыми сроками выполнения соответствующих заданий);
- применение сетевых методов планирования позволяет идентифицировать потенциальные проблемы, что, в свою очередь, облегчает процесс ситуационного менеджмента;
- сетевые методы планирования позволяют составить оценку влияния изменений, вносимых в план проекта на любом этапе его реализации, на такие факторы, как время и затраты.

### **Этапы сетевого планирования**

Процесс сетевого планирования можно свести к трем основным этапам.

#### **1. Предварительное планирование проекта:**

- ◆ анализ проекта, в процессе которого определяются все действия (которые называют также рабочими заданиями или операциями), необходимые для реализации проекта;
- ◆ отображение запланированной последовательности операций на сетевом графике.

#### **2. Календарное планирование проекта:**

- ◆ оценка продолжительности выполнения каждой операции;

- ◆ выполнение вычислений с целью определения критического пути (самой длинной цепочки последовательных операций, которая определяет продолжительность выполнения проекта). Кроме того, на этом этапе возможно получение и других данных, которые могут быть использованы в процессе составления календарного графика работ;
- ◆ использование информации, полученной на предыдущем этапе, в процессе составления более экономичного и эффективного календарного плана.

### 3. Мониторинг проекта:

- ◆ использование плана и календарного графика в процессе контроля и мониторинга хода выполнения работ по проекту;
- ◆ проверка и обновление календарного графика по мере выполнения проекта для того, чтобы в календарном графике были отображены текущие планы и состояние их реального выполнения.

## 6.3. Последовательность операций

К выполнению некоторых операций нельзя приступить до тех пор, пока не будут выполнены другие операции. Наличие этого условия приводит к установлению отношения формального предшествования. В процессе реализации проекта в некоторых случаях можно выбирать те или иные способы выполнения операций. Однако на основании исключительного права руководства компании или на основании различий в объемах затрат формируется конкретная запланированная последовательность операций, подлежащих выполнению в процессе реализации проекта. Другие действия, не вошедшие в эту последовательность, могут выполняться независимо друг от друга. Независимость рабочих заданий и отношения предшествования должны быть учтены в плане проекта и отображены на сетевом графике проекта.

### Системы условных обозначений в сетевом графике

Сетевой график — это график, в котором используются условные обозначения (стрелки и кружки) для представления запланированных взаимосвязей операций, подлежащих выполнению в процессе реализации проекта. В процессе разработки сетевого графика может быть использовано любое из двух существующих соглашений по сетевому планированию.

В соответствии с одним из таких соглашений кружки используются для отображения операций, подлежащих выполнению в рамках проекта, а стрелки соединяют соответствующие кружки между собой, чтобы отобразить последовательность, в которой должны выполняться операции. Такой способ использования условных обозначений называется «соглашение об обозначении операций узлами» (*activity-on-node convention* — АОН), или обозначение отношений предшествования.

Альтернативный способ заключается в том, что операции отображаются на сетевом графике в виде стрелок, а кружки используются для установления связей между предшествующими и последующими операциями. Этот способ называется «соглашение об обозначении операций стрелками» (*activity-on-arrows convention* — АОА). В соответствии с этим соглашением кружки (или узлы) символизируют со-

бытия, которые представляют собой моменты времени, в которые начинается или заканчивается выполнение операций. Событие не потребляет никаких ресурсов, в то время как выполнение операций требует времени и других ресурсов.

Построение сетевого графика выполняется после определения всех операций и отношений между ними. Не существует однозначно оптимального подхода к идентификации операций. Некоторые специалисты начинают построение сетевого графика с той операции, которой они отдают приоритет на основании логических умозаключений, и определяют дальнейшую последовательность операций в соответствии со своим представлением о хронологическом порядке их выполнения. Другие предпочитают начинать построение сетевого графика с последней операции и продолжать работу в обратном направлении. В некоторых случаях операции перечисляются в случайной последовательности. После идентификации всех операций специалист, занимающийся построением сетевого графика, должен найти ответ на следующие вопросы:

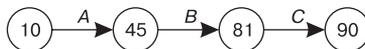
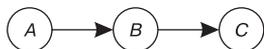
- Какая операция должна непосредственно предшествовать данной операции?
- Какая операция должна непосредственно следовать за данной операцией?
- Возможно ли выполнение данной операции независимо от какой-либо другой операции?

Операция, которая должна быть выполнена непосредственно перед какой-либо другой операцией, называется предшествующей операцией (предшественником). Операция, которая следует за данной операцией, называется последующей операцией (преемником).

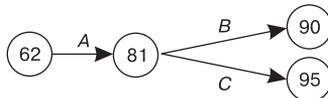
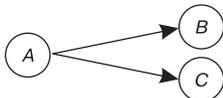
На рис. 6.3 показаны различные способы отображения взаимосвязей операций. В соответствии с соглашением АОА операции в большинстве случаев идентифицируются по номерам, которыми обозначены исходные и конечные события. Такая система идентификации операций называется обозначением пар  $i-j$  ( $i$  представляет номер исходного события,  $j$  — номер конечного события). В соответствии с таким обозначением каждой операции присваивается уникальная пара номеров  $i-j$ . Фиктивная операция (обозначенная прерывистой стрелкой) не требует времени и других ресурсов и используется, главным образом для обозначения отношений предшествования. На рис. 6.3 фиктивная операция используется для того, чтобы предотвратить ситуацию, в которой операциям  $B$  и  $C$  соответствовали бы одни и те же исходные и конечные узлы.

Как показано на рис. 6.3, в случае построения сетевого графика в соответствии с соглашением об обозначении операций стрелками (АОА) необходимость в фиктивных операциях для отображения отношения предшествования может возникнуть также и в других случаях. По соглашению АОН операции могут быть обозначены одной буквой или цифрой; в случае использования этого соглашения нет необходимости в формировании фиктивных операций. В большинстве случаев сетевые графики, построенные в соответствии с соглашением АОН, легче поддаются анализу, так как в этом случае стрелки используются только для отображения отношений предшествования. И напротив, в случае применения соглашения АОА некоторые стрелки (сплошные) используются для обозначения операций, в то время как другие стрелки (прерывистые) — для обозначения условий предшествования.

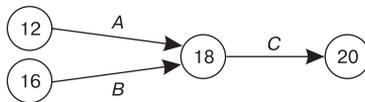
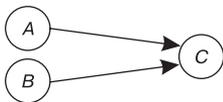
- а) Действие *A* должно быть выполнено перед действием *B*, которое, в свою очередь, предшествует действию *C*



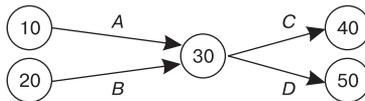
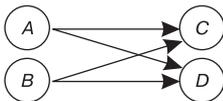
- б) Действие *A* должно быть осуществлено перед тем, как будет выполнено или действие *B*, или действие *C*



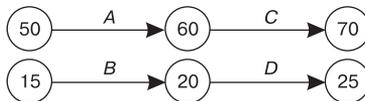
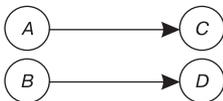
- в) Действия *A* и *B* должны предшествовать действию *C*



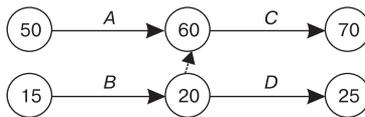
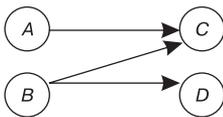
- г) Оба действия — *A* и *B* — должны быть выполнены как перед действием *C*, так и перед действием *D*



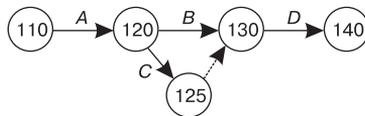
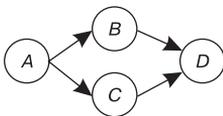
- д) Действие *A* должно предшествовать действию *C*, а действие *B* — действию *D*, при этом последовательности действий *A-C* и *B-D* независимы друг от друга



- е) Действия *A* и *B* должны предшествовать действию *C*, а действие *B* — еще и действию *D*, но *A* никак не связано с действием *D*



- ж) Действие *A* должно предшествовать как действию *B*, так и действию *C*, а *C* выполняется перед действием *D*



Метод AON: действия отображаются в кружках, а связи между ними показаны стрелками

Метод AOA: действия показаны стрелками, а кружки соединяют каждое предшествующее действие с последующим

**Рис. 6.3.** Отображение взаимосвязей операций на сетевых графиках в соответствии с методами AON и AOA

## 6.4. Календарное планирование

Сетевой график представляет собой графическое отображение взаимосвязей всех операций, выполняемых в рамках проекта, и является основой составления детальных планов выполнения работ по проекту. После идентификации операций и построения сетевого графика наступает следующий этап работы над проектом, который заключается в присвоении каждой операции значения ожидаемой продолжительности ее выполнения. Ожидаемая продолжительность выполнения операций зависит от запланированной численности команды проекта, от используемых методов работы, от состава оборудования, а также от количества рабочего времени, которое предполагается потратить на выполнение проекта. Предполагается, что на момент начала выполнения той или иной операции должен быть обеспечен соответствующий объем необходимых ресурсов. Процесс оценки требуемого объема необходимых ресурсов может происходить при наличии следующих обстоятельств.

1. Специалист, который отвечает за выполнение одной операции или набора операций, предполагает, что в процессе выполнения этой операции (операций) будет использован некоторый привычный и умеренный объем ресурсов, и в соответствии с этим устанавливает ожидаемую продолжительность выполнения операции. Таким образом, определяются сроки завершения данной операции (операций). Такой подход согласуется с принципами теории СРМ.
2. В некоторых случаях практического применения сетевого планирования устанавливается время выполнения или сроки завершения различных этапов работ; при этом предполагаемый объем ресурсов регулируется таким образом, чтобы продолжительность выполнения операций в этом случае не превышала требуемых значений.

### Критический путь

Путь — это цепочка последовательных операций, выполнение которых начинается в момент начала проекта и заканчивается в момент его завершения. В рамках одного сетевого графика возможно прокладывание нескольких путей. Выполнение проекта может происходить по нескольким независимым направлениям одновременно; в то же время выполнение той или иной операции может происходить только после завершения всех предшествующих операций, входящих в состав данного пути. Все операции (следовательно, и все пути) должны быть завершены до окончания работы над проектом в целом. Предполагается, что путь, проложенный через сетевой график и имеющий самую длительную ожидаемую продолжительность выполнения операций, определяет сроки завершения проекта: этот путь называется **критическим** путем. Выполнение операций, которые не входят в состав критического пути, во многих случаях может быть отложено, не вызывая при этом задержку с выполнением всего проекта.

### Запас, или резерв, времени

Общий запас времени для той или иной операции в большинстве случаев называют просто **запасом**, или **резервом, времени**. Он представляет собой количе-

ство времени, на которое может быть перенесено начало выполнения операции за рамки самого раннего срока начала операции, не вызывая при этом задержку завершения всего проекта при условии, что выполнение данной операции, а также других операций займет ожидаемое количество времени. Резерв времени в определенной степени является признаком того, насколько критичной является соответствующая операция. Существует большая вероятность того, что операция, имеющая небольшой резерв времени, станет причиной задержки реализации проекта; следовательно, время выполнения такой операции необходимо тщательно отслеживать.

В некоторых случаях после вычисления резерва времени по всем операциям, имеющимся в сетевом графике, оказывается, что несколько смежных операций имеют один и тот же резерв времени. Этот резерв времени перераспределяется между всеми операциями, входящими в состав данного пути. Если происходит задержка с выполнением одной из операций, резерв времени для других операций цепочки сокращается на время задержки.

Иногда выполняются вычисления другого типа резерва времени. **Свободный резерв** — это количество времени, на которое выполнение операции может быть отложено, не вызывая при этом задержку раннего срока начала последующей операции. Для того чтобы вычислить свободный резерв, необходимо найти разность между самым ранним сроком окончания и самым ранним сроком начала для всех преемников данной операции и выбрать минимальное значение из полученных результатов. Такой тип резерва времени используется редко и далее не рассматривается.

Использование резерва времени обеспечивает определенную степень гибкости процесса календарного планирования операций. Выполнение любой операции может быть умышленно задержано, если такая задержка приведет к формированию однородной загрузки мощностей или обеспечит получение каких-либо других преимуществ. Накопление хотя бы небольшого резерва времени весьма целесообразно, так как резерв — это фактически страховка на случай возникновения непредвиденных проблем.

Иногда складывается ситуация, когда несколько операций требуют привлечения одних и тех же ресурсов и запланированы на одно и то же время. В процессе сетевого и календарного планирования обнаруживается возникновение таких конфликтных ситуаций и предусматривается возможность внесения соответствующих корректировок. Для того чтобы определить сроки выполнения операций, необходимо вычислить ранний срок выполнения каждой операции, а также количество времени, на которое каждая операция может быть отложена, не увеличивая при этом календарные сроки завершения всего проекта, т. е. резерв времени.

### Расчет резерва времени

Общий резерв времени (*total float* — *TF*), который далее называется просто резервом, или запасом, может быть вычислен по одной из следующих формул:

$$TF = LS - ES \quad (6.1)$$

или

$$TF = LF - EF,$$

где  $ES$  — ранний срок начала операции (самое раннее время, когда может быть начато выполнение операции при условии, что выполнение всех предшествующих операций занимает именно столько времени, сколько предполагалось по предварительным оценкам);  $EF$  — ранний срок окончания операции (время, когда выполнение операции будет завершено при условии, что начало операции происходит в момент  $ES$  и ее выполнение занимает ожидаемое количество времени).

$$EF = ES + t; \quad (6.2)$$

$$LS = LF - t, \quad (6.3)$$

где  $LF$  — поздний срок окончания операции (самый последний срок, когда выполнение операции может быть завершено без задержки выполнения всего проекта, при условии, что выполнение всех последующих операций занимает ожидаемое количество времени);  $LS$  — поздний срок начала операции (самый последний срок, когда выполнение операции может начаться без задержки всего проекта);  $t$  — продолжительность выполнения рассматриваемой операции.

Процесс вычисления значений  $ES$ ,  $EF$ ,  $LF$  и  $LS$  требует прохождения сетевого графика как в прямом, так и в обратном направлении.

### Выполнение вычислений в прямом порядке

Ранний срок начала и ранний срок завершения каждой операции определяются посредством вычислений, которые выполняются в сетевом графике слева направо. Такая серия вычислений называется **прямым проходом**. В соответствии с таким способом проведения вычислений выполняются следующие действия.

В первую очередь значение начала проекта (как правило, это бывает день 0) присваивается началу первой операции; это число отображает значение  $ES$  для данной операции. Затем вычисляются значения  $ES$  и  $EF$  для каждой операции посредством прямого прохода по сетевому графику в направлении слева направо.

Для того чтобы получить значение  $EF$  для каждой очередной операции, необходимо к значению  $ES$  прибавить продолжительность выполнения этой операции. Значение  $ES$  для той или иной операции устанавливается равным значению  $EF$  предшествующей операции, если предшествующая операция только одна. Если рассматриваемой операции соответствует более чем один предшественник, значение  $ES$  устанавливается равным самому позднему из всех значений  $EF$  предшествующих операций.

Например, если ранний срок начала для операции  $M$  на рис. 6.4 соответствует дню 10, ранний срок завершения этой операции будет соответствовать дню 15. Если ранний срок начала для операции  $R$  — день 12, ранний срок завершения этой

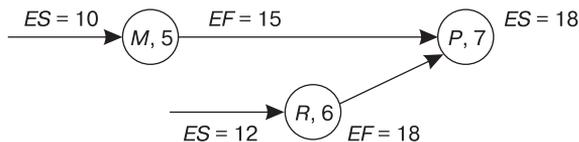


Рис. 6.4. Фрагмент сетевого графика, построенного в соответствии с соглашением об обозначении операций узлами

операции — день 18. Несмотря на то что выполнение одной из операций, предшествующих операции  $R$  (в частности, операции  $M$ ) завершается в день 15, операция  $P$  не может быть начата до дня 18, когда наступит срок завершения самой последней из всех предшествующих операций.

Прямой проход продолжается до тех пор, пока не будет достигнут правый край сетевого графика. В этой точке будет получено значение  $EF$  для последней операции, что соответствует самому раннему сроку завершения всего проекта, при условии, что все операции выполнялись в соответствии с расчетными сроками и в той последовательности, которая отображена в сетевом графике.

### **Выполнение вычислений в обратном порядке**

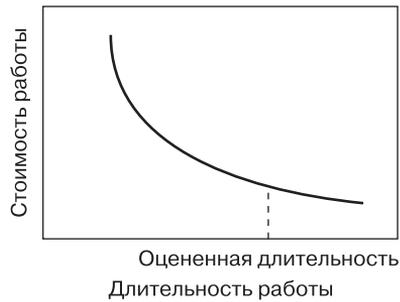
Значения  $LF$  и  $LS$  вычисляются посредством **обратного прохода** по сетевому графику справа налево. Значение  $LF$ , соответствующее последней операции, устанавливается равным значению  $EF$  для всего проекта. Для того чтобы вычислить значение  $LS$  для каждой очередной операции, необходимо вычесть продолжительность выполнения рассматриваемой операции из значения  $LF$  для этой операции. Все вычисления необходимо выполнять начиная с самой последней операции, выполняемой в рамках проекта. Значение  $LF$  для той или иной операции устанавливается равным значению  $LS$  для ее преемника, если преемник только один. В случае если рассматриваемой операции соответствует несколько последующих операций, значение  $LF$  устанавливается равным самому раннему или минимальному значению  $LS$  среди всех этих операций.

## **6.5. Перераспределение и регулирование ресурсов**

Использование сверхурочных работ при выполнении всех без исключения операций с целью досрочного выполнения проекта может повлечь за собой избыточные расходы. Ускорение выполнения операций, которые и без того имеют достаточно большой запас времени, никак не повлияет на сроки завершения проекта в целом. Более целесообразно было бы ускорить выполнение только тех операций, которые расположены на критическом пути. В некоторых случаях продолжительность выполнения проекта может быть сокращена посредством передачи ресурсов (людей, оборудования, денег) от операций, имеющих избыточный резерв времени, к критическим операциям, которые задерживают выполнение проекта.

### **Компромисс между временем и затратами (методы досрочного выполнения проекта)**

Одна из характеристик сетевого планирования, которая часто рассматривается в описаниях метода СРМ, — это определение компромисса между временем (т. е. скоростью выполнения проекта) и издержками, который позволяет снизить общий объем затрат на выполнение проекта или сократить длительность проекта при минимальном увеличении затрат. Такой анализ, который иногда называют анализом досрочного выполнения проекта, может быть выполнен и посредством метода PERT. В процессе анализа компромиссного соотношения между временем и затратами внимание сосредоточивается на критическом пути, поскольку именно этот путь определяет сроки завершения проекта в целом. Как было упомянуто



**Рис. 6.5.** Взаимозависимость объема затрат и продолжительности выполнения операции

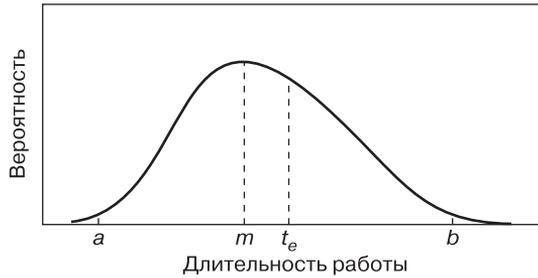
выше, в процессе предварительной оценки продолжительности операций принимается допущение о наличии определенного объема ресурсов, необходимых для их выполнения. Для сокращения длительности многих операций можно использовать дополнительные ресурсы. Взаимозависимость прямых издержек на выполнение операции и длительности этой операции в большинстве случаев имеет общий вид, показанный на рис. 6.5. Как видно, в случае ускорения операции объем прямых издержек будет возрастать.

Анализ кривых, отображающих взаимозависимость времени и затрат, позволяет обнаружить оптимальное сочетание операций, для выполнения которых можно привлечь дополнительные ресурсы с целью досрочного выполнения проекта при минимальном увеличении объема затрат. Крутизна кривой затрат, соответствующей каждой операции, может отличаться в зависимости от текущей оценки продолжительности выполнения операции. Наименее дорогостоящее сокращение длительности операций, входящих в состав критического пути, можно получить посредством первоочередного сокращения длительности операции, которой соответствует кривая затрат с минимальным углом наклона; затем необходимо сократить длительность операции, которой соответствует кривая со следующим по величине углом наклона, и т. д. Предположим, необходимо сократить длительность проекта на 3 дня. Для принятия правильного решения необходимо проанализировать три варианта сокращения (сокращение длительности некоторых операций на какую-либо часть дня исключается из рассмотрения):

- сократить одну операцию на 3 дня;
- сократить одну операцию на 2 дня и еще одну операцию — на 1 день;
- сократить три операции на 1 день каждую.

## 6.6. PERT: использование вероятностных оценок продолжительности выполнения операций

В процессе анализа метода СРМ, приведенного выше, ожидаемая продолжительность выполнения операций рассматривалась в качестве детерминированной величины. В методе PERT предусмотрена возможность анализировать продолжи-



**Рис. 6.6.** Вероятностное распределение продолжительности выполнения операций

тельность выполнения операций как вероятностную переменную. Следовательно, метод PERT больше подходит для применения в ситуациях, которые характеризуются высокой степенью неопределенности или недостатка информации для того, чтобы составить максимально точную оценку продолжительности выполнения операций. Каждое значение времени выполнения операции рассматривается как случайное число, которое подчиняется закону бета-распределения вероятностей. Параметры бета-распределения можно определить на основании трех оценок продолжительности выполнения операций, которые рассматриваются на рис. 6.6.

### Оптимистическая оценка времени

Оптимистическая оценка времени ( $a$ ) представляет собой продолжительность отрезка времени, которое потребуется для выполнения операции в случае благоприятного развития событий. Вероятность того, что выполнение операции окажется дольше этого отрезка времени, составляет 0,01.

### Пессимистическая оценка времени

Пессимистическая оценка времени ( $b$ ) представляет собой продолжительность отрезка времени, которое потребуется для выполнения операции в случае неблагоприятного развития событий.

Вероятность того, что выполнение операции окажется дольше этого отрезка времени, составляет 0,01.

### Наиболее оптимистическая оценка времени

Наиболее оптимистическая оценка времени ( $m$ ) представляет собой продолжительность отрезка времени, которое потребуется для выполнения операции (согласно мнению эксперта). Если бы операция выполнялась многократно при одних и тех же условиях (при отсутствии роста производительности в результате накопления опыта), именно это значение встречалось бы чаще всего.

Ожидаемая продолжительность выполнения операции равна  $t_e$  — среднему бета-распределения, которое определяется на основании данных трех оценок времени. Это среднее вычисляется как взвешенное среднее этих трех оценок по формуле:

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6}. \quad (6.4)$$

Предполагается, что стандартное отклонение данного распределения составляет одну шестую диапазона его значений. Дисперсия распределения определяется по уравнению:

$$\sigma^2 = \left( \frac{b - a}{6} \right)^2. \quad (6.5)$$

После вычисления значения  $t_e$  для каждой операции по формуле 6.4 критический путь и резерв времени можно определить посредством той же логики и тех же вычислений, которые представлены в предыдущем разделе при рассмотрении метода СРМ. Процедура PERT может быть выполнена посредством применения соглашения AON. (Так как первоначально процедура PERT основывалась на применении соглашения AOA, это соглашение можно чаще всего встретить во вводных описаниях PERT.) Самый ранний срок, в который может произойти то или иное событие (конец стрелки), —  $T_E$ ; это значение вычисляется посредством прямого прохода по сетевому графику.

Самое позднее время наступления того или иного события (при условии, что проект должен быть выполнен без отставания от графика) —  $T_L$ ; это значение вычисляется посредством обратного прохода по сетевому графику. Значения  $T_E$  и  $T_L$ , вычисленные для каждого события, представляют ту же информацию, которая была получена посредством метода СРМ.

### **Предостережение относительно использования вероятностных оценок**

Теоретическая корректность вычислений требует анализа всех возможных путей. Вероятность того, что проект будет завершен к заданному сроку, равна вероятности того, что к этому сроку будут завершены все операции по всем возможным путям. Для каждого пути можно установить относящуюся к нему дисперсию и распределение продолжительности выполнения операций; на основании этих значений можно вычислить вероятность того, что операции, входящие в состав того или иного пути, будут выполнены к заданному сроку. Вероятность того, что операции по всем путям будут завершены к этому сроку, представляет собой произведение вероятностей по каждому пути. Безусловно, все эти вычисления основываются на предположении, что специалист, оценивающий время выполнения операций, составил правильные описания распределения вероятностей, используя при этом корректные значения  $a$ ,  $m$  и  $b$  для каждой операции.

### **Моделирование длительности проекта**

В процессе традиционного анализа сетевого графика, построенного по методу PERT, внимание фокусируется на отыскании критического пути и на дальнейшем анализе его влияния на продолжительность выполнения проекта. При традиционном подходе не учитывается вероятность того, что выполнение операций, расположенных на каком-либо другом пути, будет задержано на промежуток времени, превышающий резервное время для этого пути. Процесс вычисления веро-

ятностей завершения проекта к определенному сроку по всем возможным путям разветвленного сетевого графика был бы очень громоздким, особенно если необходимо рассмотреть различные сроки завершения проекта.

Для составления оценок продолжительности выполнения проекта с учетом всех возможных путей сетевого графика можно использовать процедуру моделирования. Для того чтобы выполнить вычисления в соответствии с методом PERT, необходимо построить аппроксимации распределения вероятностей для значений продолжительности выполнения каждой операции. Такие распределения, или детальные эмпирические оценки, можно использовать для отображения вероятности того, что выполнение той или иной операции потребует разного количества времени. Одно значение продолжительности выполнения операции из распределения возможных значений выбирается по случайной схеме. Время выполнения всех операций, входящих в состав того или иного пути, суммируется, после чего сопоставляется длительность каждого возможного пути, чтобы отыскать путь с самой большой продолжительностью выполнения операций, а также с целью определения этой продолжительности. В некоторых случаях складывается ситуация, когда какой-либо другой путь, отличающийся от того пути, который изначально был определен как критический, может потребовать больше времени для выполнения проекта.

Процедура определения выборочных значений продолжительности выполнения операций, а также процедура отыскания самого длинного пути и вычисления продолжительности операций, расположенных на нем, выполняются на основании большого количества вычислительных экспериментов. По результатам процесса моделирования можно вычислить вероятность того, будет ли тот или иной путь критическим, а также построить распределение вероятностей длительности выполнения проекта по этому пути. Относительная частота, с которой тот или иной путь оказывался критическим в процессе моделирования, отображает вероятность того, что именно этот путь определит сроки завершения проекта. Относительная частота различных значений длительности проекта независимо от того, какой путь был самым длинным, отображает вероятность выполнения проекта в рамках конкретного промежутка времени. Поскольку в процессе выполнения такой процедуры требуется многократное повторение некоторых вычислений, для моделирования проекта реалистичного масштаба используется компьютер.

## **6.7. Мониторинг проектов с использованием сетевых методов**

Некоторые специалисты, применяющие в своей работе сетевые методы календарного планирования, утверждают, что сетевые графики существенно повышают качественный уровень управления проектами, даже если их выбросить сразу же после разработки. Основанием для такого утверждения является то, что для построения подобных графиков требуется составить детальный план выполнения всех работ по проекту. Вполне вероятно, что это утверждение соответствует истине. Однако существуют и другие аспекты, подтверждающие ценность сетевого планирования. Существует очень мало случаев (если вообще таковые встречаются), когда реализация проектов осуществляется в строгом соответствии с намеченными планами, насколько бы тщательно эти планы ни разрабатывались. Регулярно

обновляемый сетевой график показывает, в каких местах происходит отставание выполнения проекта от графика, причем еще до того, как это отставание станет критическим. Обновление и анализ сетевых графиков или распечаток компьютерных программ, в которых представлены данные обработки сетевых графиков, обеспечивают менеджеров проекта своевременной информацией. Дальнейшее использование и анализ сетевых графиков позволяют менеджерам отслеживать текущее и предполагаемое состояние проекта.

Те вычисления, которые были выполнены в процессе планирования проекта, можно повторить с использованием фактических значений продолжительности выполненных операций, а также с использованием самых последних оценок для оставшихся операций. В случае необходимости в сетевой график можно включить изменения, которые были внесены в план проекта. Для того чтобы привлечь внимание менеджеров к тем или иным операциям, можно вычислить текущие значения резерва времени для каждого пути сетевого графика. В некоторых случаях практикуется осуществление «волны» более детального планирования по ходу выполнения различных этапов долгосрочного проекта.

## **6.8. Использование программного обеспечения в управлении проектами**

Сетевые графики проектов часто содержат тысячи операций и могут представлять объем работ, рассчитанный на несколько лет. Такой график, построенный вручную, мог бы покрыть стены большой комнаты. Вычерчивание сетевого графика потребовало бы так много времени, что его обновление не успевало бы за ходом выполнения проекта и его непрерывно приходилось бы переделывать. Компьютеры оказывают очень большую помощь в управлении проектами, особенно крупными. Посредством компьютера можно хранить, обновлять и восстанавливать данные о проекте. Фактические сроки начала и завершения операций, а также другие данные могут регистрироваться по ходу выполнения проекта. Фактическое состояние проекта можно сопоставить с базовым планом для того, чтобы определить влияние любых отклонений на ход выполнения работ, а также, чтобы в случае необходимости сформировать новые планы.

Компьютер может предоставить в распоряжение специалистов «волну» детальной информации, получаемой по ходу выполнения проекта. Идентификацию наиболее критических операций, подлежащих выполнению в рамках проекта, можно выполнить посредством сортировки этих операций в порядке возрастания значений резерва времени. Для того чтобы определить, где можно использовать имеющиеся ресурсы, операции могут быть отсортированы по принципу отбора значений раннего срока начала, попадающих в заданный диапазон. Сортировка операций может быть выполнена также по принципу отбора значений позднего срока начала, попадающих в заданный временной интервал; цель такой сортировки состоит в том, чтобы проследить за своевременным началом выполнения соответствующих операций и предотвратить отставание от графика. Для обеспечения необходимыми данными процесса планирования загрузки производственных мощностей, а также для заключения субконтрактов операции могут быть отсортированы по конкретному типу выполняемых работ. Детальные фрагменты сетевого

графика проекта могут быть распечатаны и переданы в распоряжение специалистов фирм-подрядчиков, чтобы скоординировать их часть работы по реализации проекта. Существует много других способов применения компьютеров в процессе управления проектами.

В настоящее время разработано большое количество пакетов прикладных программ, предназначенных для поддержки управления проектами. Многие из этих пакетов применяются на компьютерах. Некоторые из них могут обрабатывать данные о тысячах операций и способны устанавливать взаимосвязи различных проектов. Программы такого типа могут выполнять построение сетевых графиков, графиков Ганта и составлять различные отчеты. В некоторых программах предусмотрена возможность выполнения календарного планирования, направленного на выравнивание использования ресурсов. Эти программы могут обмениваться данными. Отчеты и сетевые графики, полученные посредством большинства таких программ, распечатываются на принтерах; в некоторых программах предусмотрен вывод соответствующей информации на плоттер. Такие программы, как Harvard Project Manager©, MacProject©, Primavera©, Project Planner©, Time Line©, QUICKNET© и SuperProject Expert©, — это только небольшая часть из всех имеющихся пакетов прикладных программ для компьютеров. Некоторые более современные программы, такие как Microsoft Project for Windows©, Time Line©, Project Scheduler 4©, имеют в своем составе графические пользовательские интерфейсы, предоставляющие пользователям новые возможности. Например, пакет программ Microsoft Project for Windows© предоставляет пользователям возможность увеличивать или сокращать продолжительность выполнения операции посредством изменения размеров столбика, который представляет операцию, в графике Ганта. Во всплывающем окне, появляющемся на экране, отображается срок, до которого длительность операции была увеличена или сокращена. В пакете прикладных программ предусмотрена также возможность перемещения заданий, которые отображены в сетевом графике, а также возможность отображения зависимостей между этими заданиями. Эти примеры иллюстрируют некоторые возможности пакета прикладных программ, разработанного специально для компьютеров.

Один из первых шагов в применении программ такого типа состоит в том, чтобы отметить на календарном графике проекта все выходные и праздничные дни, которые будут иметь место на протяжении всего периода реализации проекта. Затем, используя имеющиеся меню и клавиатуру, пользователь конструирует на экране каждое рабочее задание проекта, а также вводит данные о взаимосвязях этих заданий. Кроме того, вводятся данные об объемах ресурсов, которые требуются для выполнения каждого рабочего задания. В результате будет получен сетевой график, который можно или вывести на экран, или распечатать с помощью принтера.

С помощью пакета программ можно подготовить календарные графики выполнения работ в соответствии с продолжительностью выполнения операций, которая была определена в процессе построения сетевого графика. Кроме того, существует возможность выравнивания использования ресурсов, т. е. программа может выполнить процедуру прямого календарного планирования для того, чтобы продолжительность использования ресурсов не превышала их нормально-

го времени использования. После определения сроков начала и завершения для каждого рабочего задания программа может отобразить на экране календарный график, отображенный на временном графике Ганта. Плановые сроки начала и завершения могут быть отображены в виде линий, построенных для каждого рабочего задания на графике Ганта. Данные о фактических сроках начала и завершения операций, а также соответствующие объемы затрат могут вводиться по ходу выполнения проекта. Фактическая продолжительность операций может быть отображена как вторая линия, соответствующая каждому рабочему заданию. Ведение файла, содержащего исходные данные о продолжительности операций, позволяет сопоставить фактическую продолжительность выполнения операций с плановыми показателями, что позволяет вовремя зафиксировать отставание хода работ от графика. В таблице затрат отображаются данные о фактических затратах. Такой пакет прикладных программ, так же как и многие другие, имеет много других характеристик и возможностей.

## Резюме

Проект представляет собой сложное, во многих случаях крупномасштабное предприятие, которое является единственным в своем роде или нестандартным для компании, в рамках которой планируется реализация проекта. Широкое разнообразие факторов, которые необходимо учесть в процессе осуществления проекта, делает управление проектом исключительно сложной задачей. Реализация проекта может длиться несколько лет.

Работы, которые необходимо выполнить в рамках проекта, могут оказаться нетипичными для данной компании. Выполнение проекта может потребовать усилий рабочих групп разных профилей, и каждая из этих групп может быть привлечена к выполнению только части проекта. Это приводит к отсутствию преемственности в плане повышения квалификации работников, более глубокого проникновения в сущность выполняемых работ, а также в плане формирования рабочих взаимоотношений, которые позволили бы упростить координацию действий различных рабочих групп.

Успешная реализация проекта требует обязательного наличия в распоряжении компании эффективных средств определения производственных потребностей, необходимых для выполнения проекта, а также средств их упорядочивания и установления их взаимосвязей. В некоторых случаях идентификация всех элементов работ, подлежащих выполнению, осуществляется посредством разработки структуры работ проекта (WBS). Сетевые методы планирования, такие как PERT и CPM, доказали свою высокую эффективность как в сфере планирования проектов, так и в сфере управления ими.

Основное отличие между методами PERT и CPM состоит в том, что PERT учитывает вероятностные оценки продолжительности выполнения операций и длительности всего проекта, в то время как в методе CPM такая возможность не предусмотрена. Методы PERT и CPM имеют ряд преимуществ. Оба метода требуют детального планирования проектов, так как они предусматривают оценку продолжительности выполнения операций или проектов в целом, а точность этих оценок зависит от степени точности входных данных. Методы PERT и CPM по-

зволяют отобразить в графическом виде рабочие задания их взаимосвязи, а также описать их универсальными терминами, что облегчает взаимодействие исполнителей проекта. Как PERT, так и СРМ идентифицируют критический путь — последовательность операций, которые с наибольшей степенью вероятности могут привести к задержке завершения проекта. Оба метода имеют в своем распоряжении эффективные средства сопоставления фактических показателей с плановыми, что, в свою очередь, позволяет своевременно выявить необходимость в выполнении корректирующих действий и запланировать их выполнение.

Процедура реализации сетевых методов начинается еще на этапе планирования, в процессе идентификации всех операций, которые подлежат выполнению в рамках проекта, а также в процессе определения последовательности их выполнения. С целью графического отображения последовательности всех операций, входящих в состав проекта, строится сетевой график. Построение сетевого графика выполняется либо на основании соглашения об обозначении операций стрелками, либо на основании соглашения об обозначении операций узлами.

Второй важный этап сетевого планирования — это составление календарного графика выполнения операций, входящих в состав проекта. В процессе прямого прохода по сетевому графику (т. е. при передвижении слева направо) вычисляются значения самых ранних сроков выполнения каждой операции. В процессе обратного прохода по сетевому графику (при передвижении справа налево) вычисляются значения самых поздних сроков выполнения каждой операции, при которых проект может быть выполнен без отставания от графика. Разность между этими значениями составляет резерв, или запас времени, — время, на которое выполнение той или иной операции может быть отложено по отношению к самому раннему сроку начала, не вызывая при этом отставания от графика выполнения проекта в целом. Эту информацию можно использовать для внесения изменений в планы распределения ресурсов с целью оптимизации их использования, а также с целью ускорения реализации проекта.

Третий этап использования методов PERT и СРМ состоит в мониторинге хода выполнения проекта, а также в обновлении данных, отображенных на сетевом графике. В случае если имеет место отклонение фактического хода выполнения работ от плановых показателей, менеджеры проекта могут принять решение о том, какое действие было бы целесообразнее предпринять: перераспределить ресурсы таким образом, чтобы устранить отставание от календарного графика выполнения работ или внести изменения в этот график.

Метод СРМ в некоторых случаях сводится к отысканию компромисса между временем и затратами с целью определения такого способа ускорения реализации проекта, который потребовал бы минимальных затрат. Исходные оценки продолжительности выполнения операций основываются на предполагаемой численности команды, работающей над проектом, составе оборудования, а также продолжительности рабочего дня. Оценка дополнительных затрат на то, чтобы сэкономить одну, две, три или больше единиц времени (таких, как день, например), может быть определена для каждой операции критического пути. Затем полученные оценки могут быть использованы для отыскания наиболее эффективно-го способа сокращения длительности операций, входящих в состав критического пути, на требуемое количество времени.

Ожидаемые сроки выполнения проекта, полученные в результате применения метода PERT, предположительно представляют собой среднее нормального распределения возможных значений длительности проекта. Вероятность выполнения проекта за промежуток времени, который меньше некоторого заданного значения, может быть определена посредством преобразования этого значения в значение  $z$  с последующим вычислением вероятности того, что  $z$  не превысит заданное значение длительности проекта. В некоторых случаях используется процедура моделирования, которая позволяет учесть возможные значения продолжительности выполнения операций, расположенных как на критическом пути, так и на других маршрутах.

## Ключевые термины

Activity-on-node (AON) — соглашение об обозначении операций узлами  
Activity-on-arrow (AOA) — соглашение об обозначении операций стрелками  
Program evaluation and review technique (PERT) — метод оценки и пересмотра программ  
Work Breakdown Structure (WBS) — структура работ проекта  
Досрочное выполнение проекта  
Запас или резерв времени  
Критический путь  
Матричная организация проекта  
Метод критического пути  
Наиболее вероятная оценка времени  
Обратный проход  
Операции  
Оптимистическая оценка времени  
Отношения предшествования  
Пессимистическая оценка времени  
Последующая операция (преемник)  
Предшествующая операция (предшественник)  
Проект  
Прямой проход  
Свободный резерв (запас) времени  
Сетевой график  
События  
Фиктивная операция  
Этап выполнения проекта  
Этап завершения проекта  
Этап планирования или анализа осуществимости проекта  
Этап формирования концепции проекта  
Этап формирования организационной структуры проекта

## Контрольные вопросы

1. Почему компании, в которой для выполнения многих задач используется такая стратегия управления, как управление проектами, очень выгодно иметь в своем распоряжении словарь стандартных терминов и универсальный метод календарного планирования?

2. Назовите различия между проектом и рабочим заданием, которое выполняется в рамках предприятия единичного производства или сервисного предприятия.
3. Что такое структура работ проекта (WBS)? Кратко опишите значение WBS.
4. Назовите основное отличие между методами PERT и CPM.
5. Что такое свободный резерв?
6. На каком теоретическом основании делается предположение о том, что длительность проекта может быть отображена нормальным распределением вероятностей?
7. Почему только в результате анализа критического пути можно получить оптимистическую оценку того, что проект будет выполнен за заданное количество времени?
8. Почему может сложиться ситуация, когда моделирование обеспечивает оценку вероятности завершения проекта к заданному сроку, отличающуюся от оценки длительности проекта, сделанной на основании анализа критического пути?

## Упражнения с использованием сети Интернет

1. Компания *Baskin Robbins* широко известна своими экзотическими сортами мороженого, среди которых можно назвать «Сердцем к сердцу» и «Вишневое с печеньем». Для того чтобы идти в ногу со временем, специалистам компании приходится постоянно изобретать новые вкусовые оттенки различных сортов мороженого. Предположим, вы — менеджер проекта, который планируется осуществить в компании *Baskin Robbins*. Ваша работа состоит в том, чтобы придумать новый сорт мороженого и внедрить его в производство. Посетите web-сайт компании *Baskin Robbins* по адресу [www.baskinrobbins.ru/](http://www.baskinrobbins.ru/) и просмотрите имеющуюся на нем информацию о компании и ее продукции. Затем составьте таблицу, столбцы которой должны быть озаглавлены следующим образом: «Этап формирования концепции проекта», «Этап планирования проекта», «Этап формирования организационной структуры проекта», «Этап завершения проекта». Затем в каждом столбце опишите конкретные задания, которые, по вашему мнению, должны быть выполнены, чтобы внедрить ваш новый сорт мороженого в производство. Не забудьте дать своему сорту мороженого название, а также составьте описание этого сорта.
2. Сетевые книжные магазины, такие как *Ozon*, часто проводят специальные рекламные акции с целью продвижения на рынок новых книг или с целью поддержки новых авторов. Посетите web-сайт компании по адресу [www.ozon.ru](http://www.ozon.ru) и просмотрите имеющуюся на нем информацию о книгах, которые продаются в Сети, а также о других аспектах бизнеса. Затем представьте себе, что вы — менеджер компании *Ozon*. Выберите одну из книг, названия которых вы найдете на домашней странице сайта компании (или выберите книгу, которую вы недавно прочитали и которая вам понравилась), и приступайте к планированию специальной рекламной акции, которая должна быть проведена в интернет-магазине. Выполнив процедуру планирования, кратко опишите в письменном виде, какую акцию вы планируете провести и какие специалисты войдут в рабочую группу по реализации вашего проекта. В эту группу следует включить как служащих, так и специалистов, не принадлежащих к числу работников компании (например, представителей издательской фирмы). Опишите круг обязанностей каждого члена группы, занимающейся реализацией вашего проекта.

## Литература

1. *Андерсен Б.* Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования / Пер. с англ., под науч. ред. Ю. Л. Адлера. 5-е изд. М.: РИА «Стандарты и качество», 2008.

2. *Детмер У.* Теория ограничений Годратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
3. *Taha X. A.* Введение в исследование операций / Пер. с англ. 7-е изд. М.: Вильямс, 2005.
4. *Управленческое консультирование: Введение в профессию* / Пер. с англ., науч. редактор А. А. Гладышев. М.: Планум, 2004.
5. *Чейз Р. Б., Джейкобз Ф. Р., Аквилано Н. Дж.* Производственный и операционный менеджмент / Пер. с англ. 10-е изд. М.: Вильямс, 2007.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ПРОГРАММЕ РЕОРГАНИЗАЦИИ «АЛЬФА-БАНКА»<sup>1</sup>**

### **Справка об ОАО «Альфа-Банк»**

«Альфа-Банк» — крупнейший частный банк России, успешно работающий с 1990 г. «Альфа-Банк» является универсальным банком, осуществляющим все основные виды банковских операций, представленных на рынке финансовых услуг, включая обслуживание частных и корпоративных клиентов, инвестиционный банковский бизнес, торговое финансирование и управление активами. Банк входит в число самых надежных и диверсифицированных финансовых структур России.

«Альфа-Банк» является одним из крупнейших банков России по величине активов и собственного капитала. По данным аудированной финансовой отчетности (МСФО) за 2005 г., активы группы «Альфа-Банк», куда входят ОАО «Альфа-Банк», дочерние банки и финансовые компании, составили \$9,8 млрд, чистая прибыль — \$180,6 млн, собственный капитал — \$855,5 млн, кредитный портфель — \$5,7 млрд.

В нем обслуживается более 40 тыс. корпоративных клиентов и около 1,5 млн физических лиц. Кредитование — один из наиболее важных продуктов, предлагаемых банком корпоративным клиентам. Кредитная деятельность включает: кредитование оборотного капитала и капитальных вложений, торговое кредитование, торговое и проектное финансирование. Среди клиентов «Альфа-Банка» есть крупные предприятия, при этом основные заемщики — предприятия среднего бизнеса. «Альфа-Банк» диверсифицирует свой кредитный портфель, последовательно снижая его концентрацию.

Стратегическое направление деятельности «Альфа-Банка» — розничный бизнес. В 2004 г. банк вышел на рынок потребительского кредитования.

### **Описание проекта**

В конце прошлого века «Альфа-Банк» принял решение о переходе на современную систему банковских услуг с доступом к банковским сервисам из всех существующих средств связи, таких как Интернет, телефон, банкоматы и собственно офисы банка. Сейчас эта система называется «Альфа-Банк Экспресс».

Первоначально проект перехода рассматривался как проект информационно-технического объединения различных современных возможностей доступа к счетам клиентов и был поручен департаменту информационных технологий (ИТ) банка. Но очень скоро стало ясно, что реализация проекта затронет практически все подразделения банка и приведет к существенным изменениям основных бизнес-процессов. Информационно-технический проект породил амбициозную программу радикальной модернизации всего бизнеса и облика «Альфа-Банка».

Стратегический характер программы потребовал соответствующих средств разработки и координации планов работ многочисленных департаментов и филиалов и не менее сильных средств контроля исполнения этих планов.

Для координации программы было создано небольшое подразделение из 6–7 сотрудников. Это подразделение разработало методики контроля программы по следующим направлениям:

<sup>1</sup> [www.intalev.nnov.ru/index.php](http://www.intalev.nnov.ru/index.php)

- координация планов работ проектов в рамках программы;
- контроль сроков исполнения основных контрольных событий;
- контроль финансовых расходов программы;
- контроль работ поставщиков и подрядчиков.

Разработанные методики основывались на современных принципах управления проектами (стандарт PMBOK Guide). Основной задачей настоящего кейса является анализ эффективности подобных методик для управления большими программами.

### Уроки проекта

Настоящий проект был одной из первых успешно реализованных попыток построения системы управления проектами (СУП) в России. На пути построения СУП были и достижения, и неудачи.

Должны быть в наличии базовые формализованные правила исполнения проектов и единый центр контроля исполнения проектов. Отсутствие СУП практически гарантирует провал любого существенного начинания, тогда как наличие СУП существенно снижает транзакционные издержки (затраты «неразберихи») и повышает шансы на успех проектов.

При отсутствии формализованных правил действуют правила неформальные и интуитивные. При этом неизбежные конфликты между участниками программы разрешаются на основе корпоративной культуры и относительной «силы» сторон, а не на основе интересов самой программы или интересов организации. Удивительно, но установление даже элементарных правил исполнения проектов программы приводит к радикальному синергетическому эффекту в интересах программы и исполняющей организации, а отсутствие таковых правил, т. е. использование корпоративной практики при исполнении проектов программы, приводит к неизбежным проблемам как для программы, так и для всей организации.

### Контроль результатов и сроков по контрольным точкам

Одной из основных составляющих СУП «Альфа-Банка» являлась система контроля сроков. Появление контроля результатов и сроков проектов программы на уровне контрольных событий отразилось на планах, которые стали конкретными, «деловыми» и «отчужденными» от менеджеров проектов и исполнителей. Это привело к самым неожиданным и приятным последствиям: СУП предоставила всем участникам программы, как исполнителям, так и контролерам, более полную, более достоверную и более доступную информацию о состоянии программы, чем это было ранее. Раньше высшее руководство банка имело представление о состоянии программы только на уровне десятка основных пакетов работ: «Разработка архитектуры системы», «Поставка оборудования», «Внедрение системы в московских офисах» и т. д. На таком высоком уровне невозможно было определить конкретную ответственность исполнителей, так как в каждом пакете работ участвовали несколько проектов. Ежемесячные отчеты исполнителей программы сообщали о состоянии исполнения этих пакетов работ и текущих проблемах. В детали исполнения программы были посвящены только исполнители. У высшего руководства банка был единственный способ узнать эти детали — задать вопрос менеджерам проектов на ежемесячных собраниях. Это не давало цельной и объективной картины состояния исполнения программы и приводило к недоверию высшего руководства к исполнителям программы. Появление СУП выразилось для высшего руководства в том, что теперь им стал доступен для контроля еще один уровень программы: в каждом пакете работ появилось около десяти контрольных точек, и вся программа превратилась в сотню контролируемых событий, сгруппированных по десятку пакетов работ.

Появление СУП привело к возникновению контрольных точек в каждом проекте и как следствие — к появлению онлайн-отчета о состоянии контрольных точек. Отчет был доступен через сеть банка и представлял плановые и фактические даты исполнения контрольных точек во всех проектах программы.

Опыт реализации программы «Альфа-Банка» убедительно показал, что система управления проектами даже в своей базовой реализации приводит к существенным преимуще-

ствам, главными из которых являются повышенная прозрачность и обозримость большой системы проектов. А это повышает качество управленческих решений и снижает как транзакционные, так и прямые издержки управления.

Дальнейшее совершенствование системы управления проектами видится в двух основных направлениях: во-первых, расширение функционала самой СУП, во-вторых, интеграция СУП в систему управления организацией. Оба направления требуют как применения современных концепций управления, так и использования современного программного обеспечения управления организацией.

ООО «Группа компаний «Инталев»»

# ГЛАВА 7

## Моделирование

### 7.1. Определение моделирования

В широком смысле моделирование можно определить как совокупность методов, предназначенных для исследования объектов познания, построения и изучения моделей предметов, процессов или явлений, чтобы получить объяснение этих явлений и предсказать поведение исследуемых объектов и процессов.

Моделирование операций впервые было применено во время Второй мировой войны. Необходимо было оптимизировать доставку вооружения и провианта на фронт. Задача была сформулирована и в рамках модели успешно решена. Сегодня трудно назвать сферу человеческой деятельности, где ни применялось бы моделирование. Для каждой системы могут быть созданы свои модели,

В настоящее время исследование и моделирование операций являются важными инструментами при принятии решений в различных областях знаний.

Моделирование позволяет получить данные, которые могут являться основой для принятия решений, но не являются методом оптимизации, выдающим решения: скорее позволяет оценить альтернативы «что было бы, если...», т. е. позволяет разработчикам проверить уже имеющиеся решения.

В узком (с точки зрения операций) смысле моделирование превратилось в стандартный инструмент менеджмента, его используют для планирования производственных мощностей, определения уровня запасов, потребностей в ресурсах, составления графиков производства, анализа очередей и планирования операций.

Поскольку модель отражает главные свойства объекта моделирования с точки зрения решаемой задачи, то процесс создания, применения, использования модели называют моделированием. Основными функциями моделирования являются:

- получение информации о свойствах объекта;
- упрощение этой информации;
- создание модели;
- управление моделью для получения информации по оптимизации объектов и процессов;
- прогнозирование;
- диагностика.

Моделирование позволяет, имитируя реальную ситуацию, получить данные, необходимые для принятия решения.

В исследовании операций не существует единого общего метода решения. Выбор метода диктуют тип и сложность исследуемой модели.

## Виды моделирования

На сегодняшний день не существует единого подхода к классификации моделирования. Как классификационные признаки можно выделить характер моделей, сферу приложения моделирования, характер моделируемых объектов. Известны такие виды моделирования, как:

- информационное;
- математическое;
- цифровое;
- логическое;
- статистическое;
- структурное;
- экономико-математическое;
- имитационное и т. д.

Модель рассматривается как описание объекта (предмета, процесса или явления), составленное с целью изучения его свойств на каком-либо формализованном языке. В исследовании операций применяется большое количество разнообразных моделей, здесь перечислены наиболее распространенные группы.

*Транспортные модели* описывают перемещение груза из пункта отправления (место производства) в пункт назначения (склад). Результатом решения такой модели будет объем перевозок из пунктов отправления в пункты назначения с минимальной суммарной стоимостью перевозок, при условии ограничений отправки, приемки и потребности в грузе. В общем случае транспортные модели можно применять для описания процессов, связанных с управлением финансовыми потоками, составлением расписания, управлением запасами.

*Сетевые модели* предполагают применение оптимизационных алгоритмов к составлению графиков работ (с определением начала и завершения отдельных этапов работ), определения схем транспортировки и максимальной пропускной способности (например, поиск кратчайшего пути, определение критического пути и максимального потока).

*Детерминированные модели* управления запасами описывают задачи, целью которых является нахождение такого уровня запаса, который уравнивает два его крайних состояния. Низкий уровень приводит к остановке производства, высокий приводит к издержкам «связывания капитала». Объем спроса на хранимый запас в единицу времени может быть достоверно известным (детерминированным) или вероятностным.

*Вероятностные модели* управления запасами отличаются тем, что учитывают вероятностную природу спроса и подразделяются на модели с непрерывным и периодическим контролем уровня запасов.

*Модели систем массового обслуживания* позволяют определить критерии функционирования обслуживающей системы, среди которых наиболее значимыми являются среднее время ожидания в очереди и средняя длина очереди. Результаты исследования таких систем можно использовать для оптимизации модели со стоимостными характеристиками, в которой минимальные суммарные затраты

связаны с предоставлением услуг и потерь, обусловленных задержками в их предоставлении.

*Имитационные модели* применяются при исследовании поведения реальных систем. Имитационное моделирование не решает задач оптимизации, оно представляет собой технику оценки значений функциональных характеристик моделируемой системы. Применяются в основном для ситуаций, которые можно описать как системы массового обслуживания (например, оценка поведения потребителя, определение цен, экономическое прогнозирование). Использование современных имитационных моделей основывается в основном на идее метода Монте-Карло.

## 7.2. Процесс моделирования

**Первый этап** построения модели предполагает наличие некоторых знаний об объекте-оригинале. Познавательные возможности модели обуславливаются тем, что модель отображает (воспроизводит, имитирует) какие-либо существенные черты объекта-оригинала. Вопрос о необходимой и достаточной мере сходства оригинала и модели требует конкретного анализа. Очевидно, модель утрачивает свой смысл как в случае тождества с оригиналом (тогда она перестает быть моделью), так и в случае чрезмерного во всех существенных отношениях отличия от оригинала. Таким образом, изучение одних сторон моделируемого объекта осуществляется ценой отказа от исследования других сторон. Поэтому любая модель замещает оригинал лишь в строго ограниченном смысле. Из этого следует, что для одного объекта может быть построено несколько «специализированных» моделей, концентрирующих внимание на определенных сторонах исследуемого объекта или же характеризующих объект с разной степенью детализации.

На **втором этапе** модель выступает как самостоятельный объект исследования. Одной из форм такого исследования является проведение «модельных» экспериментов, при которых сознательно изменяются условия функционирования модели и систематизируются данные о ее «поведении». Конечным результатом этого этапа является множество (совокупность) знаний о модели.

На **третьем этапе** осуществляется перенос знаний с модели на оригинал — формирование множества знаний. Одновременно происходит переход с «языка» модели на «язык» оригинала. Процесс переноса знаний проводится по определенным правилам. Знания о модели должны быть скорректированы с учетом тех свойств объекта-оригинала, которые не нашли отражения или были изменены при построении модели.

**Четвертый этап** — практическая проверка получаемых с помощью моделей знаний и их использование для построения обобщающей теории объекта, его преобразования или управления им.

Моделирование — циклический процесс. Это означает, что за первым 4-этапным циклом может последовать второй, третий и т. д. При этом знания об исследуемом объекте расширяются и уточняются, а исходная модель постепенно совершенствуется. Недостатки, обнаруженные после первого цикла моделирования, обусловленные малым знанием объекта или ошибками в построении модели, можно исправить в последующих циклах.

Сейчас трудно указать область человеческой деятельности, где ни применялось бы моделирование. Разработаны, например, модели производства автомобилей, выращивания пшеницы, функционирования отдельных органов человека, жизнедеятельности Азовского моря, последствий атомной войны. В перспективе для каждой системы могут быть созданы свои модели, перед реализацией каждого технического или организационного проекта должно проводиться моделирование.

Анализ с помощью моделирования предполагает применение множества самых разных моделей и методов. Исходя из этого моделирование представляет собой не просто инструмент анализа возникающих проблем, а комплексный подход к их решению.

Объектом моделирования могут стать самые разные аспекты реального мира; кроме того, в качестве модели может быть использован любой способ отображения того или иного фрагмента реальности. Можно сказать, что практическое применение процессов моделирования не имеет границ.

В качестве объекта анализа в процессе моделирования может выступать непрерывная переменная (такая, как траектория полета ракеты) или дискретная переменная (например, количество клиентов, которых может принять ресторан быстрого обслуживания). Модель может быть физической (например, когда в процессе исследования проблем защиты от наводнений создается точная уменьшенная модель географического ландшафта, по которой пропускается настоящая вода). Кроме того, модель может представлять собой систему математических уравнений, описывающую поведение некоторых характеристик реальной системы как функцию условий, которые могут иметь место. Некоторые несложные процедуры моделирования могут выполняться вручную, однако в большинстве случаев моделирование выполняется с применением вычислительной техники. В случае если моделирование выполняется на базе аналоговых компьютеров, для отображения значений непрерывных переменных, описывающих реальную систему, можно использовать различные уровни электрического напряжения или различную силу тока. Однако в большинстве случаев используются цифровые компьютеры; при этом значения действительных переменных хранятся в виде цифровых данных. Дискретное моделирование, выполняемое с привлечением цифровых компьютеров, — это тот тип моделирования, который имеет наибольшее значение для операционного менеджмента и который чаще всего рассматривается в литературе, посвященной проблемам операционного менеджмента.

### 7.3. Преимущества моделирования

Моделирование может успешно применяться для решения задач, которые на первый взгляд кажутся трудноразрешимыми и слишком сложными для того, чтобы их можно было решить обычными математическими способами. Построение моделей методом проб и ошибок позволяет найти решение, достаточно близкое к оптимальному.

Моделирование может стать важным средством обучения, которое позволяет глубже осмыслить характеристики системы по сравнению с простым решением уравнения при оптимальном значении соответствующей переменной. Формула оптимизации применима только в стационарных условиях, однако реальная

среда, в которой функционирует та или иная система, может с течением времени изменяться. Именно поэтому процесс моделирования во многих случаях связан с исследованием систем, функционирующих в нестационарных (динамических) условиях. В качестве примера можно привести работу банка, в котором интенсивность входящего потока клиентов может быть очень высокой в течение определенных периодов дня (на протяжении обеденного перерыва и перед закрытием банка), что приводит к увеличению потребности в кассирах и кассовых окнах, необходимых для обслуживания клиентов на протяжении этих периодов.

Моделирование позволяет исследовать систему при контролируемых условиях. На модель не распространяется эффект Хоторна (*Hawthorne effect*), в соответствии с которым происходит изменение поведения людей из-за того, что они принимают участие в исследовании. Специалист, осуществляющий исследования, может выбрать переменные, значения которых подлежат изменению, а также диапазон этих изменений. В процессе моделирования могут быть получены результаты анализа различных комбинаций внутренних операционных стратегий, а также различных условий внешней среды, которые могут и не сложиться в реальной среде в рамках обозримого промежутка времени. В таком случае моделирование позволяет спроецировать эти условия на будущее, чтобы компания могла соответствующим образом подготовиться к их возникновению.

Реализация процесса моделирования может повлечь за собой не такие большие затраты и не столь высокий уровень риска для людей, имущества или бизнеса, как в случае проведения реальных экспериментов. Во многих случаях дешевле изменить саму модель, чем некоторые аспекты реальной системы. Если бы в результате изучения одного из альтернативных вариантов посредством выполнения фактических экспериментов произошло повреждение реальной системы, было бы очень дорого или даже невозможно восстановить исходное состояние этой системы, чтобы испытать еще один альтернативный вариант. Во многих случаях складывается ситуация, когда потеря реальных клиентов или работников оказывается невосполнимой.

Моделирование предоставляет возможность расширять или сужать временные границы с целью обеспечения более детального анализа определенных событий. Кроме того, процесс моделирования позволяет получить сведения о характеристиках системы на несколько лет вперед, а также сопоставить действие различных альтернативных вариантов без запаздывания и без искажений, свойственных долговременной человеческой памяти: при наличии правильно построенной модели человеку нет необходимости вспоминать, какие результаты были получены при различных условиях функционирования системы.

#### **7.4. Недостатки моделирования и меры предосторожности, которых следует придерживаться при построении моделей**

Модель представляет собой формализованный набор предположений относительно поведения реальной системы. Для того чтобы сформированная модель была действенной, она должна давать достаточно надежную картину ситуации, которую описывает. Совершенно очевидно, что принятие решений, основанных

на ошибочных предположениях, заключает в себе серьезную опасность независимо от типа моделей, в которых используются эти предположения, будь то расчетная модель, или модель, построенная на основании интуитивных мысленных представлений, или математическая модель оптимизации. В процессе построения модели могут быть потеряны данные о многих исходных условиях, имеющие критическое значение для функционирования системы, поэтому рекомендуется фиксировать все исходные предположения. Это позволит специалистам, знакомым с реальной системой, оценить внешнюю адекватность модели, т. е. правильность исходных предположений и обоснованность логики построения модели.

В процессе моделирования не выполняется оптимизация реальной ситуации. Модель только иллюстрирует результаты развития тех или иных альтернативных вариантов деятельности при определенных условиях. Анализ альтернативных вариантов посредством моделирования не гарантирует того, что будет найдено оптимальное решение проблемы. Даже при наличии достаточно точной или надежной модели существует опасность того, что в процессе моделирования не были учтены те варианты, которые могли бы принести компании максимальную выгоду.

Предположим, в результате моделирования все-таки был найден оптимальный вариант решения проблемы. Однако даже в этом случае соотношение между прибылью, которую можно получить в результате принятия такого решения, и издержками на создание модели может свидетельствовать о нецелесообразности применения моделирования в данном случае. Моделирование может повлечь за собой большие затраты. Формулирование и анализ пригодности моделей может потребовать проведения всесторонних полевых исследований, которые, в свою очередь, являются очень трудоемкими и дорогостоящими. В принципе, должны существовать достаточно обоснованные гарантии того, что потенциальные выгоды от реализации процесса моделирования оправдают расходы на построение модели. Очевидно, что для проведения анализа посредством моделирования на должном уровне требуется финансирование еще до начала процесса моделирования.

## 7.5. Методология моделирования

Проведение исследований на основе методов моделирования сводится к выполнению ряда действий на протяжении нескольких этапов. Следует отметить, что они могут повторяться в случае, если в процессе выполнения снова возникнет потребность в возвращении к одному из них.

### Этапы моделирования

**1. Выявление проблемы.** Если вы знаете, что ищете, у вас больше шансов найти то, что вам нужно. Четкая идентификация целей моделирования существенно увеличивает вероятность того, что эти цели будут достигнуты.

**2. Анализ потенциальных издержек и выгод.** Поскольку проведение исследований на основе моделирования может оказаться очень дорогостоящим, целесообразно выполнить предварительный анализ вероятных издержек и возможных выгод, которые можно получить в результате его выполнения. Можно допустить, что какой-либо другой метод решения проблем может оказаться более быстрым и менее дорогостоящим. Последующие этапы следует выполнять в случае под-

тверждения экономической целесообразности анализа реальной ситуации посредством моделирования.

**3. Абстрагирование реальной системы до уровня модели.** На данном этапе необходимо прежде всего определить границы системы, подлежащей моделированию. В ее состав входят определенные объекты, элементы системы или компоненты, которые представляют собой предмет интереса при изучении системы. С точки зрения математической интерпретации объекты системы и их атрибуты представляются как параметры и переменные. Примером такого объекта может служить клиент, который заходит в банк

Каждый объект системы может иметь атрибуты, или свойства. Атрибутом клиента банка может быть тип деловой операции, которую он намерен осуществить. Далее необходимо определить типы действий, предпринимаемых в рамках системы (таких, как открытие депозитного счета клиентом банка). Эти действия могут обусловить некоторое изменение состояния системы, а также могут оказать влияние на некоторые взаимосвязанные компоненты.

В процессе построения модели для представления соответствующих компонентов системы используются символы или объекты, а взаимосвязи этих компонентов выражены в какой-либо логической (возможно, математической) форме. Построенная модель должна достаточно точно представлять реальную систему, будучи в то же время достаточно простой для понимания и выполнения соответствующих преобразований. Только такой способ позволяет составить прогноз состояния реальной системы, функционирующей в динамически изменяющихся условиях. В процессе моделирования необходимо найти разумный компромисс между желанием максимально упростить модель и желанием обеспечить адекватную аппроксимацию реальной системы.

Упрощение модели можно выполнить посредством ряда последовательных аппроксимаций. В некоторых случаях с целью сокращения количества компонентов, имеющихся в системе, можно объединить два или более компонента в одно целое. Математические взаимосвязи компонентов могут быть упрощены посредством описания этих взаимосвязей с помощью менее сложных функций. Например, в рамках того диапазона значений, в пределах которого будет изучаться поведение переменной, в качестве оправданной аппроксимации взаимосвязи может быть использована линейная функция. В некоторых случаях детерминированные взаимосвязи используются для упрощения стохастических элементов модели (элементов, значения которых подвержены случайным изменениям). Специалист, занимающийся построением модели, должен определить, в каких случаях возможно упрощение реальной системы без потери важных деталей.

**4. Условное представление модели.** Для того чтобы выполнить процедуру моделирования с использованием компьютера, описание модели должно быть представлено на языке, понятном для компьютера. С этой целью разработан ряд языков моделирования высшего порядка, в частности, — GPSS, DYNAMO, SIMSCRIPT. Использование специальных языков моделирования для описания моделей позволяет сэкономить время; программы, написанные на этих языках, характеризуются большей гибкостью. Помимо всего прочего, языки моделирования обеспечивают специалистов стандартной терминологией, необходимой для концептуального представления систем и обмена данными об их структуре.

Упростить данный этап можно посредством использования пакетов интерактивных программ моделирования, предназначенных для построения моделей производственных процессов. Ряд пакетов прикладных программ такого типа разработан специально для проведения модельных расчетов на компьютерах; их использование может существенно сократить стоимость многих исследований, проводимых посредством моделирования.

**5. Проверка адекватности модели.** Построенная модель должна давать результаты, достаточно приближенные к значениям, которые можно было бы получить в реальной системе. В противном случае процесс моделирования может привести к ошибочным выводам. Не существует единого теста, который позволил бы определить, является ли модель правильной на 100%. Специалисты, знакомые с реальной системой, могут оценить корректность исходных предположений и результатов, полученных с помощью модели. Кроме того, проверить точность модели можно посредством выполнения статистического сопоставления полученных результатов и параметров реальной системы при идентичных исходных данных. Проверка адекватности модели по таким критериям согласования, как критерий хи-квадрат<sup>1</sup> и тест Колмогорова — Смирнова<sup>2</sup>, может быть использована для сопоставления распределения значений, полученных в результате моделирования, и значений, полученных в результате функционирования реальной системы.

**6. Планирование эксперимента.** В большинстве случаев цель проводимого исследования состоит в том, чтобы получить данные о характеристиках реальной системы. Корректно составленный план эксперимента должен отображать стратегию сбора данных, на основании которых будут сделаны выводы о поведении некоторых переменных. Проведение экспериментов позволяет определить степень изменчивости процесса с тем, чтобы управлять принятием решений относительно объема выборки и повторения эксперимента с целью обеспечения требуемых доверительных интервалов. Во многих случаях моделирование подразумевает выполнение анализа чувствительности, в процессе которого некоторые параметры систематически изменяются на некоторой области значений с целью определения степени, до которой эти изменения воздействуют на поведение переменных. В идеале задача состоит в том, чтобы получить требуемую информацию посредством проведения такого количества экспериментов, которое не превышает необходимое.

**7. Анализ и сбор данных.** Тип данных, которые необходимо собрать, зависит от целей исследования и от вариантов процедур, подлежащих использованию в процессе моделирования. На этапе планирования эксперимента необходимо принять решение о том, какие данные следует получить в результате построения модели и какая при этом требуется степень детализации. Модель должна быть запрограммирована таким образом, чтобы в процессе выполнения программы можно было собрать и обобщить данные, необходимые для анализа результатов эксперимента.

<sup>1</sup> Распределение (хи-квадрат) с  $n$  степенями свободы — это распределение суммы квадратов  $n$  независимых стандартных нормальных случайных величин.

<sup>2</sup> При помощи этого теста по выбору можно проверить, соответствует ли реальное распределение переменной нормальному, равномерному, экспоненциальному распределению или распределению Пуассона. Разумеется, самым распространенным видом проверки является проверка наличия нормального распределения.

Затем выполняется шаг моделирования по времени с параметрами, приравненными к требуемым значениям, а полученные при этом данные записываются. Для того чтобы на основании построенной модели получить необходимые данные, параметры изменяются либо по одному за один раз, либо в различных сочетаниях. Корректно разработанный эксперимент позволяет определить воздействие каждого параметра в отдельности, даже если за один раз изменяются значения двух или более параметров.

**8. Анализ данных и получение выводов.** В процессе планирования эксперимента необходимо учитывать тип анализа, который будет использоваться. Для того чтобы сделать выводы из результатов моделирования, в некоторых случаях разрабатываются тесты для определения статистической значимости и доверительных интервалов. Важно не забывать о том, что определенная изменчивость результатов может иметь место даже при более тщательно контролируемых условиях по сравнению с условиями, в которых функционирует реальная система.

**9. Документирование и внедрение результатов моделирования в реальную систему.** Модель не теряет своей значимости после первого применения. Подлинное подтверждение достоверности модели получается с течением времени, если фактические результаты совпадают с теми результатами, которые были получены в процессе моделирования. Ее ценность может еще более возрасти после того, как она будет верифицирована посредством сопоставления данных, полученных посредством модели и фактических данных. Если существует потенциальная возможность использования моделей в будущем, необходимо зафиксировать характеристики этих моделей, а также исходные предположения, принятые при их построении, и способы применения моделей. Это позволит корректно применять эти модели в будущем.

Настоящая выгода, которую можно получить от анализа реальной системы посредством моделирования, состоит в том, что такое моделирование позволяет предотвратить ошибки или приводит к усовершенствованию действий, предпринимаемых в рамках реальной системы.

## 7.6. Метод Монте-Карло

**Метод Монте-Карло** (методы Монте-Карло, ММК) — общее название группы численных методов, основанных на получении большого числа реализаций (случайного) процесса, который формируется таким образом, чтобы его характеристики совпадали с аналогичными величинами решаемой задачи. Используется для решения задач в различных областях физики, математики, экономики, теории управления и др.

Моделирование **методом Монте-Карло** (*Monte Carlo simulation*) сводится к использованию некоторого случайного процесса для определения значения, присвоенного вероятностной переменной в процессе моделирования. В качестве примера можно привести определение вероятности наличия той или иной книги в библиотеке. Если вероятность того, что книга выдана, приблизительно равна вероятности того, что она находится на полке, можно просто бросить монету, чтобы определить, какое из этих двух состояний предположительно будет иметь место на момент моделируемого запроса читателя. Если вероятность того, что книги нет

на полках, равна 0,30, тогда на состояние «книга выдана» можно напечатать три талона, на состояние «книга есть в наличии» — семь талонов, после чего необходимо посредством случайного выбора вытянуть один из этих талонов. Существуют и другие случайные процессы (такие, как раскручивание колеса рулетки или выбрасывание костей), которые можно было бы использовать для присвоения значений той или иной переменной.

Наиболее распространенным методом выбора значений для переменных, особенно в случае моделирования с применением компьютера, является использование таблиц случайных чисел или генераторов случайных чисел. Применение суммарного распределения вероятностей позволяет преобразовать случайное число в значение переменной.

С целью сокращения количества трудоемких повторяющихся вычислений можно составить компьютерную программу выполнения процедуры моделирования. В случае использования компьютера в процессе моделирования значения суммарного распределения могут храниться в памяти компьютера; кроме того, можно составить программу генерации значений случайных чисел и их преобразования в значение моделируемой переменной. Компьютер можно также использовать для сбора данных, полученных в процессе выполнения программ моделирования, а кроме того для анализа этих данных посредством различных процедур. Совершенно очевидно, что анализ реальных систем посредством моделирования потребовал бы большого количества компьютерного времени, если бы в распоряжении специалистов по моделированию не было таких специализированных языков моделирования, как GPSS, MAP/1, SISCOPT, Q GERT, SLAM, SIMAN и GEMS.

Существует несколько новых пакетов прикладных программ моделирования, которые выполняются на компьютерах. Эти программы работают в интерактивном режиме, управление ими осуществляется в режиме меню, поэтому пользователю нет необходимости писать свою программу моделирования. Такие пакеты программ моделирования предоставляют пользователю возможность формировать графическое изображение модели по мере ее построения. Для представления реальных объектов пользователю остается только выбрать те или иные дополнительные блоки из меню и расположить соответствующие объекты на экране, используя при этом клавиши управления курсором, мышь или сенсорный экран. Для описания системы, подлежащей моделированию, вводятся данные о характеристиках этих блоков. В настоящее время существуют пакеты прикладных программ, предназначенные для моделирования производственных процессов; другие типы приложений, по всей видимости, также будут разработаны в ближайшее время.

Применение средств компьютерной графики позволяет отобразить перемещение материального потока, а также состояние каждого элемента модели. Программы моделирования могут выполняться в медленном режиме, чтобы пользователь мог изучить действие системы в процессе моделирования. В некоторых программах предусмотрена возможность приостановки выполнения программы с целью оперативной проверки характеристик создаваемой модели. Итоговые данные о производительности системы, об использовании оборудования, об объеме WIP-запасов, о продолжительности выполнения операций и т. д. накапливаются в процессе прогона программы моделирования и выводятся на экран после его

завершения. Среди таких программ моделирования универсального типа можно назвать EXCEL, MODEL-MASTER, SIMFACTORY, WITNESS и PCMODEL.

Наиболее распространенным языком моделирования является GPSS (*General Purpose System Simulator*). Программа GPSS успешно применяется для моделирования процесса формирования очередей.

Во многих случаях моделирование используется для анализа более сложных ситуаций, а также для получения данных о функционировании реальной системы в различных условиях. Представьте себе розничную сеть с большим количеством торговых точек. Интенсивность входящего потока клиентов изменяется как на протяжении одного дня, так и на протяжении нескольких дней. Менеджмент таких организаций может счесть необходимым анализ различных условий формирования входящего потока клиентов, для того чтобы определить, какая численность обслуживающего персонала должна соответствовать тому или иному уровню спроса на услуги.

Сфера применения моделирования охватывает такие отрасли, как сельское хозяйство, правительственные учреждения, вооруженные силы, образование, спорт, научно-технические исследования, общественные науки, а также различные функции компаний (помимо операционной функции). Моделирование используется в процессе планирования деятельности компаний, что позволяет проанализировать многие вопросы управления, охватывающие все функции компании. Практическое применение моделирования в процессе организации операционной функции охватывает широкий диапазон вопросов относительно деятельности как промышленных предприятий, так и предприятий сферы обслуживания. Чаще всего моделирование используется в качестве инструмента анализа систем массового обслуживания. Причина данного положения заключается, во-первых, в сложности задач анализа систем массового обслуживания и, во-вторых, в том, что аналитики достаточно часто испытывают необходимость в данных относительно функционирования систем массового обслуживания в нестационарных условиях. Проблемы могут быть сформулированы в виде задач анализа систем массового обслуживания. Задачи синхронизации сборочной линии, а также задачи проектирования конвейерных систем можно рассматривать как задачи анализа ряда очередей, которые обеспечивают друг друга материалами и рабочими заданиями. Запасы промежуточных материалов или резервные запасы материалов можно рассматривать как объекты, ожидающие в очереди. Процедура моделирования может быть использована для оценки изменений, которые предлагается внести в маршрутно-технологические карты, для оценки расширения или сокращения состава оборудования, а также для оценки эффективности различных методов календарного планирования или определения очередности выполнения рабочих заданий.

Определение объема мощностей предприятия (в переводе на численность персонала и количество оборудования) может рассматриваться во многих ситуациях как приведение этих мощностей в соответствие с интенсивностью обслуживания таким образом, чтобы длина очередей оставалась в приемлемых пределах. Работа погрузочно-разгрузочных систем анализируется аналогичным способом, отличие состоит только в том, что в этом случае внимание фокусируется на объеме материала, который перемещается между процессами, а также на вместимости очере-

ди, которая должна быть предусмотрена в каждом месте, где возможна задержка с перемещением изделий.

Моделирование успешно используется для оценки рабочих характеристик новой технологии производства, а также для оценки различных вариантов размещения мощностей предприятия. В процессе одного из исследований был проанализирован многомиллионный план модернизации сборочного цеха, разработанный специалистами компании *GM* (Канада). В процессе исследования, центральным пунктом которого стал анализ использования автоматических управляемых транспортных средств (*AGV*) в сочетании с робототехникой и другими средствами автоматизации производства, были определены ожидаемые значения производительности предприятия при использовании различного количества устройств типа *AGV*. Также были проанализированы различные аспекты технологического процесса, включая способы организации производственного процесса, такие как технологические ячейки, гибкие производственные линии, гибкие сборочные системы и поточные линии. Процесс моделирования может быть использован для оценки потенциальных замыслов еще до начала закупки оборудования и строительства помещений, модификация которых может обойтись компании очень дорого.

Предприятия единичного производства продукции имеют очень сложную структуру и сталкиваются с множеством проблем. По этой причине большая часть исследований в области моделирования касается именно моделирования процессов, происходящих на предприятиях такого типа. Предприятие единичного производства продукции представляет собой совокупность производственных участков, перед каждым из которых формируется очередь рабочих заданий, ожидающих выполнения. Схемы перемещения материального потока между производственными участками могут подвергаться динамическим изменениям. Анализ перемещения материального потока посредством моделирования позволяет определить адекватный объем мощностей каждого производственного участка, однако в большинстве случаев задача подобного анализа состоит в идентификации такого правила диспетчеризации рабочих заданий, которое позволило бы оптимизировать работу того или иного производственного участка. Однако маловероятно, чтобы одно правило было оптимальным для каждой совокупности проблем, возникающих в процессе определения приоритетности выполнения рабочих заданий.

Операции, выполняемые в процессе технического обслуживания, также во многих случаях можно отнести к задачам анализа систем массового обслуживания: вышедшую из строя единицу оборудования можно считать элементом входящего потока, ожидающим в очереди на выполнение ремонтных работ. В таком случае распределение продолжительности выполнения ремонтных работ приравнивается к распределению продолжительности обслуживания ремонта. В процессе моделирования выполняется анализ воздействия таких факторов, как численность обслуживающего персонала, способ определения приоритетности выполнения работ, а также решений по другим аспектам технического обслуживания на время простоя оборудования.

Многие примеры использования моделирования в непромышленной сфере, описанные в существующей на эту тему литературе, связаны с календарным планированием работы сервисных предприятий, а также с подбором и расстановкой

кадров. Во многих случаях моделирование применяется для анализа работы различных учреждений системы здравоохранения. В частности, построение моделей используется в процессе прогнозирования численности медсестер в каждом отделении клиники. Моделирование применяется также для определения оптимального состава бригад анестезиологического обеспечения, обслуживающих акушерские отделения, а также бригад стоматологической помощи. Процедуры календарного планирования предоставления медицинской помощи пациентам также представляют собой объект моделирования.

Моделирование используется также для решения других задач, касающихся предоставления услуг; среди этих задач можно перечислить определение объема финансовых инвестиций, интенсивности транспортного потока, структуры систем телефонной и спутниковой связи, а также мощностей таксопарка. Моделирование успешно применяется в процессе анализа структуры и объемов хранения материальных запасов в крупных системах распределения товаров. В процессе такого анализа, в частности, могут быть исследованы различные стратегии хранения материальных запасов (например, хранение страхового запаса товаров, а также хранение товаров в количестве, которое предположительно потребуется для удовлетворения потребностей заказчиков). Можно привести множество других примеров применения моделирования, однако даже те примеры, которые упомянуты выше, наглядно иллюстрируют универсальность процесса моделирования и многосторонность его практического применения.

## Резюме

В данной главе представлен краткий анализ процесса моделирования главным образом, в контексте операционного менеджмента.

Процедура анализа, осуществляемая с помощью методов моделирования, может состоять по меньшей мере из девяти этапов, причем некоторые из этих этапов могут повторяться. В число этих этапов входят такие действия, как формулирование задачи, оценка потенциальных издержек и выгод, построение модели, кодирование модели, проверка адекватности модели, планирование эксперимента, выполнение процесса моделирования, анализ полученных данных, документирование и внедрение результатов моделирования в реальную систему.

В главе проанализирован и проиллюстрирован процесс моделирования методом Монте-Карло. Метод Монте-Карло во многих случаях используется для генерирования случайных значений переменных при распределении вероятностей, которое предположительно будет иметь место в реальной системе. Применение данного метода часто сводится к использованию суммарного распределения вероятностей для определения значений переменной, которая представляет интерес для руководства компании, а также к использованию какого-либо генератора случайных чисел для выбора требуемых значений из всего спектра возможных значений. Во многих случаях метод Монте-Карло успешно применяется в процессе анализа операционной функции предприятия. Для того чтобы проиллюстрировать диапазон применимости моделирования, в приложении приведен краткий анализ некоторых случаев его практического применения в сфере промышленного производства, а также в сфере обслуживания.

## Ключевые термины

Атрибуты  
Моделирование  
Стационарные условия  
Нестационарные (динамические) условия  
Эффект Хоторна  
Внешняя адекватность модели  
Объекты  
Стохастические элементы модели  
Обоснование адекватности модели  
Сопоставление статистических данных  
Моделирование методом Монте-Карло

## Контрольные вопросы

1. Что такое модель?
2. Дайте определение моделирования.
3. Перечислите этапы, из которых может состоять процедура анализа, осуществляемого посредством моделирования.
4. Кратко опишите пять основных преимуществ моделирования.
5. Кратко опишите четыре типа ситуаций, складывающихся на промышленных предприятиях, которые могут быть проанализированы посредством моделирования.
6. Кратко опишите четыре типа ситуаций, складывающихся на предприятиях сферы обслуживания, которые могут быть проанализированы посредством моделирования.
7. Почему нет твердых гарантий того, что в результате моделирования будет получено оптимальное решение проблемы или будет определена оптимальная совокупность условий функционирования анализируемой системы?
8. Каким образом специалист, выполняющий процедуру моделирования, может определить момент, когда уже получено достаточное количество результатов наблюдений над поведением параметров модели при конкретном наборе значений соответствующих переменных?
9. Кратко опишите процедуру, используемую в процессе моделирования методом Монте-Карло для выбора моделируемых значений дискретной случайной переменной с теми же вероятностями, которые наблюдаются в реальной системе.
10. Какие компромиссы должны быть достигнуты в процессе принятия решений о том, насколько подробно модель должна отображать реальную систему?

## Литература

1. *Стивенсон В. Дж.* Управление производством / Пер. с англ. М.: Лаборатория базовых знаний, БИНОМ, 1998.
2. *Гараедаги Дж.* Системное мышление: Как управлять хаосами и сложными процессами: Платформа для моделирования архитектуры бизнеса / Пер. с англ. Е. И. Недбальской; науч. ред. Е. В. Кузнецова. Минск: Гревцов Паблишер, 2007.
3. *Деминг Э.* Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.

4. *Ермаков С. М.* Метод Монте-Карло и смежные вопросы. 2-е изд. М.: Наука, 1975.
5. *Пивоваров С. Э.* Моделирование процессов прогнозирования в приборостроении. Л.: Машиностроение, 1974.
6. *Хемди А. Т.* Введение в исследование операций / Пер. с англ. 7-е изд. М.: Вильямс, 2005.
7. *Чейз Р. Б., Джейкобз Ф. Р., Аквилано Н. Дж.* Производственный и операционный менеджмент / Пер. с англ. 10-е изд. М.: Вильямс, 2007.

## **ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ CAD/CAM/CAPP ADEM НА ОАО «МАГНИТОГОРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»<sup>1</sup>**

**В. А. Шакшина**

ОАО «ММК» — флагман российской металлургии — в условиях жесткой конкуренции успешно решает важные задачи, позволяющие предприятию занимать достойное место на рынке металла: внедрение систем менеджмента качества (СМК), техническое перевооружение производства и внедрение наукоемких технологий, внедрение информационной системы управления предприятием.

ЗАО «Механоремонтный комплекс», обеспечивающее ремонт оборудования комбината, а в ближайшем будущем — производитель оборудования, ставит перед собой такие же задачи. В ЗАО «МРК» уже функционирует СМК, в стадии выполнения программа технического перевооружения завода. Очередной задачей является внедрение информационной системы управления предприятием «Галактика». При этом задача автоматизации работ технологического отдела ПТЦ (производственно-технологический центра) завода является ключевой, поскольку на выходе процесса разработки технологии (техпроцессов) появляются данные для других смежных подразделений предприятия: ППО, ОМТС, бухгалтерии, финансово-экономического отдела и др.

Специалистами лаборатории в течение мая было создано более 20 управляющих программ к станкам ROBOFIL и MIKRON. Опробованы модули 2D- и 3D-моделирования, проверена совместимость ADEM с AutoCAD с привлечением специалистов отдела АСУ и связи. За исключением мелких замечаний, ADEM позволяет решать задачи ЛамСТ. Более глубокая адаптация программного обеспечения к условиям завода началась уже в ходе заключения контракта на приобретение первых рабочих мест системы.

### *Пример объемной модели изделия ПТЦ (балка шкворневая)*

Проведение автоматизации инженерных работ стало требованием времени и насущной необходимостью. Интенсивное развитие на рубеже веков основного потребителя нашей продукции, ОАО «ММК», связанное с модернизацией имеющегося оборудования и пуском новых агрегатов, повлекло за собой более высокие требования к качеству изготавливаемых цехами завода изделий. Сроки конструкторско-технологической подготовки производства и изготовления изделий стали иметь решающее значение. Программа автоматизации подразделений ПТЦ определила первоочередные задачи коллектива специалистов.

Основными итогами выполнения этой программы стали:

- почти 100-процентное оснащение специалистов ПТЦ автоматизированными рабочими местами;
- подключение к корпоративной сети предприятия с выходом в Интернет;
- использование лицензионного программного обеспечения ADEM, APM WinMachine, SOLIDCast и LVMFlow;
- организация электронного архива документации на сервере ПТЦ;
- организация лаборатории САПР, обеспечивающей процесс автоматизации.

<sup>1</sup> www.sapr.ru. По материалам отчетов начальника лаборатории САПР ЗАО «МРК» и «ММК».

В результате практического применения программ анализа литейных процессов не только усовершенствованы технологические процессы и конструкции технологической оснастки, но и значительно снижен брак в ФЛЦ, что регулярно подтверждается производственными отчетами; сократились затраты на освоение новых видов отливок. При моделировании литейных процессов используются трехмерные модели деталей, разработанные в среде ADEM.

CAD/CAM/CAPP ADEM — глубоко интегрированная система, условно разделенная на три основных модуля.

### **Конструкторское проектирование**

С целью организации единого информационного пространства ПТЦ часть лицензий ADEM технологических отделов была передана сначала на опытную эксплуатацию, а затем и для работы в плановом порядке в КБ № 2 ПКО.

#### *Модель (сборка) ковша*

Трехмерное моделирование позволило разработать технологию исправления нескольких дефектных тубингов и других деталей, которые иначе были бы забракованы.

Трехмерное моделирование изделий в процессе определения возможности изготовления их в условиях завода позволяет еще до заключения договоров устранить ошибки в чертежах изделий и уточнить их массу.

#### *Структурное дерево техпроцесса с ADEM CAPP*

Отчеты размещены на внутреннем сайте ЗАО «МРК» или на сервере ПТЦ и служат информацией для оперативной работы.

Ряд российских предприятий заинтересовался опытом проведения комплексной автоматизации инженерного труда в ЗАО «МРК». Компанию посетили специалисты ОАО «Чепецкий механический завод» (г. Глазов). Больше всего их заинтересовали электронный архив технологической документации и его администрирование, разработка управляющих программ к станкам с ЧПУ, взаимодействие систем ADEM и «Галактика» (технологи «ЧМЗ» являются пользователями ADEM с 1998 г.).

Руководству ЗАО «МРК», коллективу ПТЦ удалось в короткий срок совершить кардинальные преобразования в системе конструкторско-технологической подготовки и практически создать базу для мощного инжиниринга.

В результате выполнения программы автоматизации благодаря поддержке руководства завода и специалистов ЦИТ технологи ПТЦ уверенно выходят в число лидеров в области использования САПР.

# Часть III

## ФОРМИРОВАНИЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

### ГЛАВА 8

#### Расположение промышленных и сервисных организаций

##### 8.1. Определение размера и мощности организации

Основной частью стратегии развития организации является выбор места ее расположения, способствующий улучшению обслуживания потенциальных клиентов. Расположения производственных и обслуживающих подразделений оказывает существенное влияние на размер и текущие расходы организации, прямо или косвенно влияя на себестоимость производства продукции и как результат на размер прибыли в целом.

Потребность в грамотном размещении территориально рассредоточенных мощностей определяется на основе данных о стратегических планах загрузки производственных мощностей в организациях. Если размещение производственных мощностей территориально удалено от регионов реальных продаж, то возникает вероятность неоправданного увеличения транзакционных расходов на перевозку и хранение продукции, которые могут быть компенсированы открытием заводов на территории рассматриваемого региона.

Процесс планирования производственных мощностей сводится к анализу четырех основных составляющих:

1. Тип необходимых производственных мощностей.
2. Особенности размещения.
3. Определение производительности.
4. Планирование размещения производственного оборудования.

Некоторые организации сталкиваются с необходимостью выполнения производственных операций отдельно, а не централизованно, примером могут служить отдельные сервисные операции по скорому медицинскому обслуживанию, обеспечению пожарной безопасности, выездной химчистке помещений. Для предоставления подобного рода услуг важным является принятие решений относительно размещения центральной базы основного состава оборудования.

Существуют два основных способа выбора месторасположения организации:

- ограниченный выбор, который связан с определенными материальными (техническими) предпосылками. Наибольшее влияние он оказывает на выбор размещения предприятий, занимающихся разработкой природных ресурсов (например, добыча нефти, газа, угольные шахты, лесозаготовительные производства и т. п.);
- свободный выбор — основывается на выборе сочетания наиболее предпочтительных факторов внешней среды, которые потенциально могут оказать влияние на производственные процессы организации. Чаще всего это организации с ориентацией на потребителей (рынок сбыта).

Для целей настоящей главы мы используем понятие *организация* — как комплекс ее ресурсов, способствующих выполнению производственных функций. *Предприятие* — здание и установленное в нем оборудование.

При проектировании нового предприятия проводится анализ экономической целесообразности его размещения, расчеты оптимального размера предприятия, объемов планируемой продукции, технологических мощностей, стоимости проекта, размеров выплат процентов по инвестициям и др.

Важным вопросом при определении размеров предприятия или организации является обеспечение их эластичности. Под эластичностью мы понимаем способность организации быстро реагировать на изменение потребностей клиентов в каких-либо характеристиках товара и переходить на выпуск модернизированной продукции. При этом необходимо рассматривать возможности использования мощностей сторонних организаций при увеличении производственных нагрузок. Например, рестораны могут закупать хлебобулочные изделия или сладкие блюда в других специализированных организациях общественного питания. В организациях, занимающихся производством продукции, носящей адресный, индивидуальный характер, возможность варьирования производственных процессов ограничена.

При планировании потребности в ресурсах (MRP) оцениваются затраты на основные ресурсы, необходимые для размещения производственных мощностей. Размер же производственных мощностей зависит от прогнозируемого уровня спроса на продукцию организации и жизненного цикла продукции. Длительность жизненного цикла, в свою очередь, зависит от многих факторов, среди которых время, необходимое на установку оборудования на дополнительных площадях, на подготовку персонала к работе на оборудовании, на наладку оборудования. При этом горизонт планирования варьирует по видам производства и составляет от 2,5 лет и более.

При планировании размещения производственных мощностей важным является планирование гибкости производственных процессов. Под *гибкостью* пони-

маем способность организации быстро реагировать на изменение потребностей рынка (например, увеличение или падение спроса на те или иные товары и услуги). Указанные требования к производственным мощностям оказывают, в свою очередь, воздействие на формы и конфигурацию помещений, которые благодаря современным технологиям, можно быстро перестраивать. При проектировании размещения оборудования и планировки помещений важно предусмотреть вероятность переноса оборудования на новое место и стоимость таких действий.

Планирование загрузки производственных мощностей осуществляется несколькими способами. Одним из самых распространенных является способ по итоговым показателям (*capacity planning by overall factors* — *CPOF*), выполняется на основании данных бухгалтерского учета эталонной организации аналогичного профиля. Этот способ позволяет вычислять количество рабочего времени, требуемого для изготовления единицы продукции. Его применение является целесообразным, если в новой организации не планируется увеличивать объемы производства свыше эталонной величины. В противоположном случае затраты рабочего времени на производство рассчитываются по каждому производственному направлению, что может привести к неточностям в рассчитываемых данных. Предположим, в эталонной организации ежедневно выпускается 300 ед. готовой продукции с привлечением 50 рабочих. Средняя производительность труда, таким образом, составляет 6 ед. готовой продукции в день. Если, согласно прогнозу, спрос на продукцию нового предприятия составит 180 ед. продукции в день, то для стабильного производства необходимо привлечь 30 работников. Количество работников вспомогательных служб определяется исходя из анализа бизнес-процессов эталонного предприятия. Метод предоставляет преимущества для компаний, имеющих производственный опыт выпуска аналогичной продукции.

При производстве продукции, отличной от продукции эталонной организации, оценка средней производительности труда осуществляется более сложным способом, позволяющим определить интенсивность затрат труда в новой организации относительно эталонной, при условии изменений в привлекаемых ресурсах (квалификации персонала и т. д.). Проведение указанной оценки позволяет установить степень осуществимости всего проекта, поэтому является существенной и требует определенной точности. Если открытие нового производственного направления требует значительных капиталовложений, но данных о работе аналогичной организации нет, рекомендуется открыть опытное производство и изучить особенности производственных процессов на практике.

Изучение условий ввода в эксплуатацию производственных мощностей может включать следующие действия:

- составление прогнозов объема производства по отдельным видам выпускаемой продукции или отдельным вспомогательным операциям;
- анализ целесообразности собственного производства или закупки у сторонних организации компонентов продукции;
- определение числа работников, необходимых для производства заданного объема продукции;
- установление нормативов времени для производства заданного количества продукции.

Нормативы времени позволяют решать следующие задачи управления производством:

- оценить затраты на рабочую силу;
- провести календарное планирование производственных циклов;
- определить степень загрузки различных производственных участков (рабочих мест);
- оценить динамику изменения производительности в организациях.

Существует множество методов установления нормирования труда в организациях.

Специфическими факторами, оказывающими влияние на расположение современных сервисных организаций, являются близость к потребителю, размер организации и комплекс оказываемых ею услуг.

## 8.2. Требования к расположению организаций

К операциям, относящимся к стратегическому управлению организациями, относят вопросы, касающиеся размещения организаций. От грамотного решения указанных вопросов в значительной степени зависят существование и функционирование организации в будущем, поэтому они требуют особо внимательного отношения со стороны менеджеров.

Размещение производственных мощностей влияет на размер прямых издержек, основу формирования которых составляют транспортные расходы, затраты на оплату труда работников, снабжение производств комплектующими изделиями. Месторасположение организаций сферы услуг определяет уровень спроса: чем свободнее доступ клиента к организации, тем больше ее пропускная способность и как результат выше вероятность увеличения доходности деятельности организации.

Любые недоработки, допущенные при принятии решений о размещении организации, будут ей дорого стоить. Полной компенсации затрат за допущенные при этом ошибки добиться мало реально. Есть еще и скрытые издержки, которые можно отследить только при тщательном анализе в процессе деятельности организации.

Размещение организаций в областях, в которых имеется высококвалифицированный и легко обучаемый персонал, способствует повышению производительности в организациях, а также гибкости производственных процессов. Это, в свою очередь, способствует повышению степени реагирования производства на нужды потребителей.

Принятие решений о месторасположении организации может осуществляться с использованием различных подходов. Одним из них является системный подход, который учитывает множество взаимосвязанных факторов.

Большинство организаций обладает свойством полисистемности, т. е. они одновременно могут являться подсистемой для более крупных систем и в своей структуре иметь разные подсистемы.

В зависимости от выстраиваемой цепочки поставок организации интегрируются между собой, при этом выделяют следующие виды интеграции:

- вертикальная — выстраивание единой технологической цепочки из предприятий, производящих промежуточные виды продукции для конечной продукции;
- горизонтальная — объединение организаций производственной и распределительных сфер (к примеру, торговых сетей) в единую цепь;
- прямая — присоединение к цепочке предприятий еще одного, производственного;
- обратная — присоединение к цепочке предприятий торговой организации;
- передняя — присоединение к цепочке предприятий организации, следующей в цепи поставок;
- задняя — присоединение к цепочке предприятий организации, стоящей на предыдущей ступени в цепи поставок.

При выстраивании интегрированной цепочки предприятий необходимо учитывать оптимальное расположение компонентов цепочки в зависимости от удаленности от поставщиков, потребителей, других организаций, вовлеченных в процесс изготовления готовой продукции. В качестве критерия оптимальности выступают прибыльность и минимизация затрат. Основное ограничение — в реальности компаниям принадлежит лишь небольшая часть цепочки поставок, поэтому организации не могут тотально контролировать размещение всех звеньев цепочки. Даже если в собственности организации находится несколько связей цепочки, к моменту возникновения вопроса о размещении новой организации часть ранее существовавших может прекратить свое существование. Вот почему решения о размещении производственных мощностей принимаются не в комплексе, а на фрагментарной основе, основываясь на знаниях об уже существующих организациях цепочки поставок.

Процесс принятия решений о расположении организаций предполагает анализ самых разнообразных факторов, поскольку они, в свою очередь, определяют уровень затрат в организации и прибыльность будущей деятельности в целом.

С использованием маркетингового и операционного подходов все факторы рассмотрим в зависимости от их отношения к одной из нижеследующих групп:

- рыночная среда: определение конкурентоспособности фирмы, принятие решений о каналах сбыта, о выпуске новых товаров, о маркетинговых коммуникациях;
- материальные факторы: сырье и материалы; возвратные отходы; покупные изделия; полуфабрикаты и продукты сторонних организаций (их доступность и стоимость); топливо и энергия; уровень заработной платы производственных рабочих; уровень расходов на подготовку и освоение производства; стоимость земельного участка, приобретаемого под мощности; расходы на строительство; уровень налогов;
- нематериальные факторы: особенности управления торговой маркой (бренд-менеджмент); управление экологической обстановкой вокруг производства; региональное и государственное регулирование; позиция общественности и местных органов самоуправления к открытию аналогичных видов произ-

водств; потенциальные возможности расширения бизнеса; наличие высококвалифицированных работников.

Решение о выборе местоположения организации необходимо согласовывать с ее рыночной стратегией. Изучение спроса помогает определить лучшее положение для продажи как определенных продуктов, так и их семейств. Однако решение должно приниматься на основе прогнозов уровня спроса на каждый продукт. Расположение конкурентов, а также их мощности также оказывают немаловажное влияние на определение местоположения организации.

При расположении сервисных организаций важным является учет факторов удаленности от клиентов, которым организация будет предоставлять услуги в дальнейшем. Так, в гостиничном бизнесе является важным предоставление услуги (обеспечение проживания) клиенту в месте его текущего пребывания, а наличие свободных номеров в гостиницах соседнего города не является привлекательным.

Чем меньше факторов воздействует на организацию, тем более точно можно определить стоимость расположения организации. Так, издержки на транспортировку и распределение продукции, как правило, составляют основную часть расходов организаций, занимающихся производством и/или реализацией продукции. По оценкам специалистов, американские компании расходуют более 10% ВВП на упаковку, погрузку, транспортировку, сортировку, повторную загрузку и разгрузку товаров.

Важным фактором, оказывающим влияние на увеличение размеров издержек в организациях, является выстраивание логистической цепочки, или цепочки поставок. Чем грамотней она налажена между производителем продукции и конечным потребителем, тем дешевле будет стоимость производимой продукции и выше качество предлагаемой продукции. Поэтому все подразделения организации должны располагаться с учетом их взаимодействия. С этой точки зрения весьма интересен пример компаний *Laura Ashley* и *National Semiconductor*<sup>1</sup>, которые добились сокращения объема затрат, повысили скорость и улучшили надежность доставки товаров посредством объединения всей своей распределительной сети в центр распределения с последующей передачей дальнейших операций по распределению продукции логистической фирме на условиях аутсорсинга.

Функционирование многих сервисных компаний требует поддержания непосредственных контактов с клиентами, и поэтому расположение их предприятий ориентировано на рынок. В то же время некоторые организации, такие как Красный Крест, иногда (например, в процессе проведения кампании по сбору донорской крови) могут располагаться вблизи от источников ресурсов, потребляемых компаниями. В подобных случаях затраты на транспортировку готовой продукции не являются основным фактором месторасположения подразделений организации.

Обратная ситуация обстоит с организациями, занятыми в международной торговле. В результате анализ факторов, оказывающих влияние на размещение организации, должен начинаться с идентификации товаров, подлежащих перевозке, стран поставщиков и получателей грузов. В зависимости от вида транспорта, ко-

<sup>1</sup> [www.careermosaic.com](http://www.careermosaic.com)

торым планируется доставлять груз (авиатранспортом, железнодорожным, морским или автомобильным), рекомендуется планировать размещение организаций вблизи от портов доставки (авиа- или морских) или вокзалов (железно- или автодорожных) и т. д.

Повышению эффективности при транспортировке грузов способствует использование услуг специализированных перевозчиков, которые путем грамотного использования пространства контейнеров и консолидации партий нескольких клиентов, а также оказанием услуг по растаможиванию грузов могут значительно сократить расходы на указанные операции.

Принятие решений о размещении перерабатывающих организаций с учетом уровня таможенных пошлин может способствовать переносу организаций в свободные экономические зоны. Это способствует отсрочке в выплате пошлин на ввозимые ресурсы до момента вывоза готовой продукции со складов организации на реализацию.

В условиях увеличения численности предприятий сферы обслуживания, а также повышения информационной насыщенности бизнеса произошли существенные изменения критериев подбора персонала. Во многих организациях стоимость оплаты труда может составить от 10 до 15% от всей суммы затрат на производство продукции. Квалификация персонала, его гибкость, а также трудовая этика рабочих и служащих — все эти факторы приобретают все большее значение при принятии решений о размещении организаций. Численность компаний, нуждающихся в большом количестве неквалифицированных или полуквалифицированных рабочих, постоянно уменьшается. Современные информационные технологии позволяют размещать работников в удаленных районах, где уровень оплаты труда значительно ниже. Так, некоторые подразделения компании *Citycorp*, занимающиеся обработкой первичной информации, расположены в Ирландии, где достаточно рабочих, имеющих соответствующее образование, а уровень оплаты труда ниже, чем в других странах. Подразделения компании *Airlines*, занимающейся исключительно вводом бухгалтерских данных, находятся в Барбадосе.

В современных условиях резкого сокращения природных ресурсов (таких, как уголь, газ, нефть), увеличения уровня их потребления возрастает их стоимость. Поэтому для обеспечения возможностей будущего расширения производственных мощностей, целесообразно проанализировать планы расширения компании — производителя природных ресурсов, а также будущие схемы поставок из мест добычи.

На процесс выбора местоположения организаций, функционирование которых требует использования большого количества воды, оказывают такие факторы, как наличие и стоимость водных ресурсов, затраты на очистку воды и на борьбу с загрязнением.

Одна из категорий затрат, непосредственно относящихся к местоположению предприятий, — это затраты на приобретение земельного участка и на сооружение производственных помещений. В некоторых случаях цена гектара земли представляет собой понятие относительное, поскольку дешевый земельный участок может потребовать более крупных капиталовложений в подготовку места под строительство предприятия, а также в само строительство. Примером удачного размещения производства может служить пивоваренная компания *Baltika*, Санкт-Петербург.

При начале строительства завода в 1978 г. на территории современной промзоны «Парнас» земля в этом районе была предоставлена государством. В 1992 г. руководство организации (уже акционерного общества) решило расширять производственные мощности за счет приобретения дополнительной территории, стоимость земли в этом районе была тогда достаточно низкой. В настоящий момент промзона «Парнас» территориально включена в границы Санкт-Петербурга и стоимость земли там значительно возросла, а инфраструктура улучшилась.

Администрация многих населенных пунктов использует налоговые льготы в качестве стимулов, побуждающих компании разворачивать свой бизнес и открывать промышленные предприятия на их территории. Новые компании могут воспользоваться такими льготами, как снижение налоговых ставок и даже освобождение от налогов.

В то же время увеличение налоговых отчислений может привести к изменению выпускаемого товарного ассортимента организации. Примером может служить компания *BMW*. В июне 1992 г. компания объявила о намерении построить новый завод по выпуску автомобилей в Спартанберге, штат Южная Каролина. Предпочтение такому размещению завода в США было отдано на основании простоты расчетов налогооблагаемой базы и других причин. США представляют собой самый крупный рынок дорогих автомобилей. Согласно прогнозам специалистов, этот рынок должен был расшириться еще на 20% после ввода в действие нового завода *BMW* в 1995 г., поскольку именно в это время представители послевоенного поколения должны были достичь среднего возраста и стать потенциальными покупателями автомобилей высшего класса. Высокий уровень качества немецких автомобилей, а также новый налог на предметы роскоши в США сделали покупную цену на автомобили марки «BMW» в США достаточно высокой. В то же время на американском рынке появились автомобили аналогичного класса конкурирующих фирм, которые получили высокое признание потребителей, — такие модели, как «Lexus» и «Infinity». В компании *BMW* было принято решение переориентировать производственную линию на выпуск менее дорогих моделей, что позволило расширить круг потребителей и увеличить объем деловых операций.

Важным фактором выбора месторасположения организаций является учет имеющихся у них нематериальных активов, таких как ее репутация, наличие ноу-хау, современных технологий производства и ведения бизнеса, торговые квоты, язык, культура, стабильность власти и готовность к сотрудничеству, денежная система, а также другие факторы. В стоимости современных организаций указанные факторы могут составлять значительную долю.

С развитием современных информационных технологий у организаций появляется все больше возможностей экономии денежных средств на перемещении персонала, шире реализуются связи руководителей организаций со своими подчиненными с использованием программного обеспечения в среде Интернет. Как результат организации могут позволить себе нанимать удаленно расположенных работников с заданными квалификационными характеристиками. Эта тенденция была замечена еще группой Джека Нилса в 1974 г., которая под спонсорством Национального научного фонда провела расчет экономии денег и энергии от перемещения служащих из центральных городских офисов в места, расположен-

ные в домах работников или недалеко от них. Выводы, полученные в результате проведенных исследований, поразительны — изучив работу 2048 служащих страховых компаний Лос-Анджелеса, группа Ниллса установила, что каждый из них в среднем проезжает 21,4 мили в день, добираясь на работу и с работы (против средней цифры 18,8 мили для городских рабочих по Соединенным Штатам). Чем выше ранг сотрудников, тем дольше их путь, высшие администраторы проезжают в среднем 33,2 мили. Эти люди проезжают 12,4 млн миль в год, чтобы попасть на работу, затрачивая при этом около полувека. В ценах 1974 г. это стоит 22 цента за милю, а в целом — это огромная сумма, которая косвенно ложится на компании и их клиентов. Ниллс обнаружил, что компании платят своим служащим, работающим в деловом центре города, на \$520 больше, чем если бы они работали в разбросанных офисах, т. е. это «субсидия на транспортные расходы». К тому же при централизованном офисе необходимы затраты на содержание площадок для парковки и другое дорогостоящее обслуживание. Если мы теперь предположим, что секретарь, работающий неподалеку от дома, получает \$10 тыс. в год, то исключение затрат на транспорт могло бы позволить компании нанять около 300 новых работников или добавить неплохую сумму к прибыли [4, с. 329–330].

С учетом того, что стоимость подключения к информационным сетям постоянно сокращается, скорость и качество передачи информации постоянно растут. Существует реальная возможность экономии средств при переводе части работников на удаленную работу.

Весьма важным фактором является установление дружественных отношений с местными органами власти и учет особенностей местного законодательства. Контрольные функции, выполняемые региональными органами власти, могут значительно повлиять на деятельность организаций, в том числе на особенности их расширения. Кроме того, на уровне долгосрочных планов развития организации должны учитываться не только собственные планы, но и тенденции регионального развития.

Перед началом строительства объектов организаций важно учитывать особенности процесса получения соответствующих разрешений и лицензий, который может быть длительным и дорогостоящим, поскольку включает учет влияния новых объектов инфраструктуры на окружающую среду.

За рубежом широко распространена практика предварительных встреч руководителей организаций с общественными лидерами и руководителями органов местного самоуправления по выяснению их мнений о возможностях строительства новых объектов в определенных регионах. Крупным примером краха инвестиций последнего времени из-за отсутствия договоренностей с руководством общественных организаций служит строительство завода *Tata Motors* в западной Бенгалии, район Сингур (Индия). В строительстве указанного завода компания инвестировала свыше \$350 млн [7]. Суть спора состояла в том, что для функционирования завода требуется 600 акров (около 243 га) земли, Мамата Банердже, руководитель *Trinamool Congress* — **западнобенгальской политической партии**, требовал возврата 400 акров (более 161 га) земли, что было совершенно недопустимо с точки зрения организации бизнес-процессов компании. С целью воздействия на руководителей *Tata Motors* предпринимались постоянные забастовки и перекрывался доступ строителей к заводу. В результате практически годичных пре-

пирательств компания решила остановить проект и перенести его в другое место. А 25 сентября 2008 г. было объявлено о начале вывоза оборудования с завода<sup>1</sup>.

Эти действия были проведены, несмотря на то что завод планировал нанять 4500 работников, в том числе несколько сотен из местного населения.

В современных быстро меняющихся условиях функционирования организаций необходимо учитывать скорость изменений и обеспечивать условия функционирования организаций. Особенно это актуально для организаций сферы ИТ. Для таких организаций оперативность выбора месторасположения новых организаций и возведения производственных мощностей имеет первостепенное значение.

При размещении как промышленных, так и сервисных организаций весьма важным является определение гибкости и возможности расширения производственных мощностей, для чего всесторонней оценке подвергаются рельеф потенциально привлекательных земельных участков, наличие развитой инфраструктуры, возможность расширения сети коммуникаций.

Привлекательность месторасположения организации для потенциальных работников может стать одним из важнейших факторов размещения производственных мощностей. Так, специалисты могут отказываться от продвижения по службе или от перехода в другие, казалось бы? более привлекательные компании в случае, если им придется менять их местожительство. Кроме того, при выборе места работы многие ориентируются на показатель уровня преступности в местах расположения организаций.

Месторасположение сервисных организаций в большей степени зависит от ориентации на рынок, чем от ориентации на источники ресурсов, необходимых для слаженной работы производственных процессов. Организациям розничной торговли прежде всего необходимо провести сегментацию потребителей, под которых уже и будут подбираться ассортимент продукции, удаленность размещения, выстраиваться система обслуживания клиентов.

После выбора месторасположения торговых площадей определяют торговую зону, т. е. зону, в которой можно привлечь в число своих клиентов потенциальных потребителей. В табл. 8.1 приведен ряд факторов, оказывающих влияние на размещение организаций.

**Таблица 8.1.** Факторы, оказывающие влияние на размещение сервисных организаций

Уровень влияния	Фактор	Дополнительные характеристики
Регион	Уровень конкуренции	Количество, тип, близость конкурентов; наличие крупных сетей; наличие у конкурентов устойчивой положительной репутации в глазах потребителей; устойчивость финансового положения конкурентов
	Наличие крупных организаций в округе	Близость других компаний может способствовать или мешать работе сервисных организаций. Примечание: магазин игрушек лучше размещать около магазина женской одежды, чем рядом с баром или центром автодилера
	Инфраструктура участка	Чем менее развита инфраструктура, тем выше уровень затрат на ее разработку

<sup>1</sup> [piter.ru/news/item/show/1850.htm](http://piter.ru/news/item/show/1850.htm)

Таблица 8.1. Продолжение

Уровень влияния	Фактор	Дополнительные характеристики
	Наличие рынка ресурсов	Уровень квалификации и наличие трудовых ресурсов; половозрастные характеристики района; традиции отношения к работе; наличие профсоюзных организаций; наличие источников сырья или комплектующих; доступность финансовых ресурсов; уровень развитости телекоммуникаций
Городское общество	Система городского хозяйства	Наличие школьных и дошкольных учреждений, уровень жилья, наличие транспорта и уровень транспортного потока, удобство расположения входов – выходов в сервисную организацию, близость к маршрутам общественного транспорта
	Социальная сфера	Наличие и удаленность медицинских учреждений, милиции, пожарной охраны; системы охраны помещений и прилегающих территорий и уровень ее эффективности; поддержка со стороны других организаций
	Наличие экологических ограничений	Санитарные правила и нормы, установленные на федеральном и региональном уровнях; наличие прямых и косвенных ограничений местности
	Административная поддержка	Уровень взаимодействия с органами администрации; возможность получения налоговых льгот; участие в программах развития регионов и т. п.
Местность	Наличие земельных площадей	Цена на земельные участки, почвенные характеристики, системы мелиорации, возможности расширения, удаленность от крупных городов, возможность организации парковочного пространства; особенности зональных ограничений
	Транспортная сеть	Наличие подъездных дорог, железнодорожных развязок, удаленность аэропортов, терминалов

Возможностей сбора указанной информации множество — начиная с переписи населения, которая может показать уровень развития торговой зоны вокруг организации. Кроме того, можно использовать и подсчет транспортного потока, и опрос водителей, что покажет уровень потребительской активности, а также личные беседы с покупателями, чтобы выяснить особенности формирования личных предпочтений потребителей. Существуют также и иные методы оценки месторасположения организаций.

### 8.3. Методы оценки местоположения предприятий

Решение о выборе месторасположения организации принимается группой менеджеров, в состав которой входят представители различных отделов. Процесс выбора может состоять из нескольких этапов и, как правило, зависит от размера организации и отраслевой принадлежности. При этом могут применяться как формальные, так и неформальные подходы. Новые компании обычно размещаются вблизи от места проживания владельца [3, с. 390]. Крупные же организации с территориальным рассредоточением склонны к применению формального подхода.

Формальная процедура выбора месторасположения производства состоит из следующих этапов:

1. Выбор региона базирования.
2. Подбор приемлемых населенных пунктов.
3. Отбор районов в пределах отобранных населенных пунктов.
4. Формирование методики оценки приемлемости сочетания факторов.
5. Сравнительный анализ отобранных мест и выбор наиболее предпочтительного.

В зависимости от конкретных ситуаций может изменяться не только этапность выбора мест, но и подходы к оценке и отбору факторов.

В качестве таких подходов могут быть использованы: географические информационные системы, формирование единых зон обслуживания, метод анализа точки безубыточности, использование рейтинговой системы выбора, метод коммивояжера, метод компьютерного моделирования. Рассмотрим каждый из подходов подробнее.

### Геоинформационные системы (GIS)

Географические информационные системы (*geographic information systems — GIS*) — специализированные прикладные программы, в которых хранятся данные по определенным географическим зонам. Благодаря цветовой маркировке системы позволяют рассматривать возможности месторасположения организаций с позиции привлекательности для потребителей.

В США самыми интенсивными пользователями указанных программ являются банки, розничные магазины и рестораны. В Российской Федерации такие системы пока еще находятся на стадии развития, но уже нашли широкое применение при размещении организаций в нефте- и газодобывающих отраслях, с их помощью определяются особенности строительства автодорог, однако до сих пор использование GIS для планирования размещения организаций сферы услуг еще не распространено. Основным применением GIS в России является создание навигационных карт, на которых отмечают уже имеющиеся сервисные организации.

В РФ функционирует несколько централизованных организаций, занимающихся разработкой GIS, среди них особое место занимает Межрегиональная общественная организация содействия развитию рынка геоинформационных технологий и услуг<sup>1</sup>.

Эффективность использования геоинформационных систем прежде всего зависит от своевременности занесения и обновления баз данных, а также их согласованности с потребностями конечных пользователей. Поэтому, прежде чем приступить к планированию с использованием GIS, необходимо провести тщательный анализ требования пользователей (*user requirements analysis — URA*). URA включает такие критерии, как характеристики конечного продукта, интенсивность транспортного потока, тенденции в изменении численности населения, влияние уровня доходов на пользование услугами сервисных организаций, потребительские предпочтения покупателей и иные данные. Для сервисных организаций такой анализ может охватывать определенный населенный пункт или даже его часть. Для промышленных — территорию всей страны или даже континентов,

<sup>1</sup> [www.gisa.ru](http://www.gisa.ru)

при этом расширяются критерии анализа: данные о тарифных ставках, транспортных издержках, уровень налоговых ставок, затраты на строительство, таможенные пошлины и т. п.

Весьма важным при определении критериев анализа URA является выбор лица, ответственного за формирование баз данных. Им может стать как работник самой организации, знающий особенности бизнес-процессов и взаимодействия с рынком, так и временный работник, нанятый исключительно для сбора соответствующей информации, или даже работник, сочетающий в себе свойства того и другого. Выбор зависит от целей создания GIS и ее конфигурации.

Высокая стоимость конечной геоинформационной системы определяется необходимостью проведения всесторонних исследований URA и формирования баз данных. Использование же GIS позволяет быстро выполнить всесторонний анализ множества факторов, обеспечить рабочие группы, ответственные за это, необходимой информацией, которая поможет определиться с выбором месторасположения организации [6].

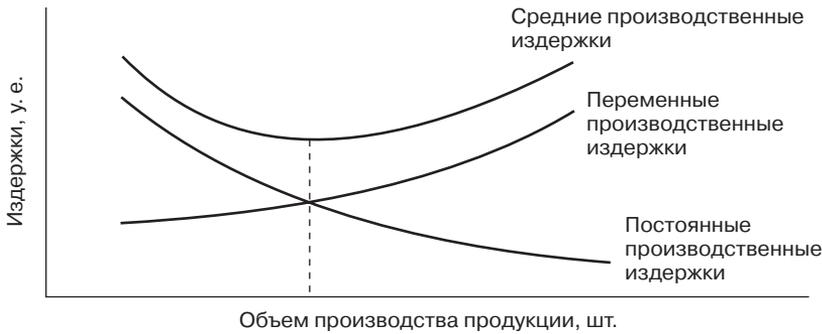
### **Формирование единых зон обслуживания**

Подход используется для выбора месторасположения организаций, производящих более одного продукта или предоставляющих ряд услуг. Выбор месторасположения в данном случае осуществляется в зависимости от приемлемости:

- расположение небольших организаций и складов в районах, подходящих для выпуска и сбыта конкретных видов продукции;
- объединение производства продуктов в местах, оптимальных для всей группы организаций в целом, но при этом не оптимальных для отдельных видов производств. При этом определение перечня продуктов, подлежащих объединению в группу, должно базироваться на всесторонней оценке факторов, а учет экономии от расширения масштабов производства — сравниваться с затратами, обусловленными неоптимальностью размещения отдельных организаций в группе.

По мере увеличения объема продукции, проходящей через региональные склады, сокращается эффективность от увеличения объемов использования общих складов, одновременно увеличиваются транспортные расходы организации на своевременность доставки все возрастающих объемов перевозимых грузов. Графически динамику изменения описанных затрат можно видеть на рис. 8.1.

Согласно законам экономики, оптимальное размещение нового складского центра будет соответствовать минимальному уровню средних производственных издержек. Структура затрат для сервисных операций определяется посредством соизмерения транспортных издержек на доставку продукции к месту расположения сервисной организации и экономии, которую организация может получить в результате объединения мелких региональных представительств в общую зону обслуживания. При этом выбор месторасположения единых зон обслуживания можно проводить с использованием *метода центра тяжести*. При его использовании внимательно изучается карта расположения центров с учетом их координат. Расположение начала системы координат и масштаб не имеют решающего значения и устанавливаются каждый раз при использовании метода. Метод реко-



**Рис. 8.1.** Соотношение постоянных и переменных затрат на открытие нового складского центра организации

мендуется применять, когда заранее известно, что количество продукции, отправляемой каждому центру, одинаково и необходимо определить месторасположение производственных площадей или центрального склада хранения продукции.

Средние значения координат  $x$  и  $y$  в таком случае определяются по формулам 8.1 и 8.2:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \quad (8.1)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (8.2)$$

где  $x_i$  — координата  $x$  получателя  $i$ -й продукции;  $y_i$  — координата  $y$  получателя  $i$ -й продукции;  $n$  — число получателей.

В случае если количество отправляемых грузов различается по получателям, используется взвешенное среднее. Центр тяжести тогда определяется по коэффициентам значимости по следующим скорректированным формулам 8.3 и 8.4:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i Q_i}{\sum Q_i}, \quad (8.3)$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y_i Q_i}{\sum Q_i}, \quad (8.4)$$

где  $Q_i$  — количество, отправляемое  $i$ -му адресату;  $x_i$  — координата  $x$  получателя  $i$ -й продукции;  $y_i$  — координата  $y$  получателя  $i$ -й продукции.

При этом следует учесть, что правильная оценка является залогом грамотности принятия решения. Существует множество подходов к оценке значимости факторов. Ниже представлены основные способы принятия решений.

### Анализ соотношения «затраты — прибыль — объем деловых операций», или анализ безубыточности

Выбор базового региона месторасположения организации может быть сделан на основе анализа экономических факторов, таких как: состояние рынка, ставки заработной платы, наличие источников сырья, наличие и квалификация работников, близость автомагистралей, железнодорожных путей, водных и аэропортов, стоимость их освоения.

С учетом множества факторов, воздействующих на выбор месторасположения организации, рассматриваемый метод предполагает анализ соотношения уровня затрат с возможной прибылью и объемом выпускаемой продукции или предоставления услуг.

В качестве варианта процедуры анализа по фактору затрат и объемов производства можно рассматривать такую последовательность действий:

- 1) отбор потенциального места расположения организации в зависимости от удовлетворения представленным критериям;
- 2) определение постоянных и переменных затрат по каждому варианту производства;
- 3) построение графика общих издержек по всем вариантам расположения;
- 4) определение варианта с самым низким уровнем общих издержек с учетом объемов производства.

При использовании настоящего подхода имеется ряд ограничений: переменные расходы имеют линейную зависимость от объемов производства; уровень объемов производства можно оценить; производится единственный вид продукции.

На рис. 8.2 представлена взаимосвязь уровня затрат и объема производства для одной организации при двух вариантах размещения производственных площадей.

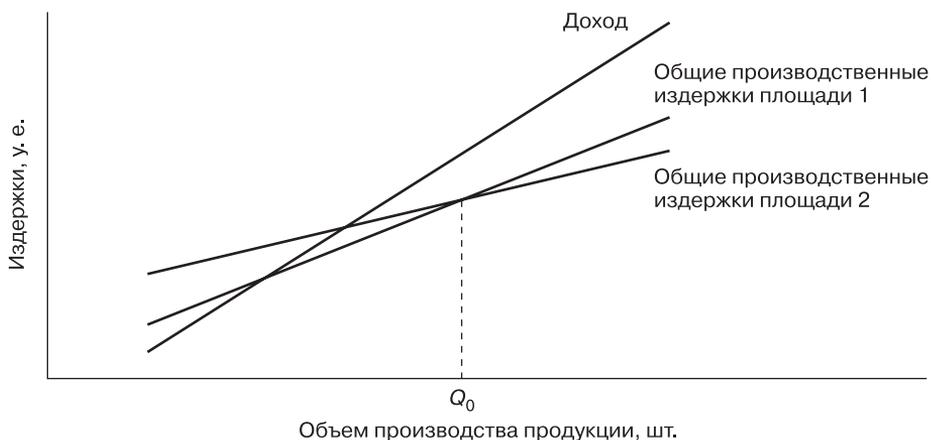


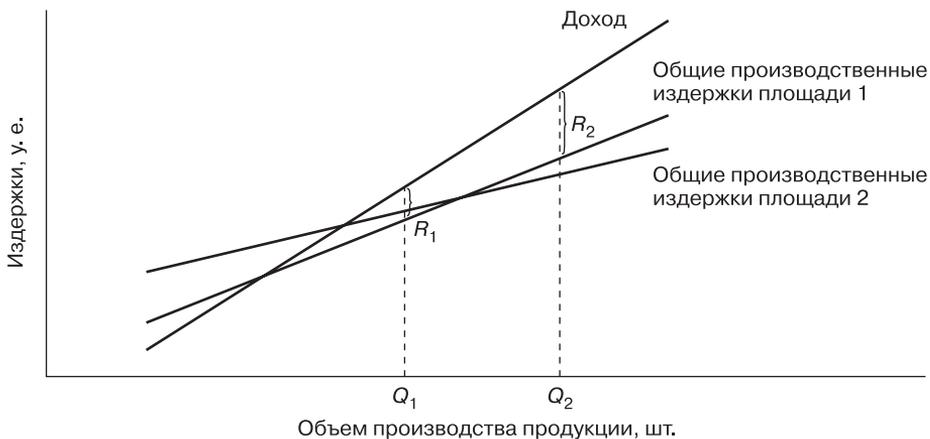
Рис. 8.2. Объем производства продукции по отношению к уровню затрат на двух производственных участках

Поскольку предполагается, что продукт будет продаваться по одинаковой цене вне зависимости от места расположения производственных площадей, доход изображен в виде единственной линии. До тех пор пока объем производимой продукции не будет выше значения  $Q_0$ , первое месторасположение рассматривается как более предпочтительное. Это объясняется тем, что общие производственные издержки до точки пересечения для первого варианта значительно ниже при всех объемах производства.

Особое значение следует уделять тому, что месторасположение организаций, требующих минимального объема затрат, не обязательно принесет максимальную прибыль. Так может произойти в случае, если цена на продукцию и объемы продаж совпадают по всем возможным вариантам месторасположения организаций. В результате выбор месторасположения, не обеспечивающего минимизацию затрат, приводит к увеличению объема продаж, за счет чего и увеличиваются прибыли. Рассмотрим такой вариант подробнее на рис. 8.3 с учетом уже имеющихся условий.

На рис. 8.3 функции дохода, а также общих производственных издержек каждой из площадок сходны с предыдущим примером (см. рис. 8.2). Однако в данном случае независимо от того, что общие производственные издержки на размещение участка № 1 будут значительно превышать затраты на размещение участка № 2, объем получаемого дополнительного дохода ( $R_2$ ) сможет в полной мере покрывать понесенные затраты. Поэтому для обеспечения спроса рынка на продукцию в объеме  $Q_2$  будет отдано предпочтение в пользу расположения участка № 1.

В большинстве случаев месторасположение промышленных комплексов не оказывает значительного воздействия на уровень спроса. В то же время месторасположение сервисных организаций непосредственно оказывает влияние на объем продаж и количество предоставляемых услуг. Так, при использовании услуг химчистки или прачечной клиент должен появиться в ней дважды — чтобы вначале сдать вещь, потом ее забрать. Поэтому удобное месторасположение оказывает не-



**Рис. 8.3.** Определение месторасположения организации по уровню доходов

посредственное влияние на уровень прибыли и должно учитываться в первоочередном порядке.

### **Рейтинговая система выбора местоположения организации**

На выбор месторасположения организации оказывает влияние большое количество целей и факторов, важность которых разнообразна, а значение можно определить количественными и качественными методами. При этом факторы и цели могут изменяться в зависимости от ситуации и потребностей организации.

Рейтинговая система как метод качественной оценки позволяет сравнивать варианты месторасположения и использовать более рациональную основу при выборе конечного варианта. Заключается рейтинговая система в том, что для каждого фактора устанавливается весовое значение, затем все значения, связанные с конкретным вариантом, суммируют. Однако следует учитывать, что рейтинговая система несет в себе субъективные оценки принимающих участие в опросе респондентов (менеджеров, экспертов и т. д.), поэтому весьма важно отобрать грамотных специалистов для качественного проведения рейтинговой системы оценки.

Процедуру проведения рейтинговой системы оценки рекомендуется осуществлять в такой последовательности:

1. **Определить факторы, оказывающие влияние на месторасположение (рыночные факторы, уровень затрат и т. п.).**
2. **Определить вес каждого фактора по отношению к другим, учитывая то, что общая сумма значений должна быть равна единице.**
3. **Выбрать шкалу оценки факторов экспертами (чем больше у экспертов будет возможностей варьировать свое мнение по каждому вопросу, тем надежнее будет их оценка, поэтому рекомендуется использовать шкалу от 0 до 100 баллов).**
4. **Предложить респондентам оценить каждый из факторов.**
5. **Перемножить полученные факторные значения с их весом по каждому рассматриваемому варианту.**
6. **Сложить полученные значения по каждому варианту и выбрать тот, который получил наибольшее количество очков.**

Иногда при использовании данного метода устанавливается минимальный уровень по количеству баллов. Вариант, соответствующий данному минимальному значению, исключается из дальнейшего рассмотрения. При условии отсутствия такого варианта пересматривается уровень минимального значения либо вводятся дополнительные варианты размещения.

Рассмотрим применение метода на примере. Специалисты компании выполнили оценку двух потенциальных месторасположений организации посредством сравнения объема затрат на размещение производственных мощностей. На основании экономического анализа выяснилось, что уровень затрат одинаков. В результате было принято решение провести оценку с использованием рейтинговой системы. Для этого каждому существенному фактору, оказывающему влияние на размещение организации, было присвоено весовое значение. В дальнейшем эксперты оценили влияние каждого из факторов по 100-балльной шкале. Получен-

ные оценки были перемножены с весовыми значениями. Результаты вычислений представлены в табл. 8.2.

**Таблица 8.2.** Определение предпочтительного месторасположения организации с использованием рейтинговой системы

Оцениваемый фактор	Весовое значение	Месторасположение			
		вариант А		вариант Б	
		Оценка фактора	Вес	Оценка фактора	Вес
Возможность обеспечения нужд организации в топливных ресурсах	0,1	95	9,5	90	9
Гибкость транспортной системы	0,1	65	6,5	55	5,5
Наличие системы водоснабжения	0,13	40	5,2	40	5,2
Законодательное регулирование загрязнения окружающей среды, стабильность налоговых ставок	0,23	30	6,9	40	9,2
Рыночная характеристика места	0,24	90	21,6	95	22,8
Наличие квалифицированной рабочей силы	0,2	45	9	45	9
Итого	1	365	58,7	365	60,7

Из табл. 8.2 видно, что при одинаковой на первый взгляд суммарной оценке факторов по вариантам месторасположения весовые значения различаются. Это непосредственно связано с методом учета факторов, оказывающих влияние на организацию. Исходя из проведенной рейтинговой оценки рекомендуется выбрать вариант Б.

### Метод коммивояжера (линейное программирование)

При решении вопроса о расположении организации в одном из потенциально привлекательных мест, с использованием системы снабжения из одного источника, используется метод коммивояжера, или линейное программирование. Метод получил такое название из-за способности минимизировать затраты на транспортировку продукции из мест производства в центры распределения. Издержки обращения в нем рассматривают как линейную функцию от расстояния и перевозимого количества продукции. При этом необходимо учитывать, что если снабжение необходимо осуществлять из нескольких источников, то затраты вычислить значительно сложнее. Важным ограничением метода служат отклонения в количестве перевозимой продукции при сохранении неизменности относительной суммы перевозок (что происходит при сезонных колебаниях в перевозке).

Рассмотрим использование метода на примере. В ходе предварительного анализа был определен уровень затрат на доставку продукции с разных производственных площадок в центр реализации (данные представлены в табл. 8.3). Рассматри-

ваются только те варианты центров, в которые должна поступать продукция со всех имеющихся производственных мощностей.

**Таблица 8.3.** Производственные мощности и затраты на доставку продукции в центр распределения

Производственные площадки	Мощность, шт.	Затраты на доставку, у. е.			
		центр А	центр Б	центр В	центр Г
1	750	5	9	16	17
2	750	9	4	8	9
3	700	15	8	3	5

Общая сумма затрат на распределение продукции высчитывается путем перемножения значения каждой ячейки, отображающей объем затрат, и значения соответствующей ячейки, где отображена мощность производственной площадки. В дальнейшем полученное значение суммируется по каждому центру. Так:

для центра А объем затрат составит:  $750 \times 5 + 750 \times 9 + 700 \times 15 = 21\,000$  у. е.,

для центра Б:  $750 \times 9 + 750 \times 4 + 700 \times 8 = 15\,350$  у. е.,

для центра В:  $750 \times 16 + 750 \times 8 + 700 \times 3 = 20\,100$  у. е.,

для центра Г:  $750 \times 17 + 750 \times 9 + 700 \times 5 = 23\,000$  у. е.

Таким образом, в качестве оптимального центра выбирается центр Б — с минимальным уровнем затрат по доставке продукции с производственных площадок.

При выборе метода расчета месторасположения необходимо учитывать, что объем текущих затрат оказывает значительное влияние на использование метода. Например, на месторасположение ремонтного центра влияние оказывают транспортные издержки на доставку необходимых запасных частей. Если имеется несколько источников снабжения такого центра требуемыми деталями, наличествуют аналогичные конкурирующие ремонтные центры в данном регионе, пользующиеся услугами тех же поставщиков, то определить оптимальный способ поставки сложно.

### Компьютерное моделирование

В представленных выше примерах применения метода линейного программирования рассматривались исключительно затраты на доставку входящих потоков продукции. Но вопросам исходящих потоков продукции, затраты по которым изначально были переложены на заказчика, не было уделено достаточно внимания. В случае же когда организация берет на себя учет всех возможных потоков, выбор необходимо делать с использованием целостного, системного подхода.

Для функционирования организации, все подразделения которой расположены в нескольких удаленных местах, может возникнуть необходимость транспортировки продукции из одних центров в другие в случае непредсказуемого увеличения спроса на продукцию в других районах. Кроме того, в рамках некоторых компаний осуществляется распределение тысяч наименований продукции, анализ всей системы распределения является весьма трудоемким и капиталоемким процессом.

Современные информационные технологии и программное обеспечение позволяют решать трудные задачи с множеством переменных значительно быстрее. Кроме того, компьютерное моделирование дает возможность получать дополнительные данные, о которых первоначально лицо, принимающее решение, могло и не задумываться. Вводимые в программу параметры хранятся в базе данных, что упрощает дальнейшие действия по принятию и корректировке решений. Современное программное обеспечение позволяет также принимать решения о размещении не только производственных, но и сервисных организаций с использованием практически всех указанных выше методов одновременно.

## Резюме

Выбор месторасположения новых организаций имеет большое значение в стратегическом управлении. Важную роль при этом играет многофакторный характер этой задачи, ибо следует учитывать и вопросы логистики, и вопросы охраны окружающей среды, и новые возможности информационных технологий, и проблемы социальной защиты работников.

Влияние месторасположения организации на выполнение операций не всегда выражено явно, поскольку некоторые затраты являются скрытыми и определяются лишь после начала производственного процесса. Если говорить об организациях сферы услуг, то их функционирование во многом зависит не только от месторасположения, способствующего повышению уровня контактов с клиентами, но и от внешнего вида помещений.

При оценке потенциального месторасположения используется целый ряд методов, среди которых выделяют: GIS; методы по формированию единых зон обслуживания; метод анализа точки безубыточности; метод рейтинговой системы выбора; метод коммивояжера; метод компьютерного моделирования и др.

При анализе размещения производства можно использовать ряд коммерческих прикладных программ, многие из которых используют подход линейного программирования или смешанные алгоритмы. Иногда может быть использован и эвристический подход, способствующий повышению эффективности решения задач выбора месторасположения производственных мощностей.

## Ключевые термины

Time standard — норматив времени

Integration — интеграция

Systems view — системный подход

Market related factors — рыночные факторы

Capacity planning by overall factors (CPOF) — способ планирования мощностей по всесторонней оценке показателей

Geographic information systems (GIS) — географические информационные системы

User requirements analysis (URA) — тщательный анализ требований пользователей

Tangible assets (factors) — материальные средства (факторы)

Intangible assets — нематериальные (неосвязаемые) средства (факторы)

Material oriented location — расположение, ориентированное на источники сырья

Market oriented location — расположение, ориентированное на рынок

Distribution costs — издержки распределения

Point rating — рейтинговая оценка по весомости очков

## Контрольные вопросы

1. Назовите основные способы выбора месторасположения организации.
2. Какие способы загрузки производственных мощностей учитываются при решении вопросов о расположении организации?
3. Какие действия включает изучение условий ввода в эксплуатацию производственных мощностей?
4. Какие задачи управления позволяют решить нормативы времени?
5. Что включают в себя операционный и маркетинговый подходы при решении вопросов о размещении организаций? Дайте их сравнительную характеристику.
6. Какие факторы внешней среды необходимо учитывать при решении вопросов о месторасположении организации?
7. Перечислите основные методы оценки местоположения организаций.
8. В чем заключается формальная процедура выбора месторасположения производства?
9. Что представляют собой системы GIS?
10. Перечислите основные требования пользователей в сервисных и промышленных организациях к GIS.
11. В каких случаях необходимо использовать подход формирования единых зон обслуживания?
12. В чем заключается процедура анализа расположения организации по фактору затрат и объемов производства?
13. Перечислите последовательность действий при проведении процедуры рейтинговой оценки выбора месторасположения организации.
14. Объясните сущность метода коммивояжера. В каких случаях он применяется при решении вопросов о расположении организации?

## Кейс-стади

### Задачи для самостоятельного решения

#### Задача 1

В ходе предварительного анализа был определен уровень затрат на доставку продукции с разных производственных площадок в центр реализации (данные представлены в табл. 8.4). В данном примере рассматриваются только те варианты центров, в которые должна поступать продукция со всех имеющихся производственных мощностей.

**Таблица 8.4.** Производственные мощности и затраты на доставку продукции в центр распределения

Производственные площадки	Мощность, шт.	Затраты на доставку, у. е.			
		центр А	центр Б	центр В	центр Г
1	870	6	7	17	13
2	870	8	7	5	10
3	790	11	8	6	3

Решите вопрос о расположении организации в одном из потенциально привлекательных мест с использованием системы снабжения из одного источника, используя метод коммивояжера (или линейное программирование).

### Задача 2

С использованием метода центра тяжести определите месторасположение новой небольшой организации с учетом заданных координат и требуемых уровней поставок более крупным предприятиям-заказчикам.

**Таблица 8.5.** Координаты предприятий заказчиков и уровень поставок

Наименование предприятия	Его координаты (X, Y)	Годовой объем закупок полуфабрикатов, тыс. шт.
А	200, 220	5
Б	290, 385	7
В	350, 150	4

Формула центра тяжести:

$$C_x = \frac{\sum d_{ix} V_i}{\sum V_i}; \quad C_y = \frac{\sum d_{iy} V_i}{\sum V_i},$$

где  $C_x, C_y$  — координаты размещения организации;  $d_{ix}, d_{iy}$  — координаты размещения предприятий-заказчиков;  $V_i$  — годовой объем закупок полуфабрикатов.

### Задача 3

Используя данные задачи 2, предположим, что руководство нового предприятия планирует увеличить объемы производства для предприятия-заказчика А на 2 тыс. шт. с одновременным сокращением на это же количество объемов производства для предприятия Б.

Как повлияет принятие такого решения на размещение новой организации?

Следует ли ее перенести в другое место? Если да, то рассчитайте новые координаты.

## Литература

1. *Аткинсон Э. А., Банкер Р. Д., Каплан Р. С., Янг М. С.* Управленческий учет / Пер. с англ. 3-е изд. М.: Вильямс, 2007.
2. *Друри К.* Управленческий и производственный учет. Вводный курс: Учебник для студентов вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
3. *Стивенсон В. Дж.* Управление производством / Пер. с англ. М.: Лаборатория базовых знаний, БИНОМ, 1998.
4. *Тоффлер Э.* Третья волна / Пер. с англ. М.: АСТ, 2004.
5. *Чейз Р., Эквилайн Н. Дж., Якобс Р.* Производственный и операционный менеджмент. 8-е изд. М.: Вильямс, 2007.
6. *Dikworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.
7. *Gregory I. N., Ell P.* Historical GIS: Technologies, Methodologies, and Scholarship. NY: Cambridge University Press, 2008. P. 227.
8. *Kurczewski N.* Tata Motors Shuts Down Nano Factory // [www.edmunds.com/insideline/do/News/articleId=131649](http://www.edmunds.com/insideline/do/News/articleId=131649)

## ГЛАВА 9

# Размещение производственных мощностей как основа производства товаров и предоставления услуг

Успешному выполнению производственных и сервисных операций способствуют грамотное размещение оборудования и планировка помещений в соответствии с требованиями конкретной производственной системы.

В целях обеспечения оптимального и бесперебойного выполнения технологических операций, упрощения системы обмена информацией между разными отделами и согласованности их действий в организации определяется схема взаимного расположения отделов, участков и рабочих мест; таким образом определяется размещение производственных мощностей организации.

Способ размещения оборудования и планировки помещений должен быть увязан с выбором типа технологического оборудования. Так, в промышленном серийном производстве, занимающемся выпуском большого количества однородной продукции, необходима установка универсального оборудования, а планировка размещения последней операции должна быть рядом со складом.

Для тех случаев, когда производство материального продукта предполагает доставку материалов к местам выполнения технологических операций, необходимо предусмотреть технологические маршруты прохождения промежуточной продукции и тип погрузочно-разгрузочного оборудования.

При большой номенклатуре выпускаемой продукции конфигурация производственных мощностей ориентируется на использование комбинированного технологического оборудования.

Процесс формирования операционной системы организации включает учет таких факторов, как определение рабочих операций, их последовательность, особенности выбора технологий и распределения функциональных обязанностей между работниками и др.

### 9.1. Планировка офисов

Продуманное планирование помещений для успешного ведения бизнеса в организациях позволяет:

- минимизировать затраты на погрузочно-разгрузочные операции;
- минимизировать потоки ресурсов организации (перемещение персонала по производственным площадям, промежуточной продукции между подразделениями и т. д.);
- улучшить качество и надежность выпускаемой продукции;
- повысить согласованность и координацию деятельности работников различных отделов и служб в организации;

- оперативно реагировать на изменение рыночной конъюнктуры;
- сделать адаптивной организационную структуру фирмы;
- удовлетворить клиентов уровнем и качеством обслуживания.

Для выбора лучших вариантов офисных пространств, их размещения и дизайна широко используется *концепция интегрированного дизайна*<sup>1</sup> (*whole building integrated design – WBDG*).

Концепция интегрированного дизайна включает учет таких элементов, как архитектура, сметные расчеты, проектирование систем пожарной безопасности, *вентиляционных систем* (*heating ventilating, air-conditioning and refrigerating engineering – HVAC*), телекоммуникационных систем, внутренний дизайн, ландшафтное строительство, канализационные системы, архитектурное программирование и структурное строительство. Большое количество элементов в концепции *интегрированного дизайна* позволяет всесторонне учитывать различные факторы, которые могут оказывать влияние на размещение организаций. Рассмотрим каждый из элементов более подробно.

Элемент *архитектура* предполагает всесторонний учет и анализ таких факторов, как градостроительные планы, имеющиеся в распоряжении материалы, возможность проектирования различных внешних форм и стилей. При этом изучается удаленность отдельных подразделений и служб внутри организации, простота поиска служб клиентами, а также возможность установления прямых контактов между работниками различных отделов. Современные телекоммуникационные технологии (локальные компьютерные сети, электронная почта, центральные серверы, позволяющие хранить общую базу данных обо всех операциях компании, факсимильные аппараты) позволяют работникам поддерживать контакты друг с другом даже на удаленном расстоянии. Для определения служб, которые должны находиться ближе всего в зданиях друг друга, при проектировании архитектуры помещений используют матрицу «приоритета близости», разработанную Ричардом Матером. Ромбовидные ячейки в правой части матрицы формируются в результате пересечения строк, представляющих два отдела. Буквы (*a, e, i, o, u, x*) используются для обозначения степени важности расположения двух отделов в непосредственной близости друг от друга. Иногда в ромбовидных ячейках дается определенное число, указывающее на основании установления приоритета близости (рис. 9.1).

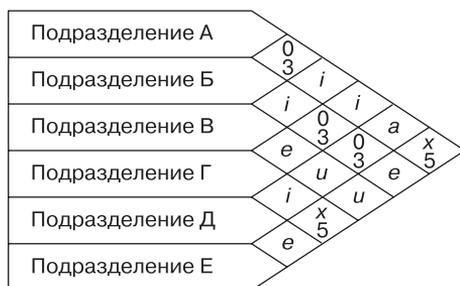


Рис. 9.1. Матрица Ричарда Матера

<sup>1</sup> [www.wbdg.com/design](http://www.wbdg.com/design)

Расшифровка «приоритетов близости» матрицы представлена в табл. 9.1.

**Таблица 9.1.** «Приоритеты близости» согласно матрице Ричарда Матера

Условное обозначение степени важности расположения подразделений вблизи другого	Степень важности	Условный номер причины	Возможные причины
<i>a</i>	Исключительно важно	1	Использование одного оборудования
<i>e</i>	Очень важно	2	Работа с одинаковым набором работников или выполнение схожих функций
<i>i</i>	Важно	3	Упрощение производственного процесса
<i>o</i>	Не очень важно	4	Упрощение коммуникационного процесса
<i>u</i>	Не важно	5	Небезопасные условия труда
<i>x</i>	Нежелательно		

По существу треть своей сознательной — трудоспособной — жизни работник проводит в организациях, поэтому и планировка помещений должна быть сделана с особой тщательностью.

Элемент *сметные расчеты* весьма важен при проектировании новых помещений, поскольку именно от грамотно составленной сметы зависит принятие решений о вариантах будущих помещений владельцами бизнеса и высшим руководящим составом. Согласно данным Департамента труда США, в Бюро трудовой статистики в 1994 г. в США насчитывалось около 198 тыс. сметчиков, занимающихся оценкой стоимости строительства, из которых 58% работали в строительстве, 17% — в промышленности, 25% — в других отраслях. В Российской Федерации вопросами составления смет занимаются бухгалтеры-сметчики со специальной подготовкой, которые составляют сметы на основании перечня работ и материалов, руководствуясь ТЕР (территориальные единичные расценки) или ФЕР (федеральные единичные расценки)<sup>1</sup>, согласно техническим заданиям, предоставленным заказчиком. При составлении сметной документации расчетчик должен быть полностью осведомлен об объемах будущих работ. Такой информацией можно обладать, лишь будучи знакомым с технологиями строительных работ. Поэтому большинство сметчиков имеют опыт работы именно в строительных организациях.

При проведении расчетов они должны учитывать такие параметры, как масштаб работ; параметры ресурсов, которые могут быть востребованы в рассматриваемом проекте; стоимость материалов; состав и квалификация персонала; затраты, связанные с использованием производственных мощностей и другого оборудования; возможные косвенные затраты.

<sup>1</sup> Выдаются государственными органами ценообразования в строительстве.

К косвенным расходам, связанным со строительством, могут быть отнесены:

- для владельца — стоимость разработки дизайн-проекта, получение разрешений на застройку, стоимость приобретения земельного участка, уровень государственных налогов на эти виды сделок, а также уровень административных издержек;
- для подрядчика и субподрядчика — возможность привлечения квалифицированного персонала, организация временного рабочего офиса в районе застройки с установкой временных систем обогрева и канализации, оборудования, своевременное обеспечение всем необходимым инструментарием и т. д.

При расчете сметы очень важно изыскать пути получения доходов и рассчитать возможность минимизации расходных статей.

Элемент *проектирование систем пожарной безопасности* необходим для составления правил управления инженерными системами зданий в случае непредвиденного пожара. Правильность подбора и монтажа охранной системы влияет на надежность и эффективность эксплуатации системы в будущем. Для выбора соответствующей системы должно быть проведено детальное изучение будущих помещений, их конфигурации, наличие лестничных маршей, а также помещений с водными процессами (ванные, душевые, туалеты и т. д.). Выбор системы пожарной сигнализации зависит как от типа помещений, так и от видов производственных процессов, а также от ожиданий собственников. Грамотный выбор системы — сложная процедура, так как в нее входят датчики системы охранно-пожарной сигнализации (ОПС) и другие контрольные приборы. Охранная сигнализация, в свою очередь, имеет разновидности: охранная, тревожная, периметральная (защищает как отдельные помещения, так и территории по желанию заказчика). С целью защиты от постороннего проникновения организации могут быть оснащены магнитно-контактными извещателями на дверях и окнах, инфракрасным извещателем движения; для защиты периметров могут быть установлены лучевые системы, инфракрасные датчики, радиоволновые и емкостные установки. В оборудовании различных типов систем оповещения могут быть использованы: светозвуковое оповещение, речевое оповещение, комбинированные типы оповещения, а также элементы управления эвакуацией — указатели «Выход», направления движения и т. п. Использование широкого спектра оборудования позволяет создавать системы оповещения различного уровня сложности и надежности.

В понятие элемента *вентиляционных систем* включены воздушная циркуляция, обогрев и охлаждение. Современное определение систем воздушного кондиционирования было дано еще в начале XX в. на основе работ Германа Рейтшеля, Альфреда Вульфа, Стьюарта Крамера и Вильяма Карьера<sup>1</sup>.

В 1908 г. Г. Б. Вильсон дал первое полное определение вентиляционных систем, которое включало следующие требования:

- поддержание должного уровня влажности вне зависимости от времени года во всех частях зданий;
- свобода доступа воздушных масс в определенные времена года;

<sup>1</sup> Nagengast B. Early Twentieth Century Air-Conditioning Engineering // ASHRAE Journal March, 1999. P. 55.

- постоянство работ систем вентиляции;
- эффективное очищение воздуха от всех микроорганизмов, вредных испарений, пыли, копоти и других инородных предметов;
- эффективное охлаждение воздуха в помещениях в определенные периоды;
- как подогревание воздуха, так и обеспечение постоянных потоков воздуха для обогрева в холодное время года и т. д.

К сожалению, указанные параметры, не были им исследованы далее, но при планировании современных офисов они все принимаются во внимание. Кроме того, для выбора HVAC системы вводятся такие понятия, как тип офисного пространства, используемое в нем оборудование, возможности владельцев бизнеса по оплате имеющихся систем, учет географического месторасположения организации.

Формирование элемента *телекоммуникационных систем* включает две составляющие:

- конструкторские системы — HVAC, освещение, дневной контроль пребывания на местах, обеспечение безопасности доступа в помещения и к определенным данным, противопожарная система;
- телекоммуникационная составляющая — способы передачи голоса, данных, графики, аудио- и видеoinформации.

Крупные открытия в 1980 г. стимулировали резкий рост информационных технологий. Поэтому сейчас широко применяется концепция интегрированного дизайна, обеспечивающая доступ к современным технологиям и средствам связи, повышающая функциональность используемых ресурсов, их экономичность и эффективность.

Исследования показали тесную связь между качеством рабочего места и производительностью работников. Современные технологии позволяют осуществлять гибкую планировку офисов. Многие компании пользуются концепцией открытой планировки с использованием модулей, разбивающих пространство посредством перегородок на отдельные рабочие зоны, что является более экономичным, чем разбиение помещения на отдельные кабинеты с использованием стационарных перегородок. Это позволяет трансформировать офисное пространство в любой момент времени с учетом используемых материалов, которые должны быть как звукоизоляционными, так и экологически безопасными.

При *ландшафтном строительстве* в расчет принимаются экологические, социокультурные и экономические факторы. Природные богатства, красота пейзажей могут быть выгодно подчеркнуты правильно спроектированными зданиями, которые при этом будут органично вписаны в ландшафт, что может повысить репутацию фирмы в глазах потребителей. В особенности это важно для организаций гостиничного бизнеса. В то же время необходимо учитывать и геологию и гидрологию участков, форму поверхности и животных, которые там живут. В каждом обществе существуют исторически сложившиеся особенности взаимоотношений, расположения сельскохозяйственных районов и районов промышленных производств. Поэтому при проектировании расположения новых организаций важно учитывать процессы организаций-соседей, дабы избежать конфликтных ситуаций в будущем. Экономическая составляющая заключается в определении возможных

выбросов производственной системы и государственной политики в области защиты окружающей среды (ограничивается ли она штрафами за загрязнение окружающей среды, или могут быть приняты более радикальные меры, вплоть до сноса зданий и сооружений).

Проектирование элемента WBDG *канализационные системы* включает учет наличия, стоимости и доступности таких составляющих, как:

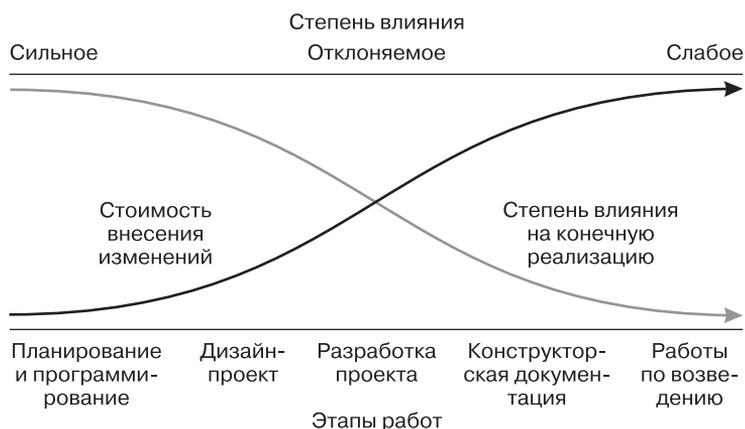
- особенности централизованного обеспечения водными ресурсами с помощью подключения к местным централизованным сетям или забор воды из районных водоемов. При этом очень важно не нарушать местные ирригационные системы и учитывать возможность подключения с двух позиций: с учетом экономии от использования воды и с учетом защиты экологических требований окружающей среды;
- температура поступающей воды — чаще всего она соответствует температуре окружающей среды; если же необходим иной температурный режим, то важно предусмотреть возможности размещения специального оборудования (к примеру, в зависимости от пропускной потребности могут быть использованы био- и дизельные конвекторы, накопительные или проточные бойлеры), его мощность, а также выделение под него специального пространства;
- система сантехники — должна строго соответствовать действующим нормативным документам;
- система вывода в септик — в случае отсутствия возможности подключения к городским сетям должна быть предусмотрена системы сбора сливных вод, с дальнейшим вывозом накопленного ассенизатором. В случаях если накапливаемое количество незначительно, рассматриваются возможности биологической очистки, а переработанный компост можно использовать вторично в производстве (например, в сельском хозяйстве);
- особенности промывки системы, которые могут быть как водные, так и под воздушным давлением. Это весьма важный элемент, поскольку канализационные системы могут засоряться от листьев, крошения покрытия крыш, попадания мелких животных и птиц, а в зимнее время — из-за обледенения.

Элемент *архитектурное программирование* при проектировании офисных и производственных помещений в WBDG появился в 1980–1990 гг.<sup>1</sup> Он позволяет определить степень вовлеченности сторон в определение объемов выполняемых работ и оказываемое ими влияние на конечные работы; анализировать данные и принимать обоснованные решения на основе имеющихся данных; повысить экономичность всего проекта, сокращая количество низкоэффективных вмешательств при разработке проекта (рис. 9.2).

Элемент *проектирование промышленных подразделений* включает две основные составляющие:

- 1) проектирование офисных конструкций с учетом особенностей комбинирования элементов внутри организации, весовой нагрузки отдельных помеще-

<sup>1</sup> Architectural Programming: Creative Techniques for Design Professionals by R. Kumlpin. New York, NY: McGraw-Hill Inc., 1995.



**Рис. 9.2.** Обоснованность внесения изменений во время проектирования

ний, возможности использования офисных помещений, географического месторасположения организации (включая такие факторы, как сейсмическая активность региона, наличие болотистых пространств и т. п.);

- 2) непосредственное строительство: дизайн помещений, возможность установки дополнительного оборудования, телекоммуникационных систем, использование специальных видов материалов и т. п. Как правило, за эту часть работ ответственность несут уже подрядчики.

Процесс *архитектурного программирования* состоит из последовательного выполнения шести шагов.

1. Исследование типа проекта. Оно включает изучение таких вопросов, как типы помещений в схожих проектах; объем площади, требуемой для человека или для расположения оборудования; типичные виды взаимоотношений работников, выполняющих схожие функции; объемы воздуха для каждого рабочего места, на котором выполняются схожие функции; обычная стоимость квадратного метра работ в схожих помещениях.
2. Установление целей и задач. На этом этапе требуется уточнение целей всех заинтересованных групп, а также ресурсов. Так, необходимо установить, как определяют цели и какие задачи ставят владельцы организации, ведущие руководители; как они видят будущее развитие фирмы и какое влияние окажет проект на формирование организационной культуры фирмы. Функциональными целями могут быть установление количества работников, которые будут находиться в помещениях одновременно, и их месторасположение, основные функции которые они будут в нем выполнять. На этом этапе определяется период, в течение которого планируется использование здания.
3. Сбор соответствующей информации — включает сбор информации о будущих пользователях, видах их деятельности, бизнес-процессах, вовлеченности ресурсов в эти процессы, системах электро-, газо-, водоснабжения, окружаю-

щей инфраструктуры, наличии подъездных дорог, природно-климатических условиях, топографических данных, кадастровых данных, информацию, касающуюся градостроительных планов района, и любую иную информацию.

4. Выбор стратегии поведения в зависимости от возможностей и угроз, которые могут оказать влияние на размещение производственных мощностей организации. Именно на этом этапе определяются возможности централизации и децентрализации системы управления, гибкости производственных мощностей, система потоков материальных ресурсов в организации и их размещения, уровень доступа на производственные участки (кто может заходить и какие системы безопасности должны быть установлены).
5. Определение количественных потребностей. При этом необходимо учитывать, что издержки, график работ и предпочитаемое месторасположение взаимозависимы. На издержки оказывает непосредственно влияние время выполнения проекта: высокая скорость выполнения работ увеличивает стоимость, а затягивание процессов приводит к устареванию применяемых технологий, и когда помещения наконец будут введены в строй, они могут не соответствовать новым реалиям производства. В то же время предпочтительное месторасположение зависит также от объемов имеющегося у организации бюджета.
6. Суммирование в программе всех полученных на предыдущих этапах данных и получение первого — чернового эскизного проекта.

Архитектурное программирование, как уже следует из названия, осуществляется с использованием специализированного программного обеспечения. При этом прикладные программы могут быть как интегративного характера, учитывающие все вышеизложенные элементы и их особенности (например, *Building Envelope Design Guide — BEDG*, *Mechanical Insulation Design Guide — MIDG* и др.), так и специализированные по отдельным элементам (например, по сервисному ландшафту — *AutoCAD*, *GIS*, по системам вентиляции — *EZDOE*, *HVAC Solution — professional* и т. д.).

## 9.2. Способы размещения производственных мощностей

На выбор расположения оборудования сильное влияние оказывают номенклатура выпускаемой продукции, т. е. ее разнообразие, и объем производства. Схематично зависимость между типом производства и объемом выпускаемой продукции представлена на рис. 9.3.

Варианты расстановки оборудования в организации зависят от ее типа (сфера услуг или производство), особенностей планировки помещений.

Способы размещения производственных мощностей в организации непосредственно зависят от стратегических приоритетов ее развития. Среди них выделяются следующие: размещение по технологическому принципу, по предметному принципу (по принципу изготовления определенной номенклатуры изделий), по принципу обслуживания недвижимого объекта, комбинированным способом — способом формирования технологических ячеек.

Рассмотрим каждый из способов подробнее.

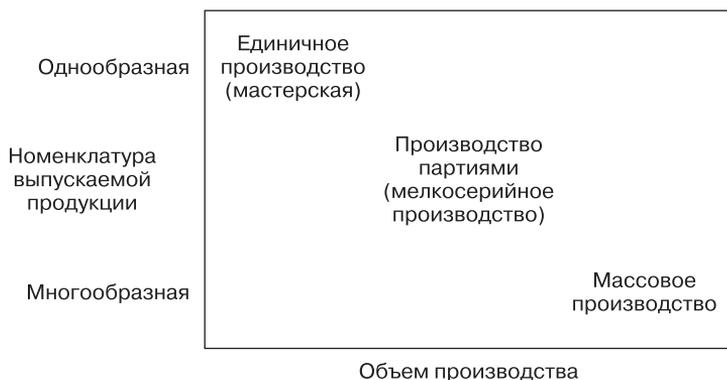


Рис. 9.3. Особенности типов производства

### Размещение производственных мощностей по функциональному принципу

Размещение производственных мощностей по функциональному принципу применяется, как правило, в позаказном и мелкосерийном производстве. Особенность такого вида производства заключается в том, что изделия в нем производятся в небольших количествах и обладают значительным разнообразием. Но для того, чтобы обеспечить организации высокую прибыль при этом виде мощностей, в организации должно производиться большое количество самых разнообразных изделий. Гибкость производственных мощностей достигается за счет приобретения универсального оборудования, которое в короткие сроки можно перестроить под выполнение самых разнообразных операций. Результатом является изменение политики привлечения и найма работников, способных выполнять разноплановые рабочие задания на имеющихся производственных мощностях. Работники и оборудование группируются на участках в зависимости от выполняемых функций.

Процесс преобразования сырья в готовый продукт для определенного наименования изделия может потребовать изменения последовательности выполнения технологических операций. Таким образом, формирование технологических маршрутов в организациях единичного производства непосредственно зависит от типа выпускаемого продукта.

Например, данный способ размещения характерен для организаций здравоохранения, в которых каждое подразделение отвечает за оказание строго определенных видов помощи (хирургическое отделение, гинекологическое, кардиологическое и т. п.).

К основным преимуществам размещения оборудования по функциональному принципу можно отнести:

- 1) гибкость оборудования и персонала;
- 2) более низкий объем инвестиций благодаря отсутствию дублирования оборудования и рабочих мест;
- 3) высокая квалификация персонала: специалисты, контролирующие работу производственных участков, глубоко разбираются во всех операциях, подлежащих выполнению в его рамках;

4) разнообразие рабочих заданий, повышающее творческие способности работников и их удовлетворенность от возможности проявить себя.

Но, несмотря на столь значимые преимущества, при размещении оборудования по данному принципу имеется и ряд значимых недостатков.

1. Применимость способа лишь при небольших объемах выпуска однообразной продукции; при увеличивающихся объемах его использование затруднительно.
2. Низкий уровень эффективности погрузочно-разгрузочных операций, поскольку в процессе перемещения изделий по технологическому маршруту может потребоваться возврат на предыдущие рабочие места или транспортировка на большое расстояние.
3. Низкий уровень эффективности использования рабочего времени из-за высокой вероятности возникновения пауз между выполнением различных рабочих заданий.
4. Сложность планирования производства продукции и контроля за выполнением производственных планов.
5. Высокие издержки, связанные с наймом высококвалифицированного персонала, обладающего навыками работы в изменяющейся среде, оплата труда которого должна быть значительно выше, чем труд рабочих, выполняющих операции на сборочных линиях.
6. Снижение уровня производительности, который связан со спецификой выполнения производственных заданий, требующих дополнительной наладки оборудования и специального обучения работников.

Размещение оборудования на предприятиях сферы обслуживания очень часто осуществляется именно по продуктовому принципу. Это связано с тем, что в сервисных организациях, как правило, отсутствует транспортировка материалов, расстояние между участками выполнения смежных операций незначительно, а обслуживание клиентов осуществляется по разным технологическим маршрутам. Размещение оборудования в офисах, выполняющих большой объем работы с документами (например, офисы страховых компаний), ориентировано на обеспечение потока легких материалов (документов). Основной акцент в сервисных организациях должен быть сделан не на потоки материальных изделий, а на контроль над выполнением работ в каждом из отделов. Поэтому расположение работников в данном случае будет осуществляться по принципу использования общего оборудования или осуществления доступа к одним и тем же документам.

В случае присутствия клиента при выполнении сервисных операций его удобство приобретает первостепенную важность. Поэтому планировка офисных помещений осуществляется с целью облегчения доступа и поиска клиентом нужного ему отдела или служащего.

Ярким примером расстановки оборудования по продуктовому принципу являются розничные магазины, где все однотипные товары (такие, например, как технические средства, спортивные товары, фототовары) располагаются в различных отделах. Цель такого размещения состоит в том, чтобы предоставить покупателям удобную возможность рассматривать интересующие их товары и покупать их.

В университетах в непосредственной близости друг от друга, как правило, располагаются колледжи и факультеты, между которыми существуют тесные связи. В больницах есть несколько отделений, каждое из которых выполняет сходные функции: гинекологические, кардиологические и хирургические отделения, а также отделения рентгенологии и патологоанатомические лаборатории. В автомастерских в большинстве случаев выделяются участки, специально предназначенные для покраски автомобилей и ремонта кузова, а также участки для ремонта двигателей. В большинстве случаев банки также состоят из разных отделов, таких как отдел предоставления ссуд и отдел ипотечных операций; в некоторых случаях в банках организуются отдельные кассовые окна «Счета к оплате» и «Счета к получению».

### **Размещение производственных мощностей по предметному принципу (по принципу формирования поточных линий)**

При производстве большого количества изделий одного вида и небольшого ассортимента производственные мощности размещаются для обеспечения оптимального перемещения материалов по технологическому маршруту и сокращения затрат на единицу продукции. Осуществление каждого этапа технологического процесса, направленного на преобразование исходных ресурсов в требуемый готовый продукт, обеспечивается посредством использования специализированного оборудования, которое быстро и надежно выполняет все необходимые технологические операции. Оборудование в этом случае располагается непосредственно вдоль поточной линии таким образом, чтобы каждая единица мощностей принимала участие в процессе выполнения конкретной операции. Основная задача формирования поточной линии — определение кратчайшего пути перемещения изделий по производству. Детали и сборочные узлы должны производиться (или храниться) недалеко от места размещения поточной линии, на котором они будут использованы в дальнейшем. В случае приобретения необходимых компонентов изделий за пределами предприятия необходимо предусмотреть их своевременную доставку к месту дальнейшей сборки. Маршрут перемещения изделий в поточной линии может быть самым разнообразным, принципами его построения являются: приспособление к конфигурации доступных производственных помещений; сведение к минимуму площади производственных помещений, занимаемых сборочной линией. В некоторых случаях в одну технологическую систему объединяют несколько поточных линий (рис. 9.4), что позволяет поставлять на основную сборочную линию сборочные узлы, изготовленные на вспомогательных сборочных линиях.

Поскольку в случае серийного производства изделия перемещаются по фиксированному маршруту в большом количестве, экономически оправданным является приобретение компанией погрузочно-разгрузочного оборудования. Легковесные же изделия можно передвигать по сборочной линии вручную. Для транспортировки единиц продукции используются подвесные или напольные конвейеры.

Основными преимуществами размещения оборудования по предметному принципу являются:

- 1) уменьшение объема погрузочно-разгрузочных операций;
- 2) небольшой объем промежуточных материалов;

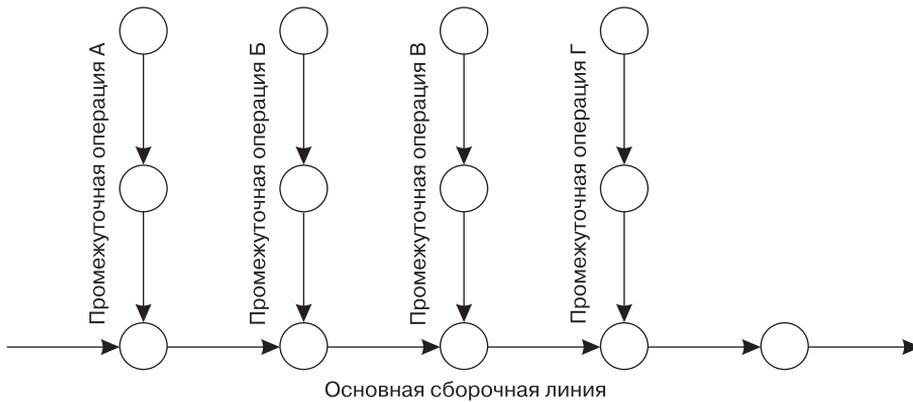


Рис. 9.4. Схема основной производственной линии

- 3) сокращенная продолжительность обработки;
- 4) упрощенная система производственного планирования и контроля;
- 5) простота рабочих заданий, позволяющая даже неквалифицированным рабочим быстро овладевать технологией их выполнения.

К недостаткам можно отнести:

- 1) недостаточную гибкость процесса производства. Изменение конструкции изделия может потребовать модификации производственных мощностей;
- 2) относительную жесткость процесса синхронизации операций: продукт не может передвигаться по поточной линии быстрее, чем выполняется самое трудоемкое рабочее задание, если только оно не распределяется на несколько рабочих мест;
- 3) большой объем инвестиций. Используется специализированное оборудование; требуется дублирование единиц оборудования там, где возникает необходимость в выполнении аналогичных технологических операций;
- 4) зависимость всего производственного процесса от его составных частей. Выход из строя какого-либо станка или отсутствие достаточного количества операторов для комплектования всех рабочих мест может стать причиной остановки всей поточной линии;
- 5) монотонность работы, способствующую возникновению угнетенного состояния у работников.

Тем не менее этот принцип также применим в сфере обслуживания. Например, в кафе-закусочных клиент передвигается вдоль линии подачи блюд от одной операции к другой (выдача посуды, салата, горячего и т. д.).

Подобное размещение оборудования сервисного предприятия целесообразно в случаях, когда возникает необходимость в обслуживании большого количества клиентов посредством выполнения последовательных сервисных операций.

Поточные линии позволяют сократить время прохождения клиентов через все участки предоставления услуг, количество возвратов на уже пройденный участок.

Сокращается количество клиентов в очереди, а также время ожидания каждого клиента.

Конфигурация некоторых видов оборудования (при размещении по предметному принципу) определяется в тот момент, когда разрабатывается каждая деталь, а инженер-технолог определяет состав операций, необходимых для изготовления детали. От объема выпускаемой продукции зависит выбор технологического процесса, который является наиболее эффективным с экономической точки зрения. Оптимальный технологический процесс, в свою очередь, определяет очередность операций, подлежащих выполнению в ходе изготовления изделия. Например, печатные платы, необходимые для сборки электронной аппаратуры (такой, как телевизоры), должны быть изготовлены еще до того, как на них надо будет монтировать другие электронные компоненты изделия. Пайка электрических разъемов компонентов может выполняться одновременно с пайкой самих компонентов.

Технология не всегда диктует конкретную последовательность выполнения операций по изготовлению изделия. В таком случае существует целый ряд способов формирования производственной линии на основании существующих рабочих станций и оборудования. Это наиболее характерно для процессов ручной сборки, когда существует много вариантов формирования поточной линии. Существенную помощь в определении оптимальных способов группирования рабочих заданий, выполняемых на каждом рабочем месте, могут оказать различные математические модели балансировки поточной линии.

Общий объем работ, подлежащих выполнению на поточной линии, разбивается на отдельные рабочие задания, каждое из которых назначается для выполнения на определенном рабочем месте. Такое разбиение имеет своей целью выполнение всего объема работ на базе реально осуществимой последовательности рабочих заданий во времени. **Продолжительность рабочего цикла** (промежуток времени между изготовлением на поточной линии двух последовательных единиц продукции), которую в некоторых случаях называют **тактом поточной линии**, эквивалентна максимальной продолжительности выполнения операций на любом рабочем месте данной поточной линии. При этом существует значимое ограничение: все задания должны выполняться на поточной линии с одинаковой скоростью, дабы избежать перегрузки или недозагрузки некоторых рабочих мест. Если же на каком-то рабочем месте выполняется больше работы, чем на других участках, то она должна быть перераспределена между всеми имеющимися участками, дабы избежать «узких мест» в производстве.

Основной задачей синхронизации поточной линии является обеспечение равномерного распределения рабочих заданий между рабочими местами поточной линии (синхронного выполнения всех операций в процессе выпуска изделия) и минимизации затрат труда на производство единицы продукции. Все рабочие места сбалансированной поточной линии используются с максимальной нагрузкой при обеспечении минимального такта поточной линии. Если же нормы выработки являются более низкими, суммарная продолжительность простоя поточной линии распределяется в равных частях между всеми рабочими, занятыми в ее обслуживании. Время простоя может быть использовано для перерыва на отдых или учета отличий в технологических требованиях к изготовлению изделий.

Синхронизация поточной линии осуществляется при выполнении одного из следующих мероприятий:

1. Минимизация количества рабочих мест, требуемых для поддержания установленного такта поточной линии. Приемлема в случае, когда выполняется первоначальное или повторное календарное планирование выполнения рабочих заданий на поточной линии. Определяется по формуле 9.1:

$$N_t = \frac{\text{Суммарное время выполнения всех операций}}{\text{Время цикла}}. \quad (9.1)$$

2. Минимизация такта поточной линии (максимальное увеличение норм выработки) на установленном количестве рабочих мест. Применяется в случаях, когда уровень спроса на продукт равен или превышает объем производства, который можно обеспечить при имеющихся ресурсах (производственные площади, оборудование, трудовые ресурсы и т. д.). Для минимизации такта поточной линии определяется время ее цикла по формуле 9.2:

$$C = \frac{\text{Дневное рабочее время}}{\text{Требуемый объем дневного выпуска продукции}}. \quad (9.2)$$

Суммарную продолжительность простоев на поточной линии можно вычислить по формуле 9.3:

$$IT = nc - \sum_{i=1}^k t_i, \quad (9.3)$$

где  $IT$  — суммарная продолжительность простоев (*idle time*);  $n$  — количество рабочих мест;  $c$  — такт поточной линии;  $t_i$  — продолжительность выполнения  $i$ -го рабочего задания;  $k$  — суммарное количество рабочих заданий, подлежащих выполнению на  $i$ -й производственной линии.

Поточная линия является полностью сбалансированной, если  $IT = 0$  при минимальной продолжительности рабочего цикла. В некоторых случаях степень синхронизации поточной линии называется эффективностью поточной линии и выражается в процентах или в виде десятичной дроби. Эффективность поточной линии в процентах ( $e$ ) можно вычислить по формуле 9.4:

$$e = \frac{100 \left( \sum_{i=1}^k t_i \right)}{nc}. \quad (9.4)$$

Оптимально сбалансированная поточная линия характеризуется высоким показателем эффективности.

Количество комбинаций рабочих заданий, распределяемых между рабочими местами поточной линии, влияет на увеличение количества рабочих заданий, для решения чего разработаны специальные алгоритмы, позволяющие найти оптимальное или удовлетворительное решение с использованием компьютера. Задачи, связанные с синхронизацией поточных линий, решаются на основании разнообразных методик, среди которых: метод проб и ошибок, эвристические методы,

компьютерный подбор подходящей комбинации, линейное программирование, динамическое программирование. Два последних метода позволяют осуществлять поиск оптимальных решений, если необходимо выполнение большого количества вычислений.

Перед распределением рабочих заданий между рабочими местами поточной линии необходимо предпринять несколько предварительных действий.

1. Идентифицировать все рабочие задания, которые необходимо выполнить в процессе изготовления продукта.
2. Определить продолжительность выполнения каждого рабочего задания.
3. Определить приоритетность каждого рабочего задания (в какой последовательности должна выполняться совокупность этих заданий).
4. Рассчитать определяющий такт поточной линии, продолжительность которого не должна быть меньше продолжительности выполнения самого трудоемкого рабочего задания, или определить целевое количество рабочих мест.

После выполнения этих действий распределяют задания между рабочими местами поточной линии.

Эвристический метод основывается на принятии решений о распределении рабочих заданий на основании проб и ошибок и приводит в результате к получению реально осуществимого, но не всегда оптимального способа распределения.

Некоторые рабочие задания подлежат обязательному выполнению еще до начала выполнения других заданий. Например, такие операции, как сверление или перфорация отверстий в изделии из металла, должны выполняться перед закручиванием болтов. Предшествующим рабочим заданием называется задание, которое выполняется непосредственно перед исследуемым. Во многих случаях приоритетность рабочих заданий отображается в виде технологической схемы.

Как правило, рабочие задания назначаются первому рабочему месту, затем второму и т. д. — до тех пор, пока последние задания по сборке изделия не будут назначены для выполнения на последнем рабочем месте. При выполнении совокупности рабочих заданий на одном рабочем месте распределение заданий следующему рабочему месту не начинается, пока не завершится формирование совокупности рабочих заданий для первого рабочего места. Таким образом, на любом этапе распределения рабочих заданий каждое очередное задание уже имеет своего предшественника и, в свою очередь, может быть назначено для выполнения на следующем рабочем месте поточной линии. Такое подмножество суммарной совокупности заданий, подлежащих выполнению в процессе изготовления изделия на поточной линии, называется **списком установленных рабочих заданий**.

Эвристический метод применяется в процессе выбора элементов технологических операций, которые подлежат распределению между рабочими местами. Существует несколько программных пакетов синхронизации поточных линий. В некоторых из этих пакетов используется не одно, а несколько из вышеперечисленных правил выбора рабочих заданий. Самым распространенным с начала 1970-х гг. является метод компьютерного размещения производственных объектов CRAFT (*computerized relative allocation of facilities technique*). В основе этого метода лежит учет таких факторов, как маршрут движения материальных ценностей, транспортные затраты на перемещение единицы продукции и т. д.

С учетом затрат производства и исходного варианта планировки производственных участков программа подбирает наилучший вариант по критерию оптимальности — минимум затрат на транспортировку. Основные особенности использования метода сводятся к следующему.

1. В основе метода лежит правило: если есть возможность сократить затраты при транспортировке между двумя участками, то лучше изменить их взаимное расположение, тем самым уменьшив общие затраты.
2. Оптимальное решение гарантировано лишь с учетом представленных факторов.
3. Первоначальный вариант планировки помещения оказывает доминантное влияние на результат. И если первичный результат удачен — сокращение затрат значительно.
4. Объекты рассматриваются как квадратные модули, если же они иной конфигурации, то требуется ручная корректировка.
5. Основные проблемы программы решены в усовершенствованной программе SPACECRAFT.
6. Метод предполагает использование специализированного оборудования для транспортировки материалов (например, автопогрузчики), поэтому при использовании стационарного оборудования (транспортеров) использование метода ограничено.

### **Комбинированное размещение производственных мощностей (по принципу формирования технологических ячеек) или гибкое автоматизированное производство**

Современные промышленные организации очень часто используют сочетание перечисленных классических способов размещения производственных мощностей. Например, некоторые изделия могут выпускаться в рамках одной организации, но в ограниченном количестве, в то же время их изготовление может потребовать большого количества однотипных деталей. Для формирования поточной линии в таком случае, количество общих компонентов, необходимых для производства изделий, должно быть большим. Как результат в рамках одной организации можно обнаружить производственные участки с частичным размещением оборудования по технологическому и предметному принципам.

В организациях с серийным производством изделий часть операции по сборке может выполняться вручную, что позволяет быстро переориентировать их на выпуск других изделий. А вот детали, используемые на сборочной линии такого типа, могут производиться в цехах с функциональным размещением оборудования, что обеспечивает высокий уровень гибкости производства.

В серийном производстве организации повышают экономичность своей деятельности за счет сокращения операций по наладке оборудования под каждую новую партию изделий, которая является значительно крупнее, чем в единичном производстве.

При этом имеется и ряд недостатков: производство и перемещение изделий более крупными партиями приводит к необходимости хранения большего объема

промежуточных материалов и к расширению производственных площадей, а также к неравномерности объемов работ, подлежащих выполнению на рабочих местах по мере продвижения партий изделий по технологическому маршруту. В результате многие предприятия, выпускающие изделия партиями, сократили размеры этих партий, а также пересмотрели способы размещения оборудования, заменив размещение производственных мощностей исключительно по функциональному принципу использованием технологических ячеек. На предприятиях, выпускающих изделия крупными партиями, на некоторых участках производственного процесса также могут быть организованы целевые технологические ячейки.

При использовании одного вида оборудования для изготовления схожих по определенным характеристикам (вес, размер и т. п.) изделий, последовательно выполняются однородные технологические операции. Совокупность деталей, имеющих сходные конструктивно-технологические характеристики, называется «семейство деталей».

При производстве семейства деталей с целью сохранения преимуществ размещения оборудования по поточным линиям в современном производстве используется принцип технологических ячеек. **Гибким автоматизированным производством** называется процесс, позволяющий выпускать в рамках технологических ячеек несколько элементов конечного изделия.

Например, предприятие занимается производством деталей, изготовленных из листовой стали. Частично детали можно изготовить, вырезая необходимые заготовки из куска листовой стали, обрабатывая поверхности на фрезерных станках до получения необходимой толщины детали и сверления отверстий (ширина и толщина детали, диаметр отверстий и их расположение могут отличаться для различных деталей семейства). Все детали изготавливаются с использованием отрезного станка, фрезерного станка и сверлильного станка. Вместо транспортировки деталей семейства на большое расстояние между станками они группируются в одну технологическую ячейку, в которой свободно перемещаются между оборудованием. Кроме того, поскольку все виды процессов по обработке деталей осуществляются в рамках одного производственного участка, скорость прохождения деталей от одного станка к другому работники могут регулировать самостоятельно. В результате существенно сокращаются затраты времени и денежных ресурсов на погрузочно-разгрузочные работы, складирование промежуточных материалов, формирование и обслуживание складских помещений.

Размещение оборудования по принципу формирования технологических ячеек считается комбинированным способом размещения оборудования, поскольку объединяет в себе характерные черты иных способов размещения производственных мощностей. Этот способ организации производства сочетает в себе преимущества размещения оборудования по предметному принципу (или принципу формирования поточных линий), а также размещения по технологическому или функциональному принципу.

Среди компаний, успешно реализующих на своих предприятиях производство продукции по принципу формирования технологических ячеек, выделяют: *Hewlett-Packard*, *Caterpillar*, *Briggs and Stratton*, *Martin Marietta*, *Deer and Company* и другие. Компания *Deer & Company* выпускает сельскохозяйственное оборудование, причем многие детали разных моделей (семейство деталей) отличаются лишь

размерами. Совершенно очевидно, что такая компания занимается изготовлением ряда семейств деталей. Ячейки группируются после идентификации семейств деталей и оборудования, необходимого для их изготовления. Джон Дир применяет размещение оборудования по принципу формирования технологических ячеек на своих заводах в штатах Висконсин, Иллинойс и Айова. В одной из технологических ячеек (сформированных на заводе по производству двигателей в городке Ист-Молин, штат Иллинойс) выпускаются гидравлические цилиндры различных размеров. После перехода на автоматизированное гибкое производство период прохождения цилиндров по технологическому маршруту сократился с 28 дней до 10 минут. Одновременно произошло значительное сокращение объема промежуточных материалов, количества отбракованных изделий, затрат на погрузочно-разгрузочные операции, а также была значительно упрощена система календарного планирования.

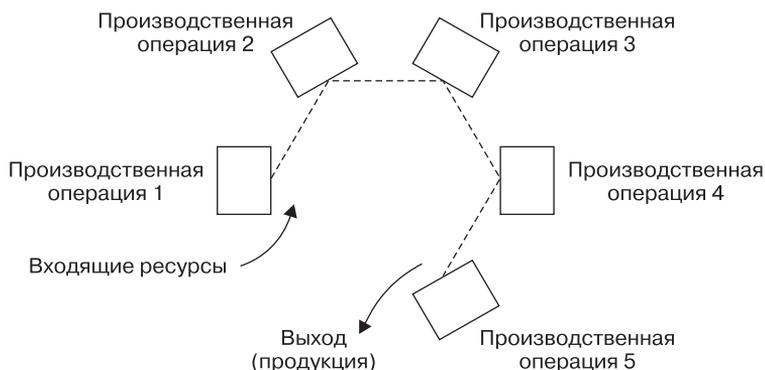
При формировании группы изделий, производство которых требует схожей технологии, размещение оборудования идет по **принципу групповой технологии**. Многие компании выпускают сотни тысяч деталей, поэтому достаточно трудно идентифицировать все существующие семейства деталей. В качестве решения этой проблемы каждой детали присваивается цифровой код, в котором отображена информация о размерах и форме детали. Компьютеризованный поиск цифровых кодов позволяет выделить совокупность аналогичных деталей. Для идентификации семейств деталей анализируют маршрутные карты, в которых указывают последовательность выполняемых технологических операций, что упрощает процесс определения сходных технологических маршрутов.

### **Наиболее распространенные конфигурации технологических ячеек**

Одна из наиболее распространенных моделей размещения оборудования в рамках технологической ячейки — это расстановка оборудования по С-образному контуру с установкой робота в центре. Такой способ размещения оборудования может принести существенную выгоду, особенно если хотя бы часть работ по перемещению деталей выполняет робот. Дугообразная конфигурация технологической ячейки позволяет расположить все станки в зоне досягаемости робота. Функции робота состоят в размещении деталей на первом станке, передаче деталей в определенном порядке от станка к станку и в разгрузке готовых деталей с последнего станка. В таком случае детали должны находиться в строго определенных местах в соответствии с заложеной в машину программой.

Существуют еще два типа конфигурации технологических ячеек, которые могут быть успешно использованы на промышленных предприятиях, — ячейка, имеющая форму окружности, и U-образная ячейка. Такая конфигурация технологических ячеек применяется в основном на предприятиях с организацией процессов по принципу «точно в срок». Однако это требует ряда дополнительных затрат, в частности — по найму рабочих с разносторонними навыками, имеющих высокий уровень квалификации для работы на разнотипном оборудовании.

В кольцеобразной ячейке (представленной на рис. 9.5) оборудование располагается по кругу, рабочая же сторона обращена к центру. Передвигаясь в рамках небольшого круга, рабочий имеет возможность обслуживать все станки ячейки. В случае если рабочий выполняет все операции вручную, продолжительность



**Рис. 9.5.** Кольцеобразная технологическая ячейка

одного рабочего цикла эквивалентна сумме отрезка времени, затраченного на выполнение всех операций, и времени, затраченного на перемещение деталей от одного станка к другому. При выполнении производственных операций отдельными станками в автоматическом режиме продолжительность цикла сокращается. Тогда время работника состоит из двух частей: загрузка автоматического оборудования и снятие обработанных деталей; во время же работы станков он может выполнять и другие операции. Переналадка станков в технологической ячейке с такой конфигурацией позволяет производить различные детали. При сложности переналадки оборудования и высокой частоте выпуска однородной детали в рамках ячейки возможно использование схожего оборудования (станка), на котором сохраняются сложные настройки.

Привлечение двух работников, обслуживающих оборудование в такой технологической ячейке поочередно, также можно рассматривать как способ увеличения нормы загрузки оборудования в ней. Соответственно при привлечении дополнительного количества работников норма загрузки может увеличиваться и больше. Однако существует ряд ограничений: высокий уровень квалификации работников для обслуживания всех станков, входящих в состав ячейки; скорость выполнения заданий должна соответствовать самому медленному заданию (во избежание простаивания оборудования и работников).

Как альтернативу можно рассматривать формирование технологической ячейки U-образной формы. Принцип работы в ней сводится к следующему: работник с высоким уровнем квалификации выполняет все технологические операции по обработке детали, передвигаясь вдоль одной стороны U-расположенной линии оборудования, затем по закругленному концу ячейки, а потом — по другой стороне. Норма загрузки оборудования может быть увеличена посредством размещения в ячейке двух или более рабочих, каждый из которых выполняет свою часть рабочего цикла. В таком случае первый рабочий выполняет операции по обработке детали с одной стороны (возможно, до половины этого фрагмента ячейки), затем оставляет деталь и перемещается на другое крыло ячейки, чтобы продолжить обработку детали, поступившей от второго рабочего; после завершения об-

работки детали этот рабочий возвращается в исходную позицию. Второй рабочий принимает деталь, оставленную первым, обрабатывает ее на станках, находящихся с другой стороны ячейки, вдоль ее закругленного конца, вплоть до того места, в котором обрабатываемая деталь переходит к первому рабочему, завершающему ее обработку. Такой способ использования труда нескольких рабочих позволяет сократить количество различных навыков, которыми должен обладать каждый из них. Этот вид размещения оборудования сейчас широко применяется в ресторанном бизнесе, когда несколько поваров в центре зала готовят блюда на глазах у посетителей.

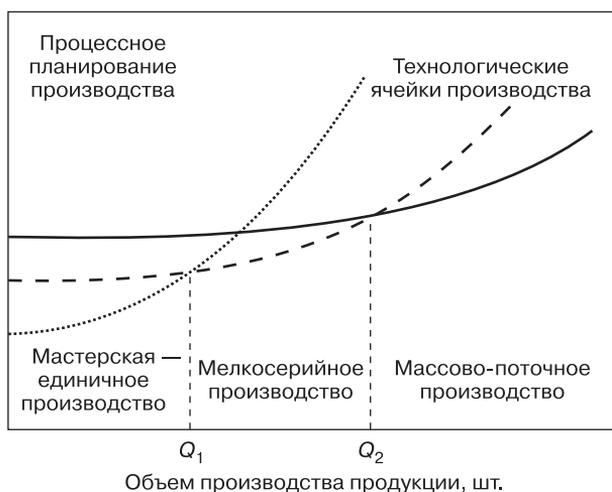
Выделяют несколько способов перемещения ресурсов и материалов в технологических ячейках: это и автоматическое устройство необходимого типа, и ручное перемещение изделий (при незначительном весе изделий), и роликовый конвейер — для тяжелых и крупногабаритных грузов или ленточный — для мелких или легких грузов, и т. д.

Для достижения высокого уровня гибкости производственного процесса и перемещения изделий между ячейками используется гибкое погрузочно-разгрузочное оборудование — автопогрузчик. Автопогрузчики работают на аккумуляторных батареях, управляются сигналами, подаваемыми с компьютера (о выполнении поворота, увеличении скорости, остановке, погрузке или разгрузке изделий), для управления работой автопогрузчика не требуется присутствия оператора.

Многие предприятия сферы услуг применяют на практике концепцию формирования технологических ячеек посредством группировки на одном рабочем участке всех единиц оборудования. Организация обслуживания в парикмахерской, в салоне красоты и в стоматологическом кабинете также во многом напоминает принцип работы технологической ячейки. Компания по продаже автомобилей или автомастерская может иметь на своих площадях ячейки для замены масла, смазочных материалов и фильтров, а также ячейки для мойки, покрытия воском и чистки автомобилей. Кроме того, на таких сервисных предприятиях могут быть сформированы ячейки для выполнения шиномонтажных работ. Существуют и другие ситуации, когда ряд сервисных операций можно выполнять на оборудовании, сгруппированном в рамках одной технологической ячейки.

### **9.3. Факторы, оказывающие влияние на размещение производственных мощностей**

Как уже было указано выше, при планировке размещения производственных мощностей во внимание следует принимать множество самых разнообразных факторов, в том числе и планируемый объем производства продукции (рис. 9.6). Предприятие единичного производства изделий является более гибким при выпуске широкого ассортимента изделий, и в данном случае помещения планируются под оборудование, а не под технологический маршрут изделия. Следовательно, при возрастающих объемах выпуска изделий выявляются все недостатки данного размещения производственных мощностей. В качестве возможного варианта решения проблемы можно предложить формирование технологической ячейки, в которой должно быть установлено оборудование, способное эффективно выполнять необходимые технологические операции. Отдельные единицы оборудо-



**Рис. 9.6.** Влияние объемов производства на размещение оборудования

вания должны быть размещены в непосредственной близости друг от друга с целью сокращения затрат на погрузочно-разгрузочные операции. Рабочие, занятые изготовлением изделий в пределах данной ячейки, глубже овладевают навыками выполнения необходимых операций, поскольку эти операции повторяются достаточно часто. Кроме того, при анализе кривой роста производительности становятся вполне очевидными преимущества, которые можно получить.

С другой стороны, при использовании технологической ячейки для производства компонентов сборочной единицы возникает необходимость хранения промежуточных материалов, а также дополнительные издержки на перемещение изделий на участки сборки. Таким образом, при значительных объемах выпуска продукции сумма средних затрат с использованием технологических ячеек может оказаться выше по сравнению с использованием выделенной производственной или сборочной линии. В поточной линии расстояние, на которое перемещаются материалы, очень короткое, а количество материалов, накапливаемых на промежуточных стадиях, мало (рис. 9.6).

Существует определенная специфика размещения вспомогательных служб. Так, некоторым службам необходим облегченный доступ непосредственно на производственные участки. При существующей тенденции к более широкому участию служащих в управлении предприятий в планировку предприятий важно включить помещения для проведения собраний коллектива, учебные кабинеты. В процессе проектирования следует учесть необходимость выделения площадей для следующих вспомогательных служб:

- складов для хранения деталей, материалов и других запасов;
- пунктов первой помощи;
- административно-хозяйственных отделов;
- отделов контроля и управления;

- душевых и раздевалок;
- зон отдыха и кафетерии.

Правильная организация складских помещений играет важную роль в функционировании многих организаций. Для такой производственной организации, как пивная компания «Балтика», имеющей склад в размере 3 га, площадь которого полностью используется под хранение готовой продукции, правильная организация погрузочно-разгрузочных операций является первоочередной. Особо это важно в связи с тем, что продукция организации полностью обновляется на складах каждые 3 дня.

Для других же организаций, таких как центры распределения, погрузочно-разгрузочные работы и хранение материалов — основные виды деятельности. В складских помещениях таких предприятий используется многоуровневая система хранения продукции, краны-штабелеры, а также компьютеризованная система хранения и сортировки запасов на складах. Цель такой планировки — максимальное увеличение объема хранимых запасов на квадратный метр площади складского помещения.

В процессе проектирования многоуровневой системы хранения необходимо учитывать трехмерную структуру мест для хранения запасов. Единицы продукции могут храниться в любом месте, если только могут поместиться в соответствующую ячейку.

Таким образом, для грамотного размещения производственных мощностей необходимо предварительно составлять маршрутно-технологическую карту — как для выпускаемых изделий, так и для их составных частей.

Важным фактором при размещении производственных мощностей является определение суммарной продолжительности изготовления различного рода изделий (нормативы времени) за определенные промежутки времени (месяц, квартал и т. п.). Эти данные, в свою очередь, позволяют определить количество рабочих и оборудования, необходимых для выполнения полного спектра рабочих заданий. Для сокращения издержек организации на обслуживание оборудования, возможности которого не будут использоваться в полной мере, важно учитывать сезонность колебания спроса на производимую продукцию.

После определения размеров производственных участков очень важно выявить их конфигурацию, дабы ресурсы проходили по системе без задержек в строго определенной очередности. При этом чем больше производственных участков имеется в организации, тем больше количество вариантов расположения их относительно друг друга (увеличивается в геометрической прогрессии). Предположим, что существует 8 равных производственных участков, которые необходимо разместить на предлагаемой территории (рис. 9.7).

1	2	3	4
5	6	7	8

**Рис. 9.7.** Размещение производственных участков в рамках условного помещения

Если условно предположить, что площадь всех участков одинакова и отсутствует заранее указанный порядок их размещения, то для первого участка существует 7 различных вариантов его размещения, для второго — 42 варианта ( $7 \times 6$ ), для третьего — 210 ( $7 \times 6 \times 5$ ) и т. д. Таким образом, для восьми участков возникает вероятность их размещения 5040 способами ( $7 \times 6 \times 5 \times 4 \times 3 \times 2$ ). Большинство этих расположений представляет собой отражение других участков (порядок может меняться слева направо, сверху вниз и т. п.). При выборе варианта расположения участков необходимо вводить какие-либо критерии ограничений.

Решая вопросы о расположении производственных участков, немаловажно принять грамотное решение об учете затрат на перемещение изделий между участками, в особенности если речь идет о крупногабаритных грузах, поскольку уровень затрат на перемещение материальных потоков оказывает значительное влияние на себестоимость конечной продукции. Для организаций, занимающихся производством схожих по технологии изготовления изделий, но различных по виду (например, швейная фабрика производит платья, брюки, блузки; фабрика по производству игрушек — мягкие, большие, маленькие игрушки; обувная фабрика часто в зимний период формирует летнюю коллекцию обуви, в летний — зимнюю и т. д.), вырабатывается единая схема движения материального потока. Для таких организаций сокращение движения материального потока обеспечивается за счет расположения участков рядом друг с другом, согласно технологической цепочке. На практике чаще всего отгрузка готовой продукции и прием исходного материала осуществляются на одном участке, поэтому для движения материальных потоков чаще всего применяют U- или O-образное размещение производственных участков. Рассмотрим пример перемещения доминирующего материального потока для ткацких производств (рис. 9.8).

Как видно из рис. 9.8, движение материального потока идет последовательно от одного производственного участка к другому, согласно технологии производства.

Однако такая схема применима лишь в тех производствах, где выпускается технологически схожая продукция. В рамках современных организаций весьма вероятен запуск в производство несколько видов продукции, проходящих различными технологическими маршрутами. Это, в свою очередь, оказывает влияние на учет большего количества факторов, воздействующих на размещение производственных мощностей в организациях. В частности, необходимо предусмотреть

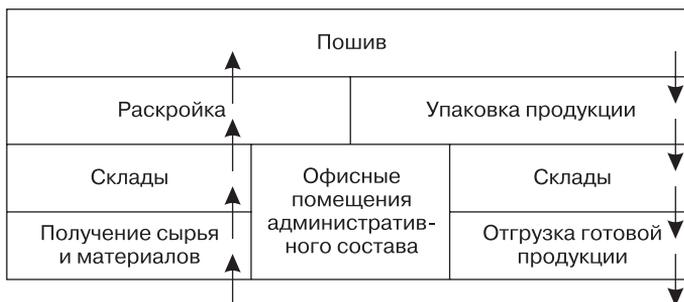


Рис. 9.8. Движение доминирующего материального потока для ткацкого производства

возможность минимизации издержек на транспортировку изделий между участками, где перемещения происходят чаще всего. Для этого можно использовать формулу 9.5:

$$M = V \times W \times D, \quad (9.5)$$

где  $M$  — уровень затрат на перемещение изделий в определенный период времени;  $V$  — объем партии изделий, подлежащих перемещению между производственными участками, за определенный период времени;  $W$  — весовой коэффициент (рассчитываемый как отношение объема затрат на перемещение партии изделий к единице расстояния, на которое эта партия перемещается);  $D$  — расстояние между изучаемыми производственными участками.

Сумма значений  $M$  для каждой пары производственных участков показывает общий объем затрат на перемещение изделий при имеющейся планировке производственных мощностей. Анализ полученных сумм по участкам позволяет определить наиболее дорогостоящие по уровню затрат участки, которые требуют дополнительного внимания, возможно даже перепланировки помещений или использования на них специализированного оборудования. Перепланировка помещений будет считаться оправданной, если она позволит снизить длину транспортируемых партий изделий на тех участках, где рассчитанный уровень затрат был максимальным. Более длинные же перемещения можно оставить для участков, между которыми объемы перемещаемых партий изделий незначительны, а уровень затрат относительно иных проанализированных участков значительно ниже. В качестве примера использования такой стратегии см. кейс-стади 2 к настоящей главе.

#### 9.4. Потенциальные возможности повышения производительности

При невозможности удовлетворения спроса на производимую продукцию из-за особенностей сборочной линии необходимо предпринять корректировочные действия:

- в случае если это связано с несбалансированной работой линии, необходимо рассмотреть модификацию работы всей линии. При этом особое внимание уделяют такту поточной линии, поскольку продолжительность рабочего цикла самого медленного узла определяет скорость работы всей линии;
- анализ производственных операций, предметов и средств труда, позволяющий выявить не только слабые участки поточной линии, но и определить возможности сокращения продолжительности рабочего цикла;
- в случае наличия сбалансированной производственной линии, мощность которой не позволяет удовлетворить уровень спроса на продукт, необходимо рассмотреть возможность обновления поточной линии более совершенным оборудованием или расширить ее экстенсивным путем за счет дополнительных производственных мощностей;
- при невозможности обновления оборудования необходимо рассмотреть допустимость изменения такта поточной линии посредством включения или

исключения определенных рабочих заданий или их повторного перераспределения по поточной линии.

Вне зависимости от применения ручного труда или автоматизации рабочих мест с течением времени синхронизация поточной линии может быть нарушена, что связано с изменением уровня навыков и умений рабочих, выполняющих производственные задания, которые с течением времени могут оптимизировать свою работу, в том числе и сократив время выполнения заданий.

## 9.5. Особенности размещения оборудования и рабочих зон

Грамотное размещение оборудования и рабочих зон в помещениях современных организаций подразумевает получение максимальной чистой прибыли с каждого квадратного метра занимаемой площади. При этом само использование площади должно соответствовать различного рода требованиям (экологическим, социально-психологическим, органолептическим и т. п.). Исследования, проводимые рядом авторов [1, с. 123], показали, что размер офиса организации не влияет на финансовый результат ее деятельности. Тем не менее размер офиса организации может обеспечить конкурентные преимущества организации в глазах ее потенциальных потребителей, а также при иных маркетинговых стратегиях. При этом чем больше офисные помещения, тем более страдают взаимоотношения сотрудников, а также такие параметры в управлении организацией, как делегирование, приверженность и энтузиазм, справедливая компенсация.

В 1992 г. Мэри Д. Битнер [3, с. 433] предложила использовать новый термин «сервисный ландшафт» т. е. среда, в которой предоставляются услуги и которая влияет как на действия потребителей, так и на действия обслуживающего персонала. Предложенная концепция включает три элемента: окружающую среду, пространственное и функциональное размещение товара, внешние атрибуты.

Элементы *окружающей среды* оказывают влияние на моральное состояние работников организации и восприятие клиентами самой организации. К ним относят: уровень шумов, музыки, освещения, влажность воздуха, температурный режим, наличие запахов, время ожидания обслуживания в очереди и т. п. Как правило, перечисленные элементы должны быть предусмотрены при осуществлении дизайна помещений. К примеру, всем известны рестораны быстрого питания *McDonalds*, которые используют быструю ритмичную музыку в помещениях в периоды часа пик (с большим стечением покупателей), чтобы люди быстрее расплачивались за продукцию, ели и освобождали места для следующих покупателей. Постепенно эта технология стала использоваться и в других видах бизнеса, и теперь во многих супермаркетах можно слышать, как в зале прокручивается спокойная, мелодичная музыка, в то время как у касс работает быстрая, ритмичная. Рестораны и бары, в особенности расположенные на первых этажах жилых зданий в спальных районах города, должны придерживаться в своей работе требований ГОСТов, выработанных еще в СССР, согласно которым до 23 часов возможно использование в развлекательных целях фонограмм, а после — исключительно живой музыки.

Элемент *пространственное и функциональное размещение товаров и оборудования* включает планирование маршрута движения клиентов, а также особую группировку товаров. При этом маршрут должен быть не только удобен для кли-

ента, но и предусматривать возможность его ознакомления с как можно большим ассортиментом, предлагаемым к продаже.

Современные организации торговой сети применяют ряд нехитрых подходов, стимулирующих приобретение товаров: клиент, как правило, движется по внешнему периметру помещения, поэтому товары, пользующиеся меньшим спросом, размещаются именно там; товары в начале и конце маршрута приобретаются скорее; товары, расположенные на уровне глаз потребителя, покупаются скорее, чем товары, расположенные выше или ниже, и т. д. Весьма важной является организация проходов, не затрудняющих работникам передвижение между оборудованием. Использование современных ЭВМ также требует выполнения работодателями ряда требований. В частности, согласно ГОСТ, необходимо пользоваться передвижными креслами на колесиках с подлокотниками, а под ступнями необходимо установить валики, что будет способствовать снижению нагрузки на позвоночник работников.

Элемент *внешние атрибуты* включает вывески, указатели движения, движущуюся рекламу, зеркальные ярко оформленные витрины, цветное сопровождение или яркие маркеры на товарах (например, «товар дня» и т. п.). Ярким примером использования внешних атрибутов являются магазины *ИКЕА*, в которых по периметру на полу нарисованы стрелки, показывающие направление движения клиентов. В результате, даже если клиент знаком с помещением и более коротким путем прохода, он все равно движется согласно указателям, благодаря чему знакомится с большим ассортиментом предлагаемых товаров.

## Резюме

Успеху современной организации способствует размещение собственных производственных мощностей с ориентацией на потребителя, а также с учетом максимальной эффективности использования площадей и оборудования внутри нее. Производственный процесс большинства организаций сводится к перемещению информационных, материальных потоков внутри организации, а также к взаимодействию потребителей, работников и оборудования. Поэтому при расположении организаций сферы обслуживания и производства необходимо учитывать большое количество факторов, среди которых можно выделить: наличие потребителей и их приоритетные потребности, наличие и удаленность поставщиков, инфраструктуру района расположения и т. д. Для каждой организации факторы выбора месторасположения не только различаются между собой, но и оказывают различное влияние. Поэтому при выборе необходимо пользоваться всеми возможными методами, в том числе и программного характера: интегративными, учитывающими множество различного рода элементов и их особенности (например, *building envelope design guide* — *BEDG*, *mechanical insulation design guide* — *MIDG* и др.); специализированными по отдельным элементам (например, по сервисному ландшафту — *AutoCAD*, *GIS*, по системам вентиляции — *EZDOE*, *HVAC Solution* — *professional*) и т. д.

Процесс планировки помещений и размещения оборудования требует разумного учета целей различных заинтересованных групп. Так, для организации целью является удлинение маршрута передвижения клиентов, чтобы во время

следования они могли обратить внимание на весь ассортимент предлагаемых организацией товаров. Для потребителя же важнее быстро найти требуемый товар и сократить время пребывания в организации. Для промышленных организаций грамотное размещение производственных мощностей означает наличие достаточного рабочего пространства, отсутствие «узких мест», замедляющих передвижение материального потока.

Существует несколько основных способов размещения производственных мощностей: по функциональному принципу, по предметному принципу, комбинированный. Выбор любого из способов предполагает учет его сильных и слабых сторон для каждого варианта производства. Преимуществом размещения оборудования по функциональному принципу является его гибкость при выпуске широкого ассортимента небольшими партиями. Этот способ применяется для организации единичного производства продукции. Размещение оборудования по предметному принципу характерно для организаций массового производства схожих групп изделий или единственного изделия. Когда же организация стремится и обеспечить гибкость производственных процессов, и минимизировать издержки на увеличение объемов производства, применяется комбинированный способ размещения производственных мощностей (по принципу формирования технологических ячеек или гибкого автоматизированного производства).

Выявлено большое количество факторов, оказывающих влияние на размещение производственных мощностей. Среди них особого внимания заслуживает учет транспортных издержек при перемещении партий изделий между производственными участками. Уровень затрат на перемещение разнохарактерного ассортимента изделий, перевозимых в разных направлениях между участками, пропорционален произведению объема партии, количества и дальности перемещений. При этом чем выше уровень затрат на транспортировку, тем ближе друг к другу должны находиться производственные участки. Для случаев с одинаковыми расстояниями и количеством перевозимых партий изделий подсчитывают лишь количество осуществляемых перевозок. На основе полученных данных вблизи друг от друга размещают участки, между которыми фиксируется максимальное движение.

## Ключевые термины

Nearness priority — приоритет близости

Fixed-position layout — стационарная схема размещения оборудования

Layout by process — схема размещения оборудования по технологическому принципу  
Functional layout — функциональная схема размещения оборудования

Layout by process — схема размещения оборудования по технологическому принципу

Layout by product — схема размещения оборудования по продуктовому принципу

Manufacturing-cell capacity — возможность использования станка в качестве гибкого производственного модуля (ГПМ)

Manufacturing cell — технологическая ячейка

Cellular manufacturing — гибкое автоматизированное производство

Group technology — групповая технология

Rabbit-chase cell — кольцевая технологическая ячейка.

U-line cell — U-образная технологическая ячейка

Automatic guided vehicle (AVG) — робокар, автоматически управляемая тележка

Cycle time — такт поточной линии

Heuristic method — метод проб и ошибок (эвристический метод)

Available list — список доступных устройств

Servicescapes — сервисный ландшафт

Whole building integrated design (WBID) — концепция интегрированного дизайна

Heating ventilating, air-conditioning and refrigerating engineering (HVAC) — системы пожарной безопасности и вентилирования

Geo-informational system (GIS) — геоинформационные системы

## Контрольные вопросы

1. От чего зависит размещение производственных мощностей?
2. Назовите цели размещения производственных мощностей.
3. Какие элементы включает концепция интегрированного дизайна?
4. Чем объясняется обоснованность внесения изменений в планы офисных пространств?
5. Что представляет собой концепция архитектурного программирования?
6. Какие способы размещения производственных мощностей существуют?
7. От каких параметров зависит выбор способа размещения производственных мощностей?
8. Какие факторы оказывают влияние на размещение производственных мощностей?
9. Какие существуют потенциальные возможности повышения производительности?
10. Что представляет собой концепция сервисного ландшафта?

## Кейс-стади

### 1. Синхронизация рабочих заданий в поточной линии

Рассмотрим пример синхронизации поточной линии на основе эвристического метода, в основе которого лежит подход выбора самого продолжительного из списка установленных рабочих заданий, которое не превышает имеющегося на данном производственном участке рабочего времени.

В организации на имеющейся производственной линии планируется выпускать 240 ед. продукции за 8-часовой рабочий день (т. е. 30 ед. в час, или за 2 мин выпускается единица продукции, что составляет такт рабочего цикла). Для выпуска единицы продукции необходимо выполнить девять рабочих заданий в определенной последовательности (табл. 9.2).

Для выполнения требуемой производительности ни на одном рабочем месте на обработку изделия время для изготовления конечной единицы продукции не должно превышать 120 с (2 мин). При сбалансированной производственной линии количество рабочих мест минимально, а объем работы на всех них одинаков. Все задания распределяются между рабочими местами по последовательности выполнения работ, с учетом равномерности распределения нагрузки и такта рабочего цикла; в результате этого строится граф, в котором узлы представляют собой рабочие места (рис. 9.9).

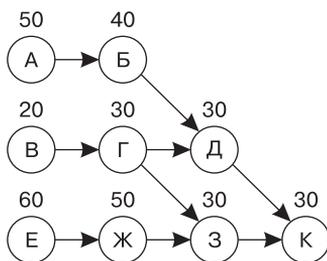
Рассмотрим последовательность назначения рабочих заданий по рабочим местам.

*Для первого рабочего места.* Формируется установочный список заданий, в который включаются задания А, В, Е, поскольку они не включают выполнение предшествующих операций. Задание А выбирается также из-за максимальной продолжительности времени выполнения — 50 с. В дальнейшем задание А исключается из установочного списка как учтенное, а в него включается задание Б как следующее для выполнения на данном ра-

бочем месте. При этом продолжительность выполнения работ не превышает оставшуюся часть рабочего цикла на первом рабочем месте. Затем в список установочных заданий включают задания В, Е. Задание Д не включается в список, пока не будут назначены оба предшествующих ему задания.

**Таблица 9.2.** Последовательность выполнения рабочих заданий и продолжительность рабочего цикла для изготовления конечного продукта

Рабочее задание	Предшествующее задание	Продолжительность, с
А		50
Б	А	40
В		20
Г	В	30
Д	Б, Г	30
Е		60
Ж	Е	50
З	Г, Ж	30
К	Д, З	30



**Рис. 9.9.** Граф выполнения рабочих заданий

Примечание: назначать задание Е пока не имеет смысла, поскольку его продолжительность слишком велика и его выполнение значительно превысит имеющийся лимит времени (120 с).

Для назначения первому рабочему месту выбирается рабочее задание В, поскольку оно укладывается в допустимую продолжительность рабочего времени.

В результате общая продолжительность выполнения назначенных заданий А, Б, В: 110 с (10 с простоя).

*Для второго рабочего места.* В связи с выполнением требований приоритетности в список установленных заданий включаются задания Д, Е; кроме того, задание Е имеет самую длительную продолжительность выполнения. В список установленных заданий также необходимо включить задания Г, Ж. Следующим для выполнения назначается задание Ж, поскольку продолжительность его выполнения не превышает оставшуюся часть рабочего цикла.

В результате общая продолжительность выполнения назначенных заданий Е, Ж: 110 с (10 с простоя).

*Для третьего рабочего места.* Поскольку в списке установленных заданий имеется задание Г, но оно еще не рассмотрено, оно назначается для выполнения на третьем рабочем месте. Далее в список включаются задания Д, З.

Поскольку продолжительность выполнения каждого из них одинакова и не превышает оставшегося времени, выбираем по порядку задание Д, а уже потом задание З. В списке заданий, необходимых к выполнению, осталось только задание К, но поскольку рабочего времени достаточно для выполнения этого задания, включаем его в нагрузку к третьему рабочему месту.

В результате общая продолжительность выполнения назначенных заданий Г, Д, З, К 120 с (простоя нет).

Распределив задания по рабочим местам, определим степень синхронизации поточной линии.

Такт поточной линии равен 120 с, и это соответствует продолжительности выполнения операций на третьем рабочем месте. В результате суммарная продолжительность простоя для данной поточной линии составит:

$$IT = nc - \sum_{i=1}^k t_i = 3(120) - (50 + 40 + 20 + 30 + 30 + 60 + 50 + 30 + 30) = 20 \text{ с.}$$

Рассчитаем эффективность данной поточной линии:

$$e = \frac{100 \left( \sum_{i=1}^k t_i \right)}{nc} = \frac{100 \times 340}{3 \times 120} = 94,44\%.$$

При всей простоте приведенного способа распределения рабочих заданий по продолжительности их выполнения он не учитывает воздействия множества иных факторов (технологических, физиологических, психологических и т. п.), необходимых для грамотной организации поточной линии. Иногда технологические процессы могут быть несовместимыми или их выполнение должно осуществляться на различных участках поточной линии. Например, процессы, связанные с возможным возникновением в ходе производства огня, не могут располагаться вблизи легковоспламеняющихся предметов и жидкостей. Кроме того, перед началом выполнения задания работники должны знать об особенностях его содержания с целью обеспечения синхронности процесса.

Мы рассмотрели лишь некоторые из множества факторов, которые могут оказать существенное влияние на синхронизацию поточных линий.

### **Вопросы по кейсу 1**

1. Какие ошибки могут быть допущены при построении графа?
2. Каким образом рассчитывается эффективность поточной линии и о чем она говорит?
3. Почему задание Г не включено в работу второго рабочего места?

## **2. Оптимизация размещения производственных мощностей**

Рассмотрим процедуру оптимизации размещения производственных мощностей посредством сокращения расстояния между участками, уровень затрат на транспортировку партий изделий между которыми является максимальным. В качестве примера возьмем помещение из шести производственных участков одинаковой площади.

Как было рассмотрено в настоящей главе, для определения размера производственного участка необходимо знать предполагаемый объем и ассортимент производимых партий изделий, количество перевозок, а также расстояние, на которое они будут перемещаться (табл. 9.3).

**Таблица 9.3.** Предполагаемое количество и уровень затрат на перемещение между шестью производственными участками

От \ На		Производственные участки											
		А		Б		В		Г		Д		Е	
		Q, шт.	C, у. е.	Q, шт.	C, у. е.	Q, шт.	C, у. е.	Q, шт.	C, у. е.	Q, шт.	C, у. е.	Q, шт.	C, у. е.
Производственные участки	А	–	–	217	0,49	418	0,49	61	0,52	42	0,49	180	0,52
	Б	216	0,59	–	–	52	0,52	190	0,49	61	0,49	10	0,49
	В	400	0,49	114	0,49	–	–	95	0,49	16	0,49	20	0,52
	Г	16	0,59	421	0,49	62	0,49	–	–	41	0,49	68	0,52
	Д	126	0,49	71	0,56	100	0,52	315	0,66	–	–	50	0,49
	Е	42	0,49	95	0,49	83	0,52	114	0,49	390	0,49	–	–

*Примечание.* В табл. 9.3 приняты обозначения:  $Q$  – количество перемещений между производственными участками в течение месяца;  $C$  – уровень затрат на перемещение партии изделий на 100 метров.

Предположим, что объем затрат пропорционален расстоянию между производственными участками, ассортимент перевозимых изделий не ограничен (в связи с отличием в технологических операциях), а партии изделий могут отличаться по объему и перемещаться разными способами. В таком случае при анализе планировки производственных мощностей необходимо учесть, что уровень затрат на перемещение партий изделий от одного производственного участка к другому не будет эквивалентен уровню затрат на перевозку в обратном направлении.

Перемножив значения из табл. 9.3 по каждому производственному участку, можно получить данные об уровне затрат на перемещение партий изделий между ними. Полученные данные заносятся в табл. 9.4.

**Таблица 9.4.** Уровень затрат на перемещение партий изделий между производственными участками в месяц, у. е.

От \ На		Производственные участки					
		А	Б	В	Г	Д	Е
Производственные участки	А	0	106,33	204,82	31,72	20,58	93,60
	Б	127,44	0	27,04	93,10	29,89	4,90
	В	196,00	55,86	0	46,55	7,84	10,40
	Г	9,44	206,29	30,38	0	20,09	35,36
	Д	61,74	39,76	52,00	207,90	0	24,50
	Е	20,58	46,55	43,16	55,86	191,10	0

Однако проведенных исследований недостаточно. Это связано с тем, что уровень затрат на перемещение партий изделий в разные направления отличается друг от друга. Для случаев, когда они одинаковы, нет необходимости в перемножении объема перевозимых грузов на стоимость их перевозки. Достаточно лишь подсчитать количество осуществляемых перевозок. На основе полученных данных целесообразно разместить вблизи друг от друга те участки, между которыми фиксируется максимальное движение.

В рассматриваемом же примере партии изделий перевозятся с производственных участков в оба направления с разной стоимостью транспортировки. Поэтому необходимо рас-

считать общие затраты на перевозку между двумя участками. Для этого затраты по каждому производственному участку, на который перевозятся изделия (данные по горизонтали), суммируются с затратами на участках, с которых перевозятся изделия (данные по вертикали). Полученные результаты записаны в табл. 9.5.

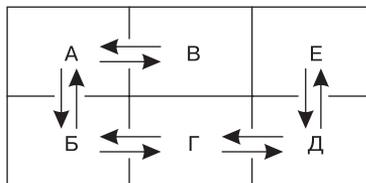
**Таблица 9.5.** Общие затраты на перемещение партий изделий между производственными участками на расстояние в 100 метров, у. е.

С \ На		Производственные участки					
		А	Б	В	Г	Д	Е
Производственные участки	А	0	233,77	400,82	41,16	82,32	114,18
	Б		0	82,9	299,39	69,65	51,45
	В			0	76,93	59,84	53,56
	Г				0	227,99	91,22
	Д					0	215,60
	Е						0

Полученные данные свидетельствуют о том, что если критерием оптимальности выступает стоимость перевозимых партий изделий, то производственные участки необходимо расположить в следующем порядке:

1. Участок А возле участка В.
2. Участок Б возле участка Г.
3. Участок А возле участка Б.
4. Участок Г возле участка Д.
5. Участок Д возле участка Е.

С учетом определенных приоритетов близости расположения производственных участков (максимальная стоимость перевозки партий изделий) построим возможный вариант размещения шести помещений (рис. 9.10).



**Рис. 9.10.** Возможный вариант планировки размещения помещений с учетом минимизации издержек по транспортировке

На схеме двойными стрелками обозначены наиболее часто используемые (затратные) участки перемещения товаров. В результате предлагаемого варианта размещения помещений затраты по перемещению партий изделий могут быть сокращены.

### Вопросы по кейсу 2

1. Какие факторы могут воздействовать на размещение производственных участков?
2. Каким образом определяется уровень затрат на перемещение партий изделий?

3. Что такое общий уровень затрат на перемещение партий изделий и способ его определения?
4. Какие варианты расположения помещений вы можете предложить?

## Литература

1. *Майстер Д.* *Делай то, что проповедуешь. Что руководители должны делать для создания корпоративной культуры, нацеленной на высокие достижения* / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
2. *Стивенсон В. Дж.* *Управление производством* / Пер. с англ. М.: Лаборатория базовых знаний, БИНОМ, 1998.
3. *Чейз Р., Эквилайн Н. Дж., Якобс Р.* *Производственный и операционный менеджмент.* 8-е изд. М.: Вильямс, 2001.
4. *Dikworth J. B.* *Operations Management: Providing Value in Goods and Services.* 3 edition. South-Western College Pub. 1999.
5. *Kumplin R.* *Architectural Programming: Creative Techniques for Design Professionals.* NY: McGraw-Hil Inc., 1995.
6. *Nagengast B.* *Early Twentieth Century Air-Conditioning Engineering* // ASHRAE Journal March 1999. P. 55.
7. [www.wbdg.com/design](http://www.wbdg.com/design)

## ГЛАВА 10

# Выбор технологий как основа конкурентного преимущества компании

В процессе формирования и совершенствования операционной системы компании необходимо сделать правильный выбор технологии, которая станет основой производства товаров или предоставления услуг. Под технологией понимают комплекс организационных мер, операций и приемов, направленных на изготовление, обслуживание, ремонт и/или эксплуатацию изделия с номинальным качеством и оптимальными затратами и обусловленных текущим уровнем развития науки, техники и общества в целом. В современных условиях развивается тенденция к дальнейшему ускорению процесса создания и развития новых технологий.

Высокотехнологичные компании интенсивно внедряют в производственный процесс последние достижения технического прогресса. Во многих случаях конкурентоспособность компаний напрямую зависит от успешного внедрения передовых технологий. Передовые компании занимаются разработкой новой продукции, а также новых способов ее производства, основным направлением их деятельности является осуществление научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (*research and development — R&D*).

По словам известного профессора Майкла Портера (Michael Porter), технологические нововведения — это, возможно, единственная и наиболее важная первопричина изменения удельного веса конкурирующих компаний на рынке. Пренебрежительное отношение к внедрению новых технологий является наиболее распространенной причиной потери некоторыми ведущими компаниями занимаемого ими положения на рынке.

В обязанности менеджмента входит принятие решений, способных обеспечить успешную работу компании и ее конкурентоспособность. Выбор подходящей технологии осуществляется еще в процессе формирования базовой схемы производственной системы предприятия. Впоследствии, в процессе жизнедеятельности компании, операционные менеджеры должны постоянно отслеживать возникновение проблем, связанных с используемой технологией производства товаров или предоставления услуг, а также учитывать новые возможности, которые могут появиться у компании в результате внедрения новых технологий. Менеджмент должен обеспечить открытость операционной системы предприятия для внесения необходимых изменений и внедрения новых способов выпуска продукции. Совершенствование технологии осуществляется посредством внесения основополагающих стратегических изменений в производственный процесс и оборудование, на основании которых компания строит свою деятельность. Такие изменения требуют принятия соответствующих решений на уровне высшего руководства. Успех всех усилий компании, предпринимаемых в данном направлении, зависит от способности рабочих, непосредственно занятых в производственном процессе, а также менеджеров, осуществляющих контроль над их работой, быстро адапти-

роваться к изменениям процесса производства продукции. Большие достижения в разработке новых способов производства товаров и предоставления услуг были получены посредством организации рабочих групп по совершенствованию технологий, реализации программ внедрения рационализаторских предложений, а также посредством других форм вовлечения рабочих и служащих в дела компании. Непрерывающиеся усилия, направленные на практическое применение новых достижений науки и техники с целью повышения производительности предприятия и более полного удовлетворения нужд потребителей, играют большую роль в сохранении конкурентоспособности компании. Задача менеджмента состоит в том, чтобы обеспечить способность персонала компании к внедрению технических нововведений, поддерживать готовность персонала к изменениям, а также обеспечивать его мотивацию.

### **10.1. Три сферы, в которых внедрение новых технологий приносит максимальную выгоду**

Для успешной деятельности руководство компании должно располагать информацией о потенциальных возможностях, открывающихся в результате применения новых технологий, а также прилагать максимум усилий по внедрению последних достижений технического прогресса. Передовые технологии могут найти свое применение по меньшей мере в трех областях деятельности компании.

#### **Разработка новых товаров и услуг**

Технология позволяет производить новые изделия или услуги, представляющие ценность для потребителя. В компании, ориентированной на оперативное обновление продукции, должна быть организована крупная научно-исследовательская лаборатория, задача которой — разработка новой продукции с целью увеличения объема продаж в тот момент, когда продукция старшего поколения вступает в период спада своего жизненного цикла. Высокотехнологичные компании предпринимают попытки превращения технологии в источник прибыли посредством внедрения на рынке новых продуктов задолго до того, как это сделают конкуренты. В компании *Hewlett-Packard*, например, 70% доходов от продаж поступает от реализации продукции, которая была внедрена на рынке или обновлена за предыдущие два года.

Операционная система предприятия играет важнейшую роль в разработке новых товаров и услуг, внедрении их на рынке и в конечном итоге в предоставлении товаров и услуг в распоряжение конечного потребителя.

#### **Совершенствование способов производства товаров и предоставления услуг**

Разработка нового или улучшение существующего продукта в одной из компаний может повлечь за собой активизацию интереса других компаний к совершенствованию процесса выпуска продукции или предоставления услуг. Важно то, что каждая серьезная компания внимательно отслеживает появление новейших разработок в сферах, имеющих хоть какое-то отношение к ее собственной деятельности. В качестве примера новых банковских технологий можно привести повсеместное

использование банковских автоматов для выдачи наличных. В промышленных компаниях примером внедрения достижений технического прогресса могут служить станки с числовым программным управлением, способные обеспечить изготовление сложных деталей в автоматическом режиме.

Наиболее эффективный способ внедрения новых технологий — это способ, обеспечивающий одновременное совершенствование и самой продукции, и способа ее производства. В таком случае к разработке новой продукции привлекается группа специалистов, в которую входят как специалисты по совершенствованию самого продукта, так и специалисты по улучшению технологии производства. Это позволяет использовать успехи, полученные по каждому из направлений, а также преодолеть неудачи по каждому из них. Показательным примером такой совместной работы в сфере внедрения новых технологий является комплексное автоматизированное производство (*computer-integrated manufacturing — CIM*).

### **Роль технологии в процессе создания ценностей для потребителей**

Под технологией подразумеваются все методы работы, используемые внутри компании. Совершенствование технологии открывает потенциальные возможности для создания новых товаров или услуг, представляющих большую ценность для потребителей. Использование различных систем автоматизации (таких, как экспертные системы) позволяет промышленным предприятиям и предприятиям сферы услуг оперативно реагировать на изменение конъюнктуры рынка. Экспертная система позволяет улучшить качество продукции посредством использования базы данных, в которую включены знания экспертов в той или иной области. Организация экспертной системы является экономически оправданной и требует намного меньше затрат, если она рассчитана на обслуживание производства достаточно больших объемов продукции. Автоматизированное производство характеризуется большей степенью стабильности, чем производство с привлечением живого труда, и обладает более широкими возможностями в плане обеспечения качества продукции. Автоматизация с применением программируемых устройств и систем, таких как робототехника и гибкие производственные системы, обеспечивает более высокий уровень гибкости, чем обычная автоматизация, а также в некоторых случаях позволяет существенно сократить затраты.

## **10.2. Совершенствование организационной структуры предприятия**

Использование новых технологий позволяет изменить характер взаимодействия подразделений компании и способов координации. Современные электронные средства передачи данных позволяют служащим компании получать удаленный доступ к совместно используемым базам данных, связываться со своими коллегами по электронной почте, а также принимать участие в видеоконференциях. Представители любого отдела или подразделения компании могут осуществлять совместную деятельность, будучи при этом в буквальном смысле слова разбросанными по всему миру. Современные сетевые технологии позволяют также обеспечить бесперебойную связь компании с поставщиками и заказчиками (в каче-

стве примера можно привести применение спутниковой связи в сети магазинов *Wal-Mart*).

Безусловно, технология, на основании которой компании строят свою работу, — это не всегда высокая технология или технология, разработанная совсем недавно. В некоторых случаях одна и та же технология на протяжении длительного периода находит все новые и новые варианты применения. Еще один аспект внедрения новых технологий заключается в том, что в некоторых случаях руководство компаний ведет переговоры о слиянии с другими компаниями, об их приобретении или о заключении лицензионных соглашений с другими фирмами только для того, чтобы освоить технологии, разработанные на базе этих компаний.

Задача текущей главы состоит в обосновании того факта, что технология изменяет среду, в которой функционируют компании, и способна изменить саму сущность практически любой из них. Руководство каждой компании должно осознавать, что конкуренты постоянно ищут способы привлечения технологии к получению конкурентных преимуществ. Правильное применение технологии позволяет каждому участнику рыночного процесса поставлять на рынок новые товары и услуги, находить оптимальные способы предоставления товаров и услуг в адрес конечного потребителя, а также обеспечивать самый высокий уровень организации работы всей компании. Менеджеры должны организовать работу компании таким образом, чтобы она всегда была готова в полной мере воспользоваться возможностями, предоставляемыми новыми технологиями.

### **Подходы к управлению техническим прогрессом**

Далеко не всегда внедрение новых технологий гарантирует успех компании, также как сохранение устаревших технологий не во всех случаях заканчивается неудачей. Различные компании по-разному достигают успеха. Избыточное вложение материальных и временных ресурсов для внедрения сложных технологий может привести к снижению конкурентоспособности продукции компании, поскольку в таком случае может сложиться ситуация, что ни потребитель, ни сама компания не в состоянии эффективно использовать возможности, предоставляемые новой технологией. Представьте себе замысловатый видеомаягнитофон и пульт дистанционного управления, оснащенные различными техническими новинками. То, что представляет большой интерес для инженера-разработчика, может оказаться чрезмерно сложным для потребителя, которому могут и не пригодиться некоторые избыточные функции приобретенной аппаратуры.

Руководство компании должно правильно оценить ее нужды и в первую очередь убедиться в том, что компания готова к внедрению новой технологии (автоматизации, например) и что в рамках данной компании эта технология будет функционировать достаточно эффективно, чтобы повысить конкурентоспособность ее продукции. Изменение технологии, на основании которой в компании осуществляется выпуск продукции, влечет за собой необходимость в серьезной переподготовке специалистов. Во многих случаях вместе с изменением технологии меняется и поведение рабочих и служащих компании, поэтому поведенческий аспект планируемых изменений подлежит тщательному анализу и обсуждению среди менеджеров компании, ответственных за внедрение новой технологии. Технические знания и поведенческие навыки менеджеров могут стать основой фор-

мирования такой корпоративной среды, которая сделала бы компанию открытой для введения любых инноваций.

Компании, в планы которой входит внедрение новой технологии, непременно потребуется необходимое количество хорошо подготовленных технических специалистов. В связи с этим компания должна выделить требуемый объем ресурсов на такую программу комплектования и обучения персонала, которая позволила бы сформировать и поддерживать необходимый уровень знаний и квалификации специалистов, обеспечивающих функционирование различных организационных единиц компании. Для того чтобы добиться технических усовершенствований выпускаемой продукции, в рамках компании необходимо обеспечить эффективную интеграцию маркетинговых исследований, задача которых состоит в объединении пожеланий потребителей с усилиями в области прикладных научных исследований и разработки новой продукции. Специалисты, занятые разработкой новых изделий, должны обладать глубоким пониманием научных принципов и технологии производства продукции или предоставления услуг, что позволит им найти наиболее оптимальные с точки зрения удовлетворения нужд потребителей возможности применения технологий. В то же время специалисты, занимающиеся непосредственной разработкой производственного процесса и процесса предоставления услуг, также должны хорошо разбираться в существующей технологии реализации этих процессов и осуществлять постоянный поиск новых методов производства товаров или предоставления услуг. Помимо подготовки инженерно-технического персонала и персонала других подразделений компании, ответственных за поиск и внедрение новых технических достижений, необходимо сформировать такую корпоративную культуру, которая сделала бы компанию открытой к внедрению передовых технологий. Для того чтобы получить максимальную выгоду от использования достижений технического прогресса в интересах компании, менеджеры должны поддерживать в коллективе такой трудовой климат, который стимулировал бы рабочих и служащих не только принимать нововведения, но и самостоятельно искать пути усовершенствования процесса производства продукции или предоставления услуг.

### **Поощрение технической компетентности**

Каким образом руководство компании может противодействовать безынициативности персонала и противостоять опасности привыкания рабочих и служащих к однообразному выполнению рутинных процедур привычным способом? Ниже изложены некоторые приемы, реализация которых позволит сформировать такую корпоративную среду, в которой бы свежие идеи были бы максимально оценены, восприняты и поощрены.

1. Поиск способов привлечения в компанию новых идей по созданию ценностей для потребителей. Обеспечение содержательных методов обучения на основании приобретения практического опыта, таких как финансирование участия представителей компании в конференциях, представляющих интерес для компании.
2. Распространение среди персонала компании релевантной научно-технической и общенаучной информации или новых идей.

3. Проведение собраний, на которых обсуждается информация о достижениях технического прогресса, а также возможности их использования в работе компании или то, как этими достижениями могут воспользоваться конкуренты. В компании могут проводиться собрания небольших групп менеджеров и технических специалистов с целью обмена новыми идеями и обсуждения новых возможностей. Такие собрания более продуктивны, если проводимое на них обсуждение фокусируется на основной миссии компании, а не распыляется по многим направлениям.
4. В некоторых случаях самые ценные идеи рождаются в холлах или за обедом, где служащие в непринужденной обстановке обсуждают дела компании. Однако хорошие рабочие взаимоотношения такого типа тоже необходимо возвращать и поддерживать. Руководство компании может стимулировать подобные взаимоотношения в коллективе с помощью таких средств, как дизайн офисных и производственных помещений, создание благоприятных условий для работы, проведение собраний по вопросам планирования работы компании, формирование прогрессивного стиля менеджмента, а также создание высокой корпоративной культуры и здорового трудового климата.

### **Создание благоприятных условий для восприятия новых идей**

Большую помощь в привлечении персонала к участию в делах компании может оказать реализация некоторых идей относительно того, как можно сформировать положительное отношение рабочих и служащих к проектам совершенствования работы компании.

1. Сформировавшаяся в компании обстановка должна поощрять только те изменения, которые с большой степенью вероятности приведут к усовершенствованию работы всей компании. Компания не должна заниматься идеями, которые не приведут к серьезным изменениям: нет смысла что-то менять в делах компании только для того, чтобы она отличалась от других.
2. Не следует изменять все и сразу — в результате можно получить полный хаос в делах. Одновременная реализация небольшого количества хорошо продуманных проектов совершенствования работы компании принесет больше пользы.
3. Менеджеры должны оказывать реальную поддержку реализации новых проектов и проявлять приверженность новым идеям. Кроме того, они должны содействовать устранению любых барьеров или трудностей на пути реализации новых проектов совершенствования работы компании. Одна из таких трудностей состоит в том, что работников, привыкших делать что-либо одним способом, нелегко убедить в необходимости перехода к новой методике выполнения своих обязанностей.
4. Большое значение имеет признание успехов отдельных представителей персонала и доведение этого факта до сведения всего коллектива. В то же время совершенно недопустимо считать позором, если чья-либо честная попытка внести улучшение в работу компании потерпела провал. Люди будут с большой неохотой заниматься внедрением новых методов совершенствования работы компании, если им будет угрожать личная неудача.

Есть еще один важный совет по поводу успешного осуществления изменений в компании. Очень многое зависит от умения менеджеров выполнять свою работу должным образом, а также от того, насколько глубоко они способны разобраться в конкретной ситуации и как они построят взаимоотношения с людьми, которые в ней задействованы. Совершенно очевидно, что существует много аспектов, на которые менеджерам различных подразделений компании необходимо обращать особое внимание, если перед ними стоит задача практической реализации проектов, направленных на совершенствование работы компании.

В следующем параграфе данной главы приводится краткий анализ информационных технологий и их влияния на деятельность компаний в частности и на жизнь людей, в целом. Кроме того, здесь же рассматриваются некоторые случаи практического применения информационных технологий и систем с элементами искусственного интеллекта. Анализируется практическое применение передовых технологий в процессе производства товаров и предоставления услуг. Как упоминалось выше, внимание в данной главе фокусируется не на процессе исследований в области технологии и не на разработке новых технологий как конечного продукта деятельности компании.

Предметом рассмотрения данной главы является применение технологии в процессе выполнения компаниями своих функций. Безусловно, в большинстве случаев технология, которую компания использует в процессе производства товаров или предоставления услуг, является продуктом деятельности другой компании. Многие из тем, анализ которых приводится ниже, имеют либо непосредственное, либо косвенное отношение к информационным технологиям.

### **10.3. Влияние информационных технологий на деятельность компаний и на жизнь людей**

Информационные технологии приобретают все более широкое применение в компаниях различных типов. В табл. 10.1 представлена информация о том, насколько широко распространено использование компьютеров на рабочих местах в самых разных отраслях экономики. Во многих случаях потребитель пользуется результатами применения компьютеров в процессе производства товаров или предоставления услуг, даже не зная о самом факте их использования. Компьютер способен выполнять любые функции, на которые он запрограммирован. Например, его можно использовать в качестве калькулятора и он может функционировать в качестве телефонного коммутатора. Может контролировать работу оборудования или движение транспорта по улицам, а также работать в качестве автоматического устройства настройки двигателей. Компьютер позволяет просматривать видеоизображения и играть в игры в стиле фэнтези; с помощью компьютера можно моделировать реальные ситуации в виртуальном режиме — использование компьютеров открывает множество других возможностей.

Информационные технологии оказывают огромное влияние на то, каким образом компании осуществляют выпуск продукции и предоставление услуг, а также на то, как функционируют компании и каким образом осуществляется руководство работой персонала.

**Таблица 10.1.** Использование компьютеров на рабочих местах в компаниях, принадлежащих к различным отраслям экономики, %

Финансы, страхование и торговля недвижимостью	71
Управление на государственном и местном уровнях	62
Транспорт, связь и другие коммунальные службы	40
Сфера обслуживания	39
Промышленное производство	36
Горнодобывающая промышленность	31
Оптовая и розничная торговля	28

Практически все достижения в деле автоматизации работы промышленных и сервисных предприятий непосредственно связаны с возможностью передачи, хранения и обработки цифровых данных. Ниже приводится беглый обзор воздействия информационных технологий на ведение бизнеса за последние 40 лет. Кроме того, в следующем разделе рассматриваются некоторые случаи практического применения новых информационных технологий в промышленных компаниях и компаниях, принадлежащих к сфере услуг.

### **Краткий обзор некоторых перемен в ведении бизнеса, обусловленных применением информационных технологий**

На первоначальном этапе информационные технологии не оказывали большого влияния на рост производительности предприятий. В те времена существовали централизованные системы обработки данных, работа которых базировалась на использовании больших вычислительных машин для анализа данных с последующей передачей результатов в адрес пользователей. При этом существовала значительная зависимость компаний от оперативности распространения соответствующей информации по нужным адресам; кроме того, служащие, получившие такую информацию, должны были уметь интерпретировать ее, принимать соответствующие решения и на их основании осуществлять организацию работы своего отдела или подразделения. При таком уровне компьютеризации не менялась организационная структура компании; изменения касались только тех отделов, в обязанности которых входило составление отчетов. Вместо работы обычных служащих использовалось дорогостоящее оборудование, которое быстро устаревало, поэтому повышение общего уровня производительности предприятий был крайне незначительным.

Однако с течением времени компьютеры стали менее дорогостоящими и намного более мощными. Люди, увлеченные работой на компьютере, компьютерные компании, публикации на тему информационных технологий, а также специальные программы обучения работе на компьютерах — все это способствовало резкому увеличению количества компьютерных пользователей. Служащие многих компаний освоили прикладные программы, выполняемые на небольших компьютерах, и с тех пор персональные ЭВМ нашли свое применение во многих отраслях экономики.

Большая часть успехов компании, обусловленных применением информационных технологий, связана с возможностью передачи данных и объединения

компьютеров в сети. Последние достижения в области информационных технологий позволяют осуществлять обмен данными между компьютерами, расположенными даже на очень большом расстоянии друг от друга; при этом многие служащие могут совместно использовать общие базы данных. В настоящее время специалисты могут генерировать новые идеи, проверять их и обмениваться своими соображениями с другими специалистами независимо от того, в какой точке земного шара они находятся, что способствует более оперативному и эффективному выполнению компанией своих функций. При таких обстоятельствах повышение производительности предприятия обусловлено не только сокращением объема организационных издержек на обработку данных, но и возможностью выполнять большинство операций быстрее, качественнее и с меньшими затратами. Кроме того, применение информационных технологий открывает перед компанией множество новых возможностей.

Компании, которым удалось извлечь большую выгоду из применения информационных технологий, добились такого успеха не только посредством осуществления технологических преобразований, но и посредством изменения организационной структуры. Такие компании коренным образом перестраивают свои методы работы с тем, чтобы в полной мере воспользоваться преимуществами всех доступных возможностей, предоставляемых мощными информационными технологиями. Во многих компаниях пришли к выводу, что можно сократить количество менеджеров, в обязанности которых входит сбор и обработка информации, а также передача результатов между различными уровнями иерархической системы управления. Кроме того, появилась возможность сократить и количество уровней этой системы. Применение компьютеров позволяет обрабатывать информацию и передавать ее по назначению намного быстрее, поэтому управление работой всех подразделений компании становится более оперативным, а сама иерархическая структура управления становится скорее горизонтальной, чем вертикальной.

В табл. 10.2 приведен итоговый анализ влияния информационных технологий на ведение дел в компаниях различных типов. Новые достижения в области информационных технологий появляются все чаще и чаще, и компании находят самые разнообразные формы практического применения этих достижений. Нет сомнения в том, что компании, руководствующиеся в своей деятельности принципом непрерывного совершенствования, будут неизменно продолжать поиск новых путей внедрения новых достижений в области информационных технологий. Далее следует анализ некоторых случаев применения информационных технологий с целью повышения эффективности работы компании.

**Таблица 10.2.** Влияние информационных технологий на условия ведения бизнеса

Организационная структура компании	Новые системы электронной передачи данных разрушают привычные корпоративные барьеры, делая возможным совместное использование информации производственными отделами или участками и даже рабочими, непосредственно занятыми в производственном процессе
Операционная система предприятия	Промышленные компании применяют информационные технологии для сокращения продолжительности рабочего цикла, уменьшения количества отбракованных изделий, а также снижения уровня непроизводительных затрат. Подобным же образом предприятия сферы услуг используют средства электронного обмена данными для ускорения процесса приема и выполнения заказов, а также для поддержания связи с поставщиками и заказчиками

Таблица 10.2. Продолжение

Кадровое обеспечение	Новые системы и процессы позволяют сократить количество уровней иерархической системы управления, а также сократить общую численность персонала компании. В то же время компании эффективно используют возможность создания «виртуальных офисов» посредством привлечения специалистов, работающих в удаленном режиме
Разработка новой продукции	Отсутствие обратной информационной связи с потребителем может стать причиной неудачного исхода всего цикла разработки нового продукта. Чтобы избежать этого, в рамках компании осуществляются анализ информации от потребителей и передача полученных данных вместе с комментариями маркетологов в адрес рабочих групп по разработке новой продукции
Взаимодействие с клиентами	Применение новых информационных технологий коренным образом изменило процедуру выполнения заказов клиентов. Представители отдела обслуживания потребителей, пользуясь ресурсами единой базы данных всей компании, прилагают все усилия к тому, чтобы незамедлительно удовлетворить любые требования клиентов, начиная простой сменой адреса и заканчивая внесением коррективов в сроки оплаты счетов

#### 10.4. Практическое применение новых технологий в некоторых компаниях

Достижения в области цифровых технологий оказывают огромное влияние на деятельность компаний, на работу персонала, а также на взаимодействие с поставщиками и заказчиками. Ниже перечислены некоторые аспекты этого влияния.

Электронная почта, факсимильная передача сообщений, сетевые технологии — все эти возможности позволяют сформировать для выполнения того или иного задания рабочую группу, члены которой могут быть рассредоточены по всему миру.

Наверное, сейчас невозможно найти человека, который не был бы непосредственно знаком с конкретными случаями практического применения средств автоматизации и компьютерной техники. Автоматы по продаже пищевых продуктов и напитков, банковские автоматы, автоматы для оформления страховок в пунктах проката автомобилей, автоматическая мойка автомобилей — все эти случаи попадают в данную категорию. Еще один хорошо знакомый пример — это частичная автоматизация операций, выполняемых служащими предприятий сферы обслуживания. Продавец гастронома или любого другого магазина может просканировать штрихкод на ярлыке того или иного товара для того, чтобы быстро и точно ввести в базу данных компьютера информацию об изделии, которое приобретает покупатель. Штрихкоды играют особо важную роль, когда задача продавца состоит в многократном повторении одной и той же операции по идентификации различных единиц продукции, расположенных, возможно, в самых разных местах. Международный Красный Крест использует штрихкоды для учета запасов донорской крови.

Среди других средств автоматизации сбора данных можно назвать такие устройства, как оптический считыватель символов, устройство для считывания информации с кредитных карт, а также система распознавания речи, которая находится в процессе разработки и пока способна распознавать только ограниченное количество голосов и имеют ограниченный словарь. В настоящее время разрабатываются

ся также системы «компьютерного зрения», предназначенные для распознавания компьютером различных объектов посредством непосредственного наблюдения, а не посредством считывания информации с закодированной метки.

Все упомянутые выше средства сбора информации могут найти свое применение как в сфере обслуживания, так и на промышленных предприятиях, а также в административно-управленческих структурах. В центрах распределения и в складских помещениях других типов, оборудованных системами автоматизированного выполнения погрузочно-разгрузочных операций, для идентификации различных единиц продукции широко применяется система маркирования товаров штрихкодами. Представители компании *Avon* сообщают о двукратном увеличении количества выполняемых заказов в распределительном центре компании, расположенном в Пасадене, штат Калифорния (*Pasadena, California*), после внедрения системы сканирования штрихкодов, предназначенной для оптимизации процесса передвижения потока отгружаемых коробок с продукцией. В Почтовой службе Соединенных Штатов для ускорения сортировки корреспонденции по различным местам доставки почты используется система сканирования почтовых индексов.

Достижения технического прогресса используются также для совершенствования процесса предоставления услуг. Например, с помощью лазера, установленного на искусственном спутнике, можно получить профили воздушных потоков, температуры и влажности воздуха на разных высотах над уровнем моря. С помощью радиолокационной станции, использующей эффект Допплера, можно на расстоянии измерить скорость ветра. Инфракрасные изображения, полученные со спутника, помогают отслеживать путь передвижения ураганов. Все эти средства позволяют Национальной метеорологической службе США составлять более точные прогнозы.

Поскольку большинство услуг, предоставляемых сервисными компаниями, связаны с осуществлением умственной работы, для выполнения по крайней мере части этой работы используются компьютеры. Применение возможностей вычислительной техники в плане передачи и поиска данных позволило достичь выдающихся успехов в организации систем резервирования билетов на авиарейсы. Микрокомпьютеры, мини-компьютеры и мейнфреймы задействованы в процессе предоставления самых разнообразных услуг во многих компаниях сферы услуг, начиная от бухгалтерских фирм и фирм, занимающихся проектированием зданий, и заканчивая компаниями, предоставляющими консультации по размещению производства и даже зоопарков. Автомобильные мастерские используют средства компьютерной диагностики работы двигателей, компьютеризованные системы балансировки колес, а также ведут учет запасных частей с использованием компьютеров. На коммунальных предприятиях компьютеры используются для переключения телефонных линий в том момент, когда происходит набор номера; компьютеры помогают управлять работой электростанций, а также подсчитывать сумму счетов потребителей к оплате. Компьютеры можно найти повсюду, даже на спутниках, пролетающих у нас над головами!

В данной главе рассматриваются только некоторые из случаев практического применения вычислительной техники и информационных технологий.

## **Автоматизация административно-управленческой деятельности**

Автоматизация административно-управленческой деятельности (кратко — автоматизация офисных работ) — это такой аспект автоматизации, который затрагивает как сервисные, так и промышленные предприятия. Работа с документами составляет основную часть рабочего процесса во многих компаниях сферы услуг и достаточно часто является конечным продуктом этих компаний. Технология автоматизации офисных работ на промышленных предприятиях прежде всего затрагивает труд работников на этапе выполнения вспомогательных функций. В любом случае, классические процедуры офисной автоматизации разрабатываются для того, чтобы облегчить труд членов персонала при выполнении часто повторяющихся физических операций.

Автоматизация офисных работ может найти практическое применение на всех уровнях административно-управленческого аппарата компании. Например, во многих отделах текстовый процессор может использоваться для самых разных целей. Секретарь использует его для того, чтобы составить письмо, инженер по контролю качества может создать файл с перечислением причин появления брака, а СЕО имеет возможность разработать план развития фирмы на 10-летний период. Применение текстового процессора особенно эффективно, если с его помощью можно получить доступ к базе данных и посредством специальной программы осуществить поиск необходимой информации.

Точно так же, как производственный процесс объединяет разрозненные единицы оборудования в систему для перемещения обрабатываемых изделий, оборудование, которое облегчает интеллектуальный труд, тоже можно объединить в сеть, что позволяет повысить эффективность взаимодействия офисных служащих и обмена данными между ними. Новые информационные технологии позволяют передавать данные практически мгновенно по сравнению с созданием твердой копии документа и пересылкой средствами обычной почты с последующим вводом полученной информации в компьютер адресата для дальнейшей обработки. Объединение компьютеров в сети — это особенно важный участок автоматизации административно-управленческих работ, поскольку передача разнообразной информации по сети позволяет обеспечить оптимальную координацию действий различных отделов и подразделений компании, а также максимальную оперативность работы. Для того чтобы машины могли «общаться» друг с другом, необходимо обеспечить определенный уровень стандартизации оборудования и способов передачи сигналов. Протокол ТОР (*technical and office protocol*, технический и офисный протокол) является стандартом, разработанным для обслуживания процесса обмена данными между различными офисами и в рамках отдельных офисов. Компьютеры, объединенные в сеть, могут обмениваться информацией в случае, если оборудование разработано и изготовлено в соответствии с требованиями единого стандарта.

## **Электронный обмен данными**

В современных условиях для успешного ведения бизнеса компании интенсивно используют преимущества электронного обмена данными (*electronic data interchange — EDI*). Суть электронного обмена данными состоит в исполь-

зовании стандартных форматов и совместимого оборудования, что позволяет осуществлять передачу данных и сообщений между компьютерами, расположенными в двух разных компаниях. С помощью компьютера, обслуживающего работу крупного магазина розничной торговли, можно проанализировать информацию о товарных запасах и на основании полученных данных определить, запас каких товаров находится ниже точки дозаказа. Признаком того, запасы какой продукции необходимо пополнить, служит покупательский спрос на тот или иной товар. Помимо всего прочего, с помощью компьютера можно подготовить заказы на поставку, классифицировать их по типу продукции и хранить в электронном виде в памяти компьютера или в базе данных, в специальных «почтовых ящиках», обозначенных какими-либо именами. По каналу передачи данных с компьютера компании-поставщика можно регулярно проверять наличие почты в этих ящиках. Обнаружив заказ на поставку, компьютер поставщика вводит его в свою систему обработки заказов, составляет список товаров, которые необходимо получить со склада, и готовит сопроводительный документ для отгрузки товара в адрес заказчика. Такая методика позволяет выполнять заказы намного быстрее, чем традиционным способом, а также сократить затраты на ввод и обработку данных. Впоследствии компьютер поставщика может отправить в адрес компьютера заказчика сообщение о том, какие товары были отгружены в соответствии с его заказом. Заказчик (в данном случае — это розничный магазин) знает, какие товары находятся в пути, и может заблаговременно подготовить ценники. Безусловно, как и в случае передачи данных в рамках одной компании, такое применение EDI требует определенного уровня стандартизации форматов передаваемых данных и протоколов, поддерживающих сам процесс передачи информации.

## 10.5. Искусственный интеллект

**Искусственный интеллект** (*artificial intelligence* — AI) — это отрасль компьютерной науки, задача которой состоит в обеспечении вычислительных машин способностью понимать человеческий язык, решать задачи, требующие умения делать логические выводы, а также способностью обучаться. Другими словами, вычислительные системы с элементами искусственного интеллекта должны обладать способностью моделирования методов обучения и решения задач, свойственных человеку. Для того чтобы приблизить системы искусственного интеллекта к логическому мышлению человека, их наделяют способностью манипулировать символами в отличие от традиционных вычислительных систем, которые манипулируют цифрами и решают задачи на основании созданных человеком алгоритмов. Для отображения взаимосвязей символов, представляющих объекты, людей, события и их характеристики, используются правила, сетевые графики, графы и другие структуры данных.

Системы с элементами искусственного интеллекта (системы с элементами AI) могут делать логические выводы и индуктивные умозаключения посредством сравнения неполных данных с идеальными моделями. Системы, в которых используется сочетание имитируемых индуктивных процессов и условных процедур с заранее установленными алгоритмами, имеют некоторое сходство с интуитивным и логическим мышлением, которым пользуется человек в процессе решения за-

дач. Системы с элементами искусственного интеллекта способны выполнять некоторые задания, которые в противном случае пришлось бы выполнять человеку, а также способны построить адекватное решение поставленной задачи.

С другой стороны, при выполнении заданий, требующих творческого подхода, или при решении задач, требующих генерирования новых правил или подходов, вычислительная техника не столь эффективна, как мышление человека. Способность принимать решения на основании неполных данных делает системы с элементами искусственного интеллекта более гибкими, чем традиционные вычислительные системы. Следовательно, в ситуациях, требующих гибкости, системы принятия решений, базирующиеся на системах с элементами AI, обеспечивают более разносторонний подход к решению той или иной задачи, чем традиционные системы. Эта характеристика систем с элементами искусственного интеллекта позволяет им выполнять операции, связанные с накоплением, хранением и обработкой знаний, поэтому они применяются как в промышленном производстве, так и в сфере обслуживания.

Вся область искусственного интеллекта как отрасли компьютерных наук состоит из нескольких разделов: создание экспертных систем, разработка программного обеспечения, обработка текстов, написанных на естественных языках, роботизированное управление, распознавание речи и компьютерное зрение. Самое широкое применение в современном мире нашли экспертные системы; на втором месте по диапазону применения находится разработка программного обеспечения. В настоящее время проводятся серьезные исследования в области распознавания естественных языков, которое облегчило бы процесс взаимодействия конечных пользователей с прикладными программами, имеющими в себе элементы искусственного интеллекта, и традиционными вычислительными системами. В следующем разделе основное внимание уделено экспертным системам.

### **Экспертные системы**

Экспертные системы — это программы, разработанные для того, чтобы сделать знания специалистов в конкретной области доступными для обычных пользователей. Такие программы могут быть использованы в процессе принятия решений специалистами различного уровня квалификации. Базовое ядро экспертной системы состоит из логической машины и базы знаний, или базы данных. В большинстве случаев экспертная система обеспечена естественно-языковым интерфейсом, который предоставляет пользователю возможность общаться с системой. Базовые компоненты экспертной системы представлены на рис. 10.1.

База знаний экспертной системы включает в себя традиционные знания (факты), а также другую информацию, в том числе взаимосвязи типа «если — то», которые определяют, каким образом тот или иной набор данных связан с другими данными или какое отношение он имеет к потенциальным вариантам решения поставленной задачи. Такие правила построения умозаключений, характерные для процесса принятия решений и решения задач на экспертном уровне, основаны на авторитетной оценке и выводах специалистов. Еще один важный компонент экспертной системы — это логическая машина, или механизм управления, который, собственно, и выполняет все действия, связанные с решением задачи. Этот механизм содержит программы, позволяющие системе обрабатывать правила, имею-

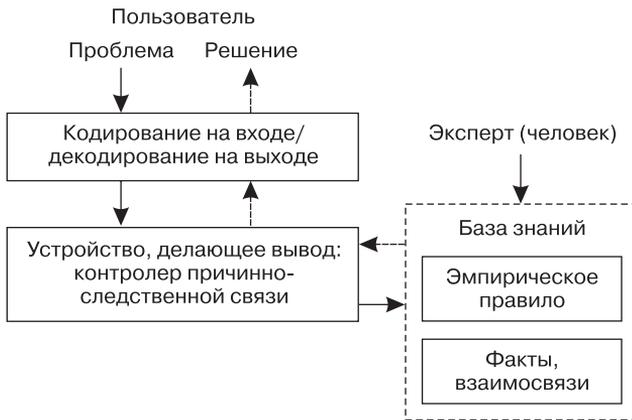


Рис. 10.1. Базовые компоненты экспертной системы

щиеся в базе знаний. Логическая машина определяет, какое правило подлежит активизации, в зависимости от того, какие данные уже получены на текущий момент в процессе решения задачи. Поскольку такая управляющая программа функционирует независимо от базы знаний, одна и та же логическая машина может быть использована в качестве «оболочки», обслуживающей несколько баз знаний. Такая возможность позволяет создавать экспертные системы, охватывающие широкий диапазон предметных областей.

Самые первые экспертные системы были разработаны в области медицины. Одна из таких систем помогает врачам диагностировать инфекционные заболевания. После ввода симптомов болезни и результатов анализов пациента такая система предлагает ряд возможных диагнозов, каждому из которых присваивается коэффициент достоверности, и даже может представить рекомендации по поводу проведения дополнительных анализов. Кроме того, такая экспертная система может выдать обоснование для постановки того или иного диагноза. Единая оболочка, или логическая машина, в комбинации с различными базами знаний образует основу экспертных систем, используемых в процессе проектирования крыла самолета, в процессе разведки полезных ископаемых; кроме того, экспертные системы образуют основу многих обучающих систем.

В промышленном производстве преимущества, предоставляемые системами с элементами искусственного интеллекта, приносят пользу в процессе выполнения как основных, так и вспомогательных операций. Экспертные системы могут функционировать в качестве интерпретаторов, поддерживающих процесс передачи данных между различными автоматизированными системами. Такая возможность помогает устранить барьеры между так называемыми островками автоматизации, т. е. локальными автоматическими системами, используемыми на предприятии. В табл. 10.3 перечислены некоторые предметные области, в которых используются экспертные системы.

Экспертные системы имеют непосредственное отношение к системным средствам разработки программного обеспечения в области искусственного интел-

лекта. Самое распространенное средство разработки — это интерпретатор, позволяющий программисту писать программу на одном языке, а затем переводить ее на другой. Большинство программ такого типа предназначено для трансляции программ, написанных на универсальных языках, на современные специализированные языки программирования. Это позволяет разработчику программного обеспечения писать программы на том языке, который более приемлем для него.

**Таблица 10.3.** Предметные области, в которых используются экспертные системы

Медицинская диагностика	Интеграция неоднородных программ для применения в процессе проектирования самолетов
Оценка запросов на предоставление кредитов	Проектирование оптических систем, обрабатывающих изображение
Страхование	Генерирование программ для управления автоматизированным оборудованием
Анализ ценных бумаг	Формирование планов выполнения технологических процессов
Финансовое планирование	Составление календарного графика выполнения заказов
Консалтинг по вопросам налогообложения	Мониторинг и управление автоматизированными системами выполнения погрузочно-разгрузочных операций
Конфигурация компьютерных систем	Визуальное распознавание деталей
Автоматизированное проектирование штампованных деталей	
Проектирование цифровых логических схем	

Многие приложения с элементами искусственного интеллекта (такие, как обучающие системы и разработка программного обеспечения) могут использоваться как в промышленности, так и в сфере обслуживания. Возможности систем искусственного интеллекта в плане разработки новой продукции окажут большое влияние на деятельность многих компаний и на работу многих людей.

По мере все более широкого распространения данной технологии она должна становиться более дружественной к потребителю и менее дорогостоящей; в таком случае ее можно будет применять для автоматизации выполнения заданий, которые раньше были для этого непригодны.

## 10.6. Автоматизированные средства проектирования

### Автоматизированное проектирование

Автоматизированное проектирование (*computer-aided design — CAD*) предоставляет в распоряжение пользователя средства интерактивной графики, позволяющие разрабатывать конструкцию изделий и деталей, а также составлять перечень технических требований к ним. Проектировщик, выполняющий то или иное задание на рабочей станции, оборудованной монитором с высокой разрешающей способностью экрана, имеет возможность формировать различные виды сборочного узла или компонента изделия. Для представления трехмерных объектов могут быть

использованы так называемые каркасные модели. Средства визуализации, разработанные совсем недавно, также используются для представления трехмерных видов проектируемого объекта. Проектировщик имеет возможность увеличивать масштаб отдельных частей сборочного узла, поворачивать его, а также давать изображения крупным планом для того, чтобы просмотреть конструкцию на наличие взаимных помех и нестыковок и проверить правильность других геометрических характеристик. Такие графические модели позволяют инженерам-технологам, специалистам по маркетингу и даже потребителям составить представление об изделии и внести свои предложения по его усовершенствованию еще до того, как изделие будет запущено в производство. Подобная процедура проектирования позволяет быстро внедрить новую продукцию на рынок. Кроме того, она помогает исключить наличие в новом изделии таких дефектов, которые могли бы стать причиной устойчивого неприятия изделия потребителем.

### **Моделирование методом конечных элементов, или компьютерное исследование характеристик прототипов**

Моделирование на основе метода конечных элементов (*finite-element modeling*) — это еще одна технология, позволяющая ускорить процесс проектирования продукта. Такой метод моделирования предоставляет инженерам возможность испытывать определенные физические характеристики объекта с использованием компьютера и сократить тем самым издержки на создание и испытание реальных прототипов. Моделирование методом конечных элементов сводится к описанию объекта как совокупности небольших конечных элементов, объединенных в конструкцию. Описание таких характеристик объекта, как напряжения и упругие деформации, можно представить посредством соответствующих уравнений. Поведение всей конструкции определяется посредством одновременного решения уравнений для всех конечных элементов. На основании полученных данных можно пересмотреть конструкцию изделия, после чего остается только проверить рабочие характеристики усовершенствованной конструкции.

### **Автоматизированная подготовка рабочих чертежей (и сокращение необходимости в них)**

Поскольку окончательная конструкция изделия формируется с помощью одной из компьютерных программ автоматизированного проектирования, она может храниться в компьютерной базе данных и использоваться впоследствии для получения чертежей отдельных деталей с помощью плоттера, т. е. физические действия по изготовлению детализированных чертежей могут быть автоматизированы. При традиционной технологии проектирования информация о внесении изменений в конструкцию изделия распространяется посредством передачи в соответствующие отделы бумажных копий чертежей с указанием технических спецификаций изделия. При изменении конструкции изделия задача (которая не всегда бывает легко разрешимой) состоит в замене всех старых копий чертежей новыми, чтобы обеспечить информацией о внесении изменений все подразделения компании, имеющие отношение к данному объекту. База данных САД позволяет всем заинтересованным отделам компании получать доступ к одним и тем же данным

при минимальном объеме бумажной технической документации. Посредством получения доступа к одной и той же информации, содержащейся в подобной базе данных, такие отделы, как отдел разработки инструментальной оснастки, отдел контроля качества и отдел снабжения имеют возможность скоординировать свои действия в плане практической реализации самого последнего набора технических спецификаций продукта. Дополнительное преимущество подобной системы проектирования состоит в том, что она позволяет использовать одну и ту же интегрированную базу данных в процессе планирования производственного процесса, а также в процессе составления детальных инструкций, необходимых для приведения в действие оборудования с числовым программным управлением, с помощью которого будут изготавливаться детали изделия. В силу этого общая база данных может стать также основой автоматизации производственных процессов.

## 10.7. Автоматизированное производство процессов

**Автоматизированное производство** (*computer-aided manufacturing — CAM*) предполагает прямое применение компьютеров для управления технологическим или погрузочно-разгрузочным оборудованием или использование средств вычислительной техники для обеспечения непрерывности производственных операций.

### **Автоматизированное производство с косвенным применением средств вычислительной техники**

**Автоматизированное производство с косвенным применением средств вычислительной техники** (*indirect CAM*) сводится к практическому применению компьютеров в следующих сферах деятельности предприятия: планирование загрузки производственных мощностей; составление календарного графика выполнения работ; организация закупочной деятельности; управление материальными запасами; планирование потребностей предприятия в материалах; управление работой цехов и производственных участков; составление отчетов о качестве продукции; отгрузка и распределение продукции, а также во многих другие видах деятельности.

Автоматизация обслуживания с косвенным применением компьютеров предполагает сбор данных о движении единиц продукции в розничных магазинах (посредством сканеров штрихкода или других автоматизированных средств сбора данных) и использование этой информации в процессе планирования деятельности компании в целом и календарного планирования в частности. Кроме того, подобный тип мониторинга может применяться в процессе обновления информации о состоянии материальных запасов, а также для определения количества отбракованных изделий и для получения информации по другим вопросам обеспечения качества продукции.

**Автоматизированная технологическая подготовка производства** (*computer-aided process planning — CAPP*) помогает определить состав технологических операций, необходимых для изготовления детали после того, как она была спроектирована с помощью одной из систем САД. Программы CAPP позволяют разрабатывать планы или маршрутные карты технологических процессов на основании либо вариантного, либо генерирующего подхода. Вариантный подход состоит

в использовании файла, содержащего стандартные планы технологических процессов, из которого после просмотра конструкции изделия можно выбрать подходящий план для его изготовления. Если этот план не подходит в полной мере для изготовления данного изделия, в него можно внести коррективы вручную. Генерирующий подход к автоматизированной технологической подготовке производства на основании технических требований к конструкции изделия позволяет сформировать детальный план процесса изготовления изделия в комплекте с установочными параметрами оборудования. Для построения планов в системах САРР используются алгоритмы проектирования, файлы данных о характеристиках станков, а также логические схемы принятия решений. В некоторых генерирующих САРР-системах используются экспертные системы, базирующиеся на правилах принятия решений.

### **Интегрированная система CAD/CAM**

Эффективность производства может быть повышена посредством решения еще на этапе проектирования нового изделия некоторых вопросов, касающихся непосредственно процесса изготовления изделия, в частности: состава технологических операций, характеристик оборудования, порядка смены инструментов, необходимости в зажимных приспособлениях, а также требований к процессу сборки изделия. Потенциально удачные изделия должны иметь такую конструкцию, которая обеспечивала бы их функциональность, а также позволяла бы сделать процесс их изготовления экономически оправданным. Как проектирование конструкции изделия, так и проектирование процесса его изготовления базируется на описании его технических характеристик. С другой стороны, существуют определенные различия между этими двумя аспектами процесса проектирования изделия. Рассмотрим в качестве примера деталь, которая должна изготавливаться посредством одного из видов механической обработки — фрезерования, сверления отверстий или обработки на токарном станке. В этом случае первостепенный интерес для инженера-конструктора представляют характеристики, которыми должна обладать сама деталь: прочность детали, ее форма и функция, которую она будет выполнять. С другой стороны, интерес инженера-технолога направлен на те характеристики детали, которые не присутствуют в ней непосредственно, а именно — из какого материала необходимо ее изготовить. Инженер-технолог должен также определить подходящее место для закрепления детали на то время, пока будет выполняться ее вытачивание из заготовки. В процессе автоматизированного проектирования конструкции изделия должна также учитываться его технологичность. По этой причине большое значение приобретает возможность анализа и быстрого обмена информацией между системами CAD и CAM.

Когда системы CAD и CAM объединяются в полностью интегрированный пакет автоматизированного проектирования и автоматизированного производства, этот процесс обозначается одним акронимом — CAD/CAM. Возможность передачи данных между компьютерами по каналам связи является важным аспектом как системы CAD/CAM, так и более глубоко интегрированной системы комплексного автоматизированного производства, которая рассматривается ниже. Реализация всех функций системы CAD/CAM основывается на использовании базы данных, содержащей информацию об изделии, чертежи, спецификации материалов,

маршрутно-технологические карты, а также любые другие данные, которые могут потребоваться в процессе проектирования конструкции изделия или процессе его изготовления.

### **Автоматизированное производство с прямым применением средств вычислительной техники**

Автоматизированное производство с прямым применением средств вычислительной техники (*direct CAM*) предполагает непосредственное подключение компьютера к одной или более единиц производственного оборудования с целью осуществления мониторинга производственного процесса и управления им. Эта технология может найти свое практическое применение на предприятиях многих типов. Ввод необходимой информации может осуществляться вручную через клавиатуру, через штрихкод, а также посредством сигналов, поступающих от видеодатчика или от робота-погрузчика, который способен распознавать, например, изменение веса или формы изделия. Возможность перемещения обрабатываемых изделий между станками, а также возможность взаимного обмена координирующими сигналами могут позволить сформировать интегрированную систему станков и погрузочно-разгрузочного оборудования, которая называется гибкой производственной системой.

## **10.8. Гибкие производственные системы**

Расширение функций и повышение уровня автоматизации применительно к концепции формирования групп станков, которые могут производить семейство деталей, позволяет сформировать новый тип автоматизированных систем — гибкую производственную систему. Гибкая производственная система (*flexible manufacturing system — FMS*) — это группа станков, которые оборудованы перепрограммируемыми контроллерами, связаны между собой автоматизированной системой выполнения погрузочно-разгрузочных операций, а также интегрированы в единую систему через центральный компьютер таким образом, что эта система может производить ряд изделий с аналогичными требованиями к технологии их изготовления. Гибкая производственная система может быть сформирована на базе разного количества и состава оборудования. В качестве примера небольшой гибкой производственной системы можно назвать два токарных станка, обслуживаемых одним роботом, который исполняет функции системы выполнения погрузочно-разгрузочных операций. Большая система может включать в себя более десятка станков, связанных между собой тщательно разработанной системой конвейеров или системой автоматически управляемых транспортных средств (*automatic guided vehicle system — AGVS*), которые способны перемещать изделия от одного станка к другому в любом порядке.

В большинстве случаев гибкая производственная система состоит из четырех станков. Подобный состав оборудования в гибкой производственной системе обеспечивает производство такого количества и ассортимента изделий, которого достаточно для того, чтобы система FMS работала эффективно, а также чтобы были оправданными с экономической точки зрения достаточно большие затраты на ее организацию.

Со времен промышленной революции сформировалась устойчивая общая тенденция к углубленной специализации процессов, позволяющей в полной мере реализовать преимущества автоматизации производства. На первоначальном этапе самым типичным и эффективным способом применения автоматизации была обработка металлических деталей на станках.

В настоящее время гибкие производственные системы используются преимущественно для механической обработки металлов, в частности в процессе удаления металла с заготовки, для того чтобы получить изделие требуемого размера и формы. В самом общем виде функционирование гибкой производственной системы происходит по следующей схеме. В базе данных центрального компьютера хранятся маршрутно-технологические карты для перемещения всех деталей, подлежащих обработке в рамках данной FMS. Рабочий или робот помещает деталь на палету; при этом в компьютер вводятся данные о том, какая именно деталь была погружена. Компьютер осуществляет поиск самой оптимальной маршрутно-технологической карты для изготовления данной детали и выдает в адрес конвейера команду транспортировать деталь к тому станку, который должен выполнить первую операцию. После перемещения детали к станку конвейер отправляет в адрес центрального компьютера сигнал о выполнении задания, а компьютер, в свою очередь, передает в адрес станка данные о том, какая именно деталь поступила для обработки на нем. На следующем этапе станок отыскивает соответствующую программу, содержащую инструкции по поводу обработки детали, а также заданную последовательность смены инструментов. По завершении всех операций в адрес центрального компьютера передается информация о выполнении предписанных действий. Далее компьютер проверяет состояние станков, которые могут выполнить следующую технологическую операцию в соответствии с данной маршрутно-технологической картой, выдает в адрес конвейера команду доставить деталь к подходящему станку, на котором продолжается процесс обработки детали. После выполнения всех операций, необходимых для обработки данной детали, она перемещается на место разгрузки, где снимается с палеты. Далее на освободившуюся палету можно помещать следующую деталь, подлежащую обработке.

### **Преимущества гибких производственных систем**

Внедрение гибких производственных систем принесло большой успех некоторым компаниям. Наиболее удачное применение гибкие производственные системы нашли в изготовлении изделий крупных размеров. Перемещение изделий такого типа от станка к станку и их закрепление на каждом станке без применения FMS обошлось бы очень дорого. Подобные изделия являются дорогостоящими, и если бы они производились партиями, это привело бы к необходимости крупных капиталовложений в незавершенное производство. Гибкую производственную систему можно использовать для изготовления сначала отдельных частей. На следующем этапе осуществляется сборка готового изделия из отдельных деталей, после чего изделие готово к отгрузке в адрес заказчика. Следует обратить внимание на то, что применение FMS существенно сокращает необходимость в накоплении больших запасов промежуточных материалов. В последнее время гибкие производственные системы применяются также и для изготовления более мелких деталей.

Приведем краткий перечень преимуществ организации производственного процесса на базе гибкой производственной системы.

- *Сокращение необходимости в живом труде.* Упрощенная процедура закрепления деталей, уменьшенное количество погрузочно-разгрузочных операций, а также автоматическое управление станками — все эти характеристики FMS во многих случаях позволяют сократить количество живого труда, необходимого для обслуживания процесса производства продукции.
- *Сокращение объема капиталовложений.* Коэффициент загрузки оборудования, обслуживающего работу FMS, может быть почти в три раза больше, чем в случае обработки изделий на традиционных станках, поэтому для производства продукции с использованием FMS требуется меньше станков. Поскольку производственный процесс обслуживает меньшее количество станков, для обработки деталей на этих станках требуется и меньше инструментальной оснастки. Материалы перемещаются непосредственно на следующий станок, что позволяет сократить объем капиталовложений в хранение материальных запасов. Для обеспечения процесса изготовления изделий требуется меньшее количество станков и материальных запасов, поэтому для размещения производственных мощностей нужно меньше производственных площадей.
- *Сокращение рабочего цикла изготовления изделия.* Гибкая производственная система характеризуется более коротким периодом настройки оборудования или смены инструментов, поскольку большая часть этой работы выполняется автоматически в качестве ответного действия на программируемые команды. При низком объеме промежуточных материалов практически отсутствуют очереди, которые могли бы стать причиной задержек выполнения рабочих заданий. По этим причинам значительно сокращается время прохождения материального потока через все этапы производственного процесса. Сообщается, что в одном из случаев практического применения гибких производственных систем весь рабочий цикл изготовления продукции требует от 1,5 до 3 дней вместо 35–90, которые требовались при прежней, традиционной системе производства.
- *Постоянство качества.* Из процесса изготовления изделий устраняется свойственные человеку нестабильность и способность допускать ошибки, поэтому качество продукции, выпускаемой посредством FMS, характеризуется таким свойством, как постоянство. Одна из гибких производственных систем, работу которой изучал автор книги, позволила сократить процент брака с 10 до 3%.
- *Усовершенствованная система контроля над выполнением работ.* При меньшем количестве рабочих заданий, подлежащих выполнению, а также при ограниченной области поиска возможных проблем существенно упрощается отслеживание процесса выполнения производственных операций. Порядок выполнения рабочих заданий не претерпевает существенных изменений в зависимости от времени прохождения материального потока, даже если это время становится равным нескольким дням вместо нескольких месяцев. Большинство операций, реализуемых в рамках FMS, выполняется под

управлением компьютера, что делает процесс производства продукции более стабильным.

### **Недостатки гибких производственных систем**

Когда не слишком широкий ассортимент изделий выпускается средними партиями, использование гибких производственных систем не всегда приемлемо. Применение FMS имеет смысл только в том случае, когда изготовлению подлежит семейство деталей, обработка которых требует станков одинакового размера, работающих с одинаковой точностью. При этом допустимые отклонения должны быть такими, чтобы их можно было обеспечить при изготовлении деталей на станках с ЧПУ. Разнообразие типов и размеров режущих инструментов не должно выходить за пределы возможностей автоматических устройств смены инструментов. Это ограничение может потребовать определенного уровня стандартизации конструкции изделий, имеющей своей целью сокращение количества инструментов, требуемых для их обработки.

В состав гибких производственных систем включается ряд станков, которые приходят в негодность в разное время. Во многих случаях руководство компаний предпочитает делать более мелкие капиталовложения в частичную замену оборудования, чем вкладывать большие средства в технологию, которая им недостаточно знакома. Гарантировать успех FMS может только долгосрочное планирование на длительный период развития компании. В то же время многие менеджеры склонны принимать краткосрочные решения и ориентировать работу компании на быструю отдачу. Повышенная сложность комплексной автоматизации производства является причиной того, что некоторые компании воздерживаются от внедрения гибких производственных систем. В некоторых случаях ситуация складывается таким образом, что сначала в рамках компании применяются станки с ЧПУ, затем внедряется соединяющая эти станки система выполнения погрузочно-разгрузочных операций и только после этого устанавливается центральный компьютер с соответствующим программным обеспечением, позволяющим координировать действия всей производственной системы.

Концепция гибкой производственной системы представляет собой еще один шаг на пути объединения некоторых производственных операций в общую производственную систему; главным образом это касается погрузочно-разгрузочных операций и операций по обработке изделий, иногда — в сочетании с осуществлением технического контроля. Дальнейшая интеграция достигается посредством использования системы CAD/CAM для разработки базы данных, содержащей информацию о конструкции изделия, а также планы выполнения технологических операций. Еще более высокую степень объединения всех операций в общую систему обеспечивает система комплексного автоматизированного производства.

## **10.9. Комплексное автоматизированное производство**

**Комплексное автоматизированное производство** (*computer-integrated manufacturing — CIM*) — это производственная система, объединяющая и координирующая широкий диапазон производственных операций посредством интегрирован-

ной вычислительной системы. Цель такой производственной системы состоит в трансформации самых общих, первоначальных представлений о той или иной продукции в высококачественные изделия за минимальный срок при минимальных затратах. Возможности комплексного автоматизированного производства гораздо шире, чем возможности гибких производственных систем или систем автоматизированного проектирования и автоматизированного производства. Концепция комплексного автоматизированного производства состоит в интегрировании информации об основных видах деятельности промышленных предприятий с возможным включением в единую информационную систему сведений о рынках сбыта, о поступлении заказов, о техническом обслуживании, а также об отгрузке готовой продукции и о финансовом состоянии компании. На рис. 10.2 представлены многие функции предприятия, которые охватывает система комплексного автоматизированного производства.

Основные виды деятельности промышленных предприятий можно разделить на две базовые группы:

- 1) инженерное обеспечение производства, которое может включать в себя автоматизированную технологическую подготовку производства, систему автоматизированного проектирования, групповую технологию с применением технологического кодирования, систему планирования, а также технологию изготовления изделий;
- 2) операционный менеджмент, который может включать в себя такие подсистемы, как составление главного графика работ, планирование загрузки произ-

СІМ			
Деловые операции	CAD	СAM	
		Планирование	Контроль
Снабжение	Инженерный анализ	Планирование загрузки производственных мощностей	Управление производственным процессом
Учет	Построение чертежей	Планирование потребности в материалах	Управление работой цехов и производственных участков
Прием заказов	Пересмотр конструкции	Компьютеризированная система планирования	Компьютеризированный производственный контроль изделий
Учет заработной платы		Разработка программ для изготовления деталей на станках с ЧПУ	
Выписка счетов	Основные виды производственных операций: транспортировка материалов и деталей, изготовление, сборка, производственный контроль изделий		
Другие			

**Рис. 10.2.** Взаимосвязь некоторых функций предприятия в рамках системы комплексного автоматизированного производства

водственных мощностей, планирование потребностей в материалах, управление материальными запасами, осуществление снабженческой деятельности, управление производством с использованием компьютеров (САМ), управление работой цехов и производственных участков, составление отчетов о качестве продукции, отгрузка и распределение готовой продукции.

Полная система комплексного автоматизированного производства охватывает все сферы деятельности предприятия, предоставляя в распоряжение всех отделов компании доступ к общей базе данных с возможностью двусторонней передачи данных, что позволяет всему предприятию функционировать как единое целое.

Основная цель системы СИМ состоит не в сокращении затрат на живой труд, как может показаться на первый взгляд. Система СИМ способствует сокращению косвенных издержек, таких как затраты на погрузочно-разгрузочные операции, на производственный контроль изделий, а также на оплату труда менеджеров среднего звена (эти затраты могут составлять от 40 до 50% общего объема затрат на производство продукта). Эффективные методы производства позволяют значительно сократить объем промежуточных материалов и запасы готовой продукции, хранимой на складах компании; в то же время такая организация производства позволяет оперативно выполнять заказы клиентов.

### **Проблемы интегрирования программного и аппаратного обеспечения**

Процесс объединения всех компонентов программного и аппаратного обеспечения, вовлеченных в процесс управления промышленным предприятием, наталкивается на многочисленные проблемы. У компании могут возникнуть трудности с интегрированием оборудования от различных производителей в единую сеть, по которой можно было бы осуществлять передачу данных. Отдельный набор электронных импульсов, имеющий определенное значение для оборудования одного производителя, может иметь совсем другое значение или может вообще не распознаваться оборудованием от другого производителя. Для преобразования данных в надлежащую форму могут потребоваться постпроцессоры или специальные транслирующие программы. В настоящее время для решения этой проблемы активно используется протокол автоматизации производства (*manufacturing automation protocol* – *МАР*). Этот протокол представляет собой один из стандартов, позволяющих оптимизировать процесс передачи данных между таким производственным оборудованием, как конвейеры и автоматические сварочные аппараты. Планирование и координация действий нескольких станков, выполняющих совокупность разнообразных рабочих заданий, также представляет собой определенную проблему. Процесс принятия многих решений оказывается столь сложным, что уже не может обойтись без участия человека. Поддержка процесса принятия решений со стороны человека осуществляется посредством специальных интерфейсов, что позволяет системе функционировать со скоростью, с которой работает оборудование, без затрат времени на ожидание результатов анализа ситуации, выполненного человеком. В данной главе рассмотрены только некоторые аспекты влияния технологии на деловой мир. Перед тем как перейти к рассмотрению материала следующей главы, целесообразно проанализировать некоторые тенденции развития технологий.

## 10.10. Тенденции технического прогресса

Промышленное производство будет становиться все более высокотехнологичным и менее трудоемким. Из этого следует, что необходимость в привлечении живого труда будет преимущественно возникать в таких сферах деятельности промышленных предприятий, как менеджмент, снабжение, распределение продукции и техническая поддержка производства.

На долю предприятий сферы услуг, многие из которых все еще имеют дело с трудоемкими сервисными операциями, будет выпадать большая часть занятости трудоспособного населения. Необходимость в повышении общей производительности труда в стране влечет за собой такую же необходимость повышения производительности сервисных предприятий. Новейшие разработки в сфере информационных технологий предлагают широкие возможности для повышения производительности предприятий сферы обслуживания, которые специализируются на предоставлении услуг, связанных с выполнением умственной работы.

Развитие информационных технологий привело к более глубокой стандартизации аппаратного и программного обеспечения, что существенно облегчает объединение компьютеров в сети и обмен информацией как в рамках одной фирмы, так и между различными компаниями. Широкомасштабная интеграция баз данных, а также повышение быстродействия компьютеров и скорости передачи данных по каналам связи откроют новые возможности для практического применения информационных технологий. Сотрудники предприятий сферы услуг, непосредственно занимающиеся обслуживанием потребителей, могут получать доступ к информации о клиентах компании. Эта информация позволит им самым лучшим образом обслужить клиентов, предоставляя в их распоряжение товары и услуги, полностью удовлетворяющие их требованиям. Большие перспективы имеет развитие электронной торговли через Интернет. Высокая скорость передачи данных в сочетании с более совершенным программным обеспечением будет способствовать дальнейшему увеличению количества специалистов, занятых выполнением своих должностных обязанностей в дистанционном режиме.

Многие сервисные операции, такие как продажа товаров розничными магазинами, требуют непосредственных контактов с потребителями, поэтому их выполнение и в будущем останется прерогативой человека. Повышение конкурентоспособности предприятий сферы услуг напрямую зависит от повышения производительности труда работников (возможно, посредством применения новых технологий).

Большая часть материала в данной главе посвящена вопросам обеспечения конкурентоспособности компаний. Важно понимать тот факт, что конкурентоспособность — это не просто получение определенных преимуществ в плане повышения эффективности деятельности предприятий и объема затрат на производство товаров или предоставление услуг. Вне всякого сомнения, в будущем сохранится тенденция к обострению конкурентной борьбы по таким аспектам деятельности компаний, как качество продукции, гибкость производственного процесса или процесса обслуживания, а также уровень обслуживания потребителей. В процессе оценки новых способов практического применения передовых технологий менеджеры должны обязательно учитывать вопросы повышения качества продукции и

ускорения темпов обслуживания потребителей. Одна из самых привлекательных характеристик автоматизации производства на базе программируемого оборудования — гибкость. Дальнейшее развитие новых передовых достижений науки, систем с элементами искусственного интеллекта и других информационных технологий еще больше увеличит гибкость процессов, выполняемых в рамках различных компаний.

Как можно уяснить из приведенных выше доводов, в будущем сохранится тенденция к изменению и усложнению рабочих заданий, подлежащих выполнению внутри той или иной компании. Специалисты, занимающиеся формированием исходной схемы операционной системы предприятия и распределением рабочих обязанностей между персоналом, должны внимательно изучить все доступные технологии и выбрать из них именно ту, которая помогала бы рабочим и служащим выполнять свои должностные обязанности.

## Резюме

Для того чтобы сохранить конкурентоспособность, компании должны непрерывно совершенствовать свою продукцию и повышать уровень производительности. В обязанности менеджеров входит руководство совершенствованием работы компании и обеспечение долгосрочного успеха ее деятельности посредством непрерывного инвестирования средств в новые технологии и подготовку персонала. Кроме того, представители руководящего состава компании должны заботиться о формировании такой корпоративной среды, в которой любые изменения воспринимаются как нечто естественное, а также такой корпоративной культуры, которая всячески поощряет рабочих и служащих искать новые пути улучшения работы компании.

Правильное применение уже существующих передовых технологий, а также технологий, которые находятся в процессе разработки, может существенно повысить эффективность работы компании. Существует множество небольших технологических нововведений, применение которых практически в любой компании или в процессе производства любого продукта может дать определенные конкурентные преимущества. Менеджеры должны всегда быть готовы к тому, что появляющиеся время от времени достижения технического прогресса могут открыть перед компанией новые возможности и поставить перед ней новые задачи. Многие потенциальные преимущества внедрения новых технологий могут идентифицировать только подготовленные специалисты, изучавшие тот или иной бизнес, а также науку и технологию, на которые он опирается. Следовательно, задача данной главы состоит не в обсуждении всех возможных технологий, а в рассмотрении влияния технологий на методы операционного менеджмента.

Как перед предприятиями, относящимися к сфере обслуживания, так и перед промышленными предприятиями возникает проблема поиска путей совершенствования обслуживания потребителей, а также новых способов достижения конкурентных преимуществ. Одним из таких способов является практическое применение достижений технического прогресса. Внедрение новейших информационных технологий наряду с автоматизацией административно-управленческой работы оказывает существенное влияние на оптимизацию административно-

управленческой работы. Автоматический ввод данных посредством считывания информации со штрихкодов, а также оптическое распознавание символов открывают новые возможности для автоматизации многих сервисных операций. Речевой ввод данных в компьютер еще больше облегчит выполнение некоторых операций. В вопросе повышения производительности труда специалистов, выполняющих умственную работу в компаниях многих типов, большие надежды возлагаются на новые достижения в области искусственного интеллекта.

Среди последних достижений в сфере автоматизации промышленного производства можно перечислить такие технологии, как автоматизированное проектирование (CAD), автоматизированная технологическая подготовка производства (CAPP), а также автоматизированное производство (CAM) с прямым и косвенным применением средств вычислительной техники. Гибкие производственные системы (FMS) сочетают различные прикладные системы автоматизированного производства (CAM) для управления технологическим и погрузочно-разгрузочным оборудованием от одного главного компьютера. Комплексная автоматизация производства (СІМ) предполагает такую интеграцию различных систем автоматизации производства, которая позволяет организовать производственный процесс, функционирующий в качестве единой скоординированной системы.

Новые способы передачи данных и объединения компьютеров в сети способствуют повышению уровня осведомленности специалистов и координации их действий, что позволяет существенно повысить результативность коллективной работы как в небольших, так и в крупных компаниях.

В современном мире многочисленные компании, составляющие конкуренцию друг другу, предпринимают настойчивые попытки удовлетворить нужды одних и тех же потребителей лучше, чем их соперники. Потенциальные возможности применения новых технологий с целью получения конкурентных преимуществ должны рассматриваться как в самом начале деятельности компании, так и на протяжении всего ее жизненного цикла. Следует помнить о том, что формирование или пересмотр производственной системы представляет собой нечто большее, чем простое внедрение новой технологии. Этот процесс сопровождается развитием социотехнической системы, отображающей поведенческие аспекты трудового процесса, а также способы организации командной работы.

## Ключевые термины

Технический и офисный протокол

Электронный обмен данными

Искусственный интеллект

Экспертные системы

Механизм логического вывода

Computer-aided design (CAD) — автоматизированное проектирование

Моделирование методом конечных элементов

Computer-aided manufacturing (CAM) — автоматизированное производство

Автоматизированное производство с косвенным применением средств вычислительной техники

Computer-aided process planning (CAPP) — автоматизированная технологическая подготовка производства

Computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) — автоматизированное проектирование и автоматизированное производство

Автоматизированное производство с прямым применением средств вычислительной техники

Гибкая автоматизация

Жесткая автоматизация

Гибкие производственные системы

Транспортная линия

Computer-integrated manufacturing (CIM) — комплексная автоматизация производства

Manufacturing automation protocol (MAP) — протокол автоматизации производства

## Контрольные вопросы

1. Насколько корректным является мнение, что усилия руководящего состава компании могут оказать влияние на творческие способности и побуждения работников? Обоснуйте свой ответ.
2. Назовите некоторые способы, которые менеджеры могут использовать для приведения деятельности компании в соответствие с современным уровнем развития технологий.
3. Каким образом менеджеры могут поощрить положительное отношение персонала компании к проектам совершенствования ее работы?
4. Почему специалисты, занятые в промышленном производстве, проявляют такое внимание к тому, каким образом инженеры-разработчики выполняют свою работу по проектированию новой продукции?
5. Что такое автоматизированное проектирование (CAD) и автоматизированное производство (CAM)? Каким образом они отличаются от интегрированной системы автоматизированного проектирования и автоматизированного производства (CAD/CAM)?
6. Каковы преимущества использования единой базы данных для обслуживания многих направлений деятельности промышленных компаний?
7. Каковы преимущества использования единой базы данных для обслуживания многих направлений деятельности сервисных компаний?
8. Что такое моделирование на основе метода конечных элементов и каковы его преимущества?
9. Назовите отличия между вариантным и генерирующим подходом к автоматизированной технологической подготовке производства (CAPP).
10. Для обеспечения больших объемов производства гибкая автоматизация не столь эффективна, как жесткая автоматизация. В каком случае компания может отдать предпочтение гибкой автоматизации?
11. Назовите некоторые преимущества гибких производственных систем.
12. Чем прикладные системы с элементами искусственного интеллекта отличаются от традиционного применения компьютеров?
13. Каким образом экспертная система может помочь в работе специалиста, который уже считается экспертом в своей области?
14. Почему системы с элементами искусственного интеллекта имеют большое значение для автоматизации сферы обслуживания?
15. Какое влияние экспертные системы оказывают на принятие решений в области операционного менеджмента?

## Упражнения с использованием сети Интернет

1. Посетите web-сайт компании *Nokia* по адресу [www.nokia.ru](http://www.nokia.ru). Найдите информацию о некоторых продуктах компании, изготовленных с внедрением технических новинок, как, например, о новой модели миниатюрного сотового телефона. Проанализируйте как можно больше информации о таких изделиях. Затем, воспользовавшись знаниями, которые вы получили в процессе изучения данной главы, опишите в письменном виде свои соображения по поводу того, каким образом одна из перечисленных ниже компаний или организаций могла бы воспользоваться продукцией такого типа для усовершенствования своей работы:
  - ◆ колледж или университет;
  - ◆ сеть гостиниц;
  - ◆ автодилер;
  - ◆ супермаркет;
  - ◆ производитель игрушек.
2. Некоммерческие организации, такие как американский Красный Крест, также используют новые технологии для совершенствования способов предоставления помощи тем, кто в ней нуждается. Посетите web-сайт Международного Красного Креста по адресу [www.redcross.org](http://www.redcross.org) и найдите информацию о том, каким образом эта организация использует новые технологии в своей работе. На сайте «Наши услуги» можно найти информацию о конкретных программах и медицинских учреждениях, таких как Центр хранения плазмы крови и его лаборатории. Составьте открытое письмо к потенциальным донорам, в котором опишите свое представление об основных способах внедрения новых технологий в процесс предоставления услуг данной организацией.

## Литература

1. *Альтшуллер Г.* Найти идею: Введение в ТРИЗ — теорию решения изобретательских задач. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес букс, 2008.
2. *Брабандер Л. де* Забытая сторона перемен. Как творческий подход изменяет реальность/Пер. с англ. М.: Претекст, 2006.
3. *Портер М. Э.* Конкуренция: Учебное пособие/Пер. с англ. М.: Вильямс, 2001.
4. *Прахлад К. К., Рамасвами В.* Будущее конкуренции. Создание уникальной ценности вместе с потребителями/Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2006.
5. *Чейз Р. Б., Джейкобз Ф. Р., Аквилано Н. Дж.* Производственный и операционный менеджмент/Пер. с англ. 10-е изд. М.: Вильямс, 2007.

### **НАЦИОНАЛЬНЫЙ БАНК «ТРАСТ» ВНЕДРИЛ ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ ЛИЦЕНЗИЯМИ КАК АКТИВОМ ПРЕДПРИЯТИЯ<sup>1</sup>**

Используется широкий спектр программного обеспечения, начиная от стандартных пользовательских приложений, заканчивая специализированными банковскими программными продуктами. Разветвленная региональная сеть и большое число штатных сотрудников явились причинами того, что управление используемым программным обеспечением вызывало у специалистов ИТ-подразделения банка значительные затруднения, так как единых процедур и правил использования не существовало. Возможность появления на рабочих станциях программного обеспечения, неконтролируемого со стороны ИТ-специалистов, могло привести к непредсказуемым рискам и потерям.

<sup>1</sup> Новости об ИТ-компаниях: [www.itcontent.ru/archives/case](http://www.itcontent.ru/archives/case)

Правление НБ «ТРАСТ» осознало необходимость оптимизации контроля над лицензированием используемого в банке программного обеспечения и решило обратиться за помощью к сертифицированному партнеру корпорации *Microsoft* — компании *Softline*. В результате внедрения технологии управления лицензиями как активом предприятия (*SAM — software asset management*) банку удалось минимизировать юридические риски, связанные с использованием нелицензированного ПО, а также оптимизировать управленческие бизнес-процессы. Этот проект стал для компании *Softline* самым масштабным на сегодняшний день в области внедрения процессов управления лицензиями на программное обеспечение в организации.

Специалисты *Softline* составили проект внедрения технологии *SAM*, направленный на оптимизацию управления активами программного обеспечения банка «ТРАСТ», и в первую очередь на налаживание управления лицензиями как ценным активом компании. Внедрение технологии *SAM* на этом этапе предусматривает проведение инвентаризации имеющегося программного обеспечения. На основе результатов инвентаризации был проведен второй этап внедрения: юридический аудит документов, подтверждающих легальность ПО, который является ноу-хау компании *Softline*. На этом этапе составляется перечень имеющегося ПО и приобретенных на него лицензий и проводится их сопоставление. По результатам юридического аудита в банке «ТРАСТ» было выявлено значительное «перелицензирование», т. е. количество имеющихся лицензий превышало количество копий программного обеспечения. Таким образом, сразу же стала очевидной возможность экономии средств при закупке лицензированного ПО.

Затем специалисты *Softline* разработали практические рекомендации и методики, которые позволяют полностью автоматизировать процессы приобретения, хранения и утилизации программного обеспечения. Для сотрудников ИТ-подразделения банка и менеджера по учету лицензий было проведено двухдневное обучение. При соблюдении данных рекомендаций уровень развития управления активами ПО банка может быть повышен до динамического, когда работают процессы постоянного совершенствования в области *SAM* для поддержки гибкой управляемой среды. Это будет означать, что исключены юридические и бизнес-риски, повышается производительность, оптимизируются расходы на приобретение ПО, снижаются затраты на обучение персонала и эксплуатацию ПО и многое другое, что в сумме позволяет получить конкурентное преимущество компании от использования *SAM*.

Внедрение технологии *SAM* позволило вывести ИТ-инфраструктуру банка «ТРАСТ» на желаемый уровень за короткий срок. Усилиями десяти специалистов компании *Softline* проект был реализован в течение всего лишь 8,5 месяца. В результате внедрения:

- была получена четкая картина использования программного обеспечения в компании. Благодаря этому максимально снизилась вероятность юридических и репутационных рисков, связанных с использованием нелицензионного ПО;
- была разработана оптимальная схема лицензирования. Это значительно сократило финансовые и трудовые затраты в сфере закупок;
- благодаря регулярной инвентаризации ПО по разработанной схеме в распоряжение руководства поступают актуальные данные о необходимом и «лишнем» ПО; анализ этих данных позволяет грамотно составлять ИТ-бюджет и получать реальную экономию, что особенно важно при сложившейся тяжелой финансово-экономической ситуации.

### **О НБ «ТРАСТ» (ОАО)**

Национальный банк «ТРАСТ» ведет свою историю с 1995 г. Сегодня НБ «ТРАСТ» оказывает полный комплекс розничных банковских услуг, услуги в сфере кредитования малого и среднего бизнеса, корпоративного, расчетно-кассового обслуживания. НБ «ТРАСТ» входит в число тридцати крупнейших финансовых организаций России (по данным ЦБ РФ) и имеет одну из самых масштабных региональных сетей среди российских банков: НБ «ТРАСТ» представлен в 60 регионах и более чем в 170 городах РФ. В общей сложности банк имеет 200 точек продаж. В 2009 г. агентство «РА Эксперт» присвоило НБ «ТРАСТ» рейтинг на уровне «А», подтверждающий высокий уровень кредитоспособности.

# Часть IV

## УПРАВЛЕНИЕ ИСХОДНЫМИ РЕСУРСАМИ

### ГЛАВА 11

#### Управление цепочкой снабжения и материальным потоком

Современная организация, функционирующая на рынке, одновременно является и поставщиком ресурсов для своих заказчиков, и потребителем по отношению к организациям, у которых закупаются ресурсы для производственной деятельности. В результате таких взаимодействий образуются цепочки снабжения — совокупность взаимозависимых организаций, поставляющих материалы, товары и услуги клиенту. Каждое звено цепочки снабжения, передавая изделия следующему, увеличивает стоимость конечной продукции, поэтому иногда ее называют «цепочкой создания ценностей». Обычно цепочка создания ценности имеет три составляющие, между которыми могут возникать различного рода посредники: «физическое распределение—материально-техническое обеспечение производства—снабжение» (рис. 11.1) [2, с. 56].

Информационные потоки могут быть самыми различными: это и информация об объемах покупаемой потребителями продукции, и их отзывы об ее качестве, пользовательских свойствах и т. п. Поступившая в организацию информация после всесторонней переработки закладывается в производственные планы, на основании которых составляются планы закупок материальных ресурсов. Последние, в свою очередь, формируют потоки запасов, движение которых в процессе обработки завершается передачей готовой продукции потребителям [2, с. 55]. Современные организации вне зависимости от сферы деятельности стараются объединить (интегрировать) все элементы цепочки создания ценностей, рассматривая это как залог успешной деятельности.

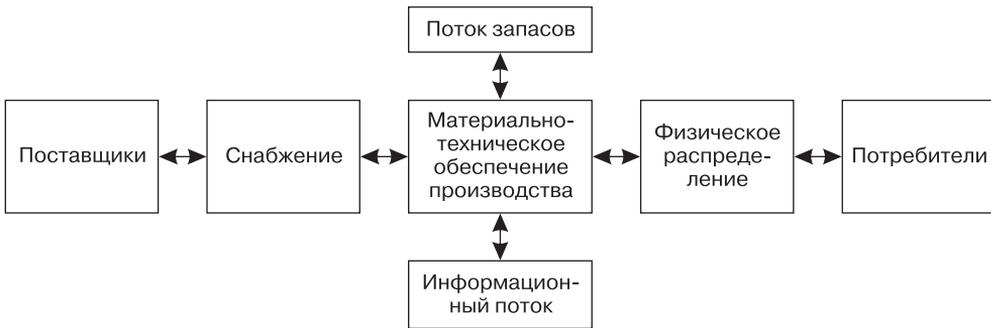


Рис. 11.1. Современная цепочка создания ценностей в организации

Поток запасов по существу представляет собой хранение и движение материалов и готовой продукции. В дальнейшем, для упрощения пользования, понятия «сырье», «материалы» и «комплектующие изделия» объединены термином «материалы». Оперативное управление потоком запасов начинается с поступления материалов от поставщика (формирование цепочки снабжения) и заканчивается доставкой конечной продукции потребителю. Задача материально-технического обеспечения заключается в перемещении полуфабрикатов по технологическому маршруту для последующей обработки, которая сопровождается увеличением добавленной стоимости в производстве. При физическом распределении происходит продвижение готовых продуктов потребителям через маркетинговые каналы. Важным условием при этом является обеспечение доступности продукта всем заинтересованным группам.

В качестве примера рассмотрим цепочку создания ценности сервисной организации *AMR* — материнской компании, владеющей *American airlines*. В 2009 г. компания получила премию в Майями. В 2004 г. — третий год подряд — компания получила премию Американской академии гостеприимства (*The American Academy of Hospitality Sciences*) за первоклассное качество обслуживания. Самолеты компании (*American airlines* — 620 шт. и *American eagle* — 270 шт.) обслуживают более 165 городов в 40 странах мира. Свыше 2 тыс. рейсов в сутки своевременно обеспечиваются топливом, едой, напитками, техническим обслуживанием, оборудованием и т. д. и т. п. При этом сервисное обслуживание пассажиров отличается высоким уровнем. Компания расходует \$4,5 млрд на своих поставщиков, которые, в свою очередь, поддерживают контакты с собственными поставщиками, рассредоточенными по всему миру.

## 11.1. Значение, цель и задачи управления цепочкой снабжения в процессе создания ценностей для потребителей

Определению целей и задач управления снабжением способствует четкое понимание терминологии, применяемой в этой области. В зависимости от национальных особенностей ведения хозяйства, а также отраслевой принадлежности существуют различные подходы к применению понятий. В международной практике при

обеспечении производственного процесса необходимыми материальными ресурсами чаще всего употребляют термин «управление закупками, или снабжением» (*purchasing/procurement*). В российской практике на промышленных предприятиях продолжают употреблять понятие «материально-техническое обеспечение» (или снабжение), а в торговых — «товароснабжение». В последнее время все чаще встречается термин «закупочная логистика», что связано с изменениями, которые произошли в методах работы с поставщиками материальных ресурсов, а также во внутренних подразделениях организаций. В условиях нерыночной экономики закупочный процесс был жестко централизован, фондируем, теперь же он носит свободный рыночный характер, перед работниками любой организации ставится задача повышения ее прибыльности при минимизации затрат. Современные теоретические подходы процесс закупок определяют как «логистика на входе» или «внутренняя логистика» [2, с. 67], а термины «закупка», «снабжение», «поставка», «обеспечение сырьем и материалами» считаются синонимами. Именно в этом контексте названные понятия и будут использоваться в дальнейшем.

От эффективности организации управления цепочкой снабжения зависит обеспечение процесса создания ценностей в организации, своевременное качественное и полное удовлетворение нужд потребителей, что в результате приводит к сокращению непроизводительных затрат на производство продукции в организации.

Любая организация входит в состав как минимум одной цепочки снабжения, поскольку имеет собственных потребителей и поставщиков товаров и услуг. Но в большинстве случаев организации являются частью ряда цепочек снабжения. В качестве примера можно рассмотреть любую организацию по торговле продуктами питания: она закупает продукцию у многих производителей и поставляет в различные точки реализации. От грамотности выбора поставщика материальных ресурсов зависит очень многое в деятельности организации: уровень себестоимости производимой ею продукции, конкурентное положение на рынке и возможности своевременного удовлетворения нужд потребителей и т. д.

Одной из целей управления цепочкой снабжения является снижение уровня неопределенности и рисков, и, следовательно, оказание положительного влияния на уровень материальных запасов, ритм цикла, на процессы и на уровень обслуживания конечного потребителя [8, с. 509].

Задача *управления цепочкой снабжения* (*supply chain management — SCM*) состоит в планировании и координации действий, направленных на достижение высокого уровня обслуживания потребителей, с учетом минимизации затрат. При этом практика показывает, что чем сильнее интегрирована сеть поставщиков, тем скорее достигается поставленная задача, поскольку из сети исключаются промежуточные посредники, накручивающие собственные надбавки, и, кроме того, ускоряется темп обслуживания потребителей.

Отношения с поставщиками материальных ресурсов определяются применяемой в организации концепцией. Например, долговременные партнерские отношения с небольшим количеством поставщиков, способных осуществить частые поставки под заказ небольших партий материальных ресурсов, применяются при использовании концепций «точно в срок» или «использования субподрядчиков». Создание же значительных буферных запасов материальных ресурсов в произ-

водстве и каналах цепочки создания ценности приводит к использованию систем планирования потребности в ресурсах (MRP, MRPII, RССP, CRP, CPOF и др. — см. главу 2). Используемые системы учета KANBAN, MRP, OPT или их комбинации требуют постоянной синхронизации их данных с основным графиком производства готовой продукции, а также с системами учета закупаемой продукции.

Для выполнения задач управления материальными ресурсами необходимо ответить на ряд вопросов, определяющих всю деятельность организации: что, у кого, сколько и на каких условиях закупать. В зависимости от ответа на поставленные вопросы руководство фирмы выбирает между «собственным производством и закупкой», аутсорсингом, определяет политику выбора поставщиков, использования современного программного обеспечения с целью управления информационными потоками в организации.

## **11.2. Анализ целесообразности собственного производства или закупки изделий у поставщиков**

При принятии решения о выборе между собственным производством и изготовлением продукции на заказ руководству организации необходимо оценить множество факторов. В том числе необходимо учитывать:

- наличие собственных производственных мощностей, которые можно задействовать при производстве необходимых компонентов и комплектующих; уровень квалификации и компетенции работников;
- стоимость такого производства по сравнению со стоимостью производства у поставщиков;
- возможность осуществления закупок у другой организации с целью увеличения объема закупаемой продукции и снижения стоимости поставок;
- гарантию наличия необходимых комплектующих;
- возможность контролировать качество как ресурсов, так и конечной продукции;
- желание не разглашать состав компонентов конечных изделий;
- наличие возможности экономии на транзакционных издержках.

Приобретение продукции у третьих лиц дает возможность организации использовать собственные площади под другие нужды, сконцентрироваться на осуществлении основных видов деятельности, использовать компетентность поставщиков в собственном производстве.

Иногда организации могут заключать контракты на выполнение полного производственного цикла по выпуску готовых изделий.

Успешное функционирование организации в цепочке создания ценностей для потребителя требует наличия эффективных, оптимально скоординированных внутренних взаимоотношений подразделений для обеспечения полного спектра выполнения услуг и бесперебойного процесса производства. Разнообразие материальных потоков в организации связано с той сферой деятельности, которой оно занимается. Так, организациям розничной торговли нет необходимости вы-

полнять все действия по созданию ценностей для потребителя в процессе производства продукции, в то же время для них важно своевременно закупить товар и выставить его в торговый зал на соответствующие места, удобные покупателю. В функции других организаций входят закупка и доставка соответствующих материальных ресурсов до мест их дальнейшего использования и предоставления услуг.

Для выполнения полного спектра операций по управлению материальным потоком привлекаются многие подразделения организации.

Управление производством начинается с разработки планов, координирующих перемещение материальных ресурсов между этапами производственного процесса, а также контроль над ходом выполнения работ. Производственные планы различаются по типам производства. Так, в организациях с массовым производством продукции планы производственных потребностей учитывают имеющиеся объемы материальных запасов и объемы продаж продукции. В организациях, выполняющих работы на заказ, важным критерием при составлении планов являются сроки выполнения работ, установленные заказчиком, и данные об объеме производства, востребованном заказчиком. Графики же выполнения работ отражают потребности в материальных ресурсах и скорость их поступления в производство. Основное назначение производственных графиков — обеспечение организацией своевременного обслуживания потребителей с учетом равномерной загрузки производственных мощностей и распределения работ между производственными участками.

Обеспечение потока материальных ресурсов внутри организации связано с выполнением таких функций, как закупка, транспортировка, складская грузопереработка, управление запасами и т. п. Все эти операции планируются, осуществляются, регулируются, контролируются соответствующими службами в крупных организациях или специалистами в малых и средних организационных формах хозяйствования.

Снабженческая деятельность любой организации осуществляет две основные функции:

- внутреннюю — установление взаимоотношений с подразделениями внутри организации;
- внешнюю — установление отношений с поставщиками, снабженческо-сбытовыми организациями, государственными органами и т. д.

На закупочную деятельность организации оказывает влияние ряд факторов: профиль производства, объем выпуска продукции, стратегические цели развития организации и т. д. Профиль производства определяет состав, объем и ритм потребления материальных ресурсов. В результате закупочные процессы становятся неоднородными, что усложняет грамотное управление ими.

Операции по закупкам внутри организации должны включать: количественную и качественную приемку материальных ресурсов на склады, складирование, хранение, транспортировку к местам производства, подготовку к обработке, отгрузку, ремонт, отгрузку тары и т. п.

Своевременности выполнения перечисленных, а также иных специфических операций в организации способствует наличие материально-технической базы,

представляющей собой склады, специальное погрузочно-разгрузочное и иное специализированное оборудование.

Управление внутренней цепочкой снабжения в организации осуществляется по этапам: анализ рынка, планирование, организация, учет, контроль. Распределение работ между специализированными подразделениями внутри организации происходит путем разделения всего процесса, осуществляемого в рамках цепочки снабжения, на отдельные стадии с дальнейшей интеграцией с другими управленческими процессами. Организационная структура управления цепочкой снабжения в крупной организации представлена на рис. 11.2.

Как уже было сказано выше, налаженной работе цепочки снабжения способствует функционирующая система координации действий между различными подразделениями внутри организации. Координация отдела снабжения осуществляется через бюро планирования, которое постоянно связано с планово-экономическим отделом всей организации. Через службу заместителя генерального директора по маркетингу в планово-экономический отдел должны своевременно поступать контрольные цифры о конъюнктуре рынка, его тенденциях, ценах на продукцию и другая информация. Посредством установления таких отношений в отдел снабжения своевременно поступает информация о потребностях производства в материальных ресурсах, на основании которой составляется план закупок. В нем учитываются такие параметры как номенклатура материальных ресурсов, необходимых для производства, ее объем, время поставок, имеющиеся складские помещения, издержки, которые организация может понести, и др.

Ответственность за поддержание отношений с поставщиками материальных ресурсов несет *отдел снабжения*. От эффективности его работы зависят параме-



Рис. 11.2. Возможная схема структуры цепочки снабжения

тры конечной продукции, включая ее качество, стоимость, потребительские характеристики.

В обязанности *отдела снабжения* входят:

- подбор поставщиков и грамотное перераспределение издержек организации;
- поиск, оценка и освоение новых источников материальных ресурсов для удовлетворения производственных потребностей;
- выработка и проведение совместной политики с поставщиками в области качества производимой продукции, своевременности доставки, условий оплаты, обмена и т. п.;
- поиск новых материалов и источников их поставок, оценка возможностей долгосрочного сотрудничества с поставщиками;
- определение оптимальной цены для закупаемых товаров исходя из оценки закупаемых материальных ресурсов, с учетом их эксплуатационных характеристик, предполагаемого жизненного цикла, затрат на обслуживание;
- инициирование программ сокращения затрат, активное участие в них, проведение функционально-стоимостного анализа, участие в долгосрочном планировании;
- отслеживание наличия необходимых исходных ресурсов для обеспечения бесперебойности производственного процесса;
- обеспечение эффективности взаимодействия различных подразделений внутри организации и ее поставщиков;
- информирование руководства организации о затратах на обеспечение закупочной деятельности организации, об изменениях рыночных условий, которые могут повлиять на размер прибылей организации и потенциал ее экономического роста.

После заключения договоров с поставщиками большая часть контактов с ними может осуществляться уже специалистами из соответствующих производственных отделов.

Вне зависимости от отрасли к которой относится организация, транспортные издержки, затраты времени на доставку продукции от поставщиков имеют большое значение. Поэтому их принимают во внимание прежде всего при выборе месторасположения производственных мощностей организации. Однако они также подлежат постоянному контролю и корректировке со стороны соответствующих служб организации. В их обязанности входят:

- выбор способа перевозок (собственным транспортом, специализированной организацией и т. п.);
- определение правил транспортировки готовых изделий;
- определение маршрутов перевозки изделий и т. п.

В обязанности *отдела комплектации* входят разгрузка и распаковка партий товаров; проверка соответствия полученных грузов заявленным в документах; отслеживание помещения грузов в соответствующие ячейки складских помещений.

Представитель *отдела комплектации* проверяет полученные товары на соответствие требуемому уровню спецификаций. Современные организации вместо расширения собственного персонала, занимающегося определением уровня качества производимых поставщиками изделий уже после доставки изделий в организацию, проводят сертификацию поставщиков. Так, в компании *Cisco* создана целая программа по сертификации поставщиков. Сертификация не только упрощает отношения с поставщиками по качеству, оплате доставляемой продукции и по самой доставке, но также сокращает и ряд других издержек организации.

В обязанности *складского отдела* входят:

- создание структуры размещения запасов;
- размещение запасов, способствующее минимизации затрат на выполнение внутренних и внешних заказов;
- определение и учет номенклатуры хранящейся на складе продукции;
- проведение инвентаризации товарных позиций;
- складирование и хранение продукции в целях выравнивания: по времени — для сглаживания колебаний спроса, по количеству — для обеспечения сокращения затрат производства, по ассортименту — в случае наличия широкой номенклатуры продукции, с разным интервалом использования;
- своевременная обработка документации, поступающей вместе с товарами;
- определение целей создания и поддержания запасов;
- участие в составлении маршрутно-технологических карт перемещения грузов;
- выполнение операций по обеспечению безопасности хранения товаров.

Любая утраченная продукция на складе имеет свою стоимость, и поэтому весьма важной является постоянная работа со служащими склада с целью разъяснения им значимости их работы в цепочке создания ценности всей организации. На практике стоимость утраченной на складе продукции можно рассчитать по следующей формуле:

$$\frac{\text{Стоимость утраченной продукции}}{\text{Прибыль от уплаты налогов}} = \left( \frac{\text{Выручка от продаж, необходимая для возмещения стоимости утраченной продукции}}{\text{стоимости утраченной продукции}} \right). \quad (11.1)$$

Стоимость утраченной продукции складывается из стоимости всех приобретенных организацией товаров, которые не могут быть проданы потребителем или использованы в собственном производстве, включая: утерянные и украденные товары, сломанную и поврежденную продукцию, изношенные изделия, остатки, размеры которых не позволяют продать или использовать их. При этом ущерб за утрату продукции необходимо покрывать из выручки организации, а он включает в себя оплату дополнительной поставки, трудозатраты на поиск товара внутри склада, а также разочарование потребителей, ожидающих обещанный товар, отсутствующий на складе [7, с. 21].

Использование маршрутно-технологических карт в погрузочно-разгрузочных операциях способствует своевременной доставке материальных ресурсов на соот-

ветствующие производственные участки. Так, в случаях использования массово-поточного конвейерного производства материалы и комплектующие транспортируются к соответствующим участкам, а готовая продукция — к местам хранения или отгрузки.

От эффективности выполнения этих операций зависят скорость перемещения материального потока в организации, оперативность реакции цепочки снабжения на изменения спроса.

Наличие материальных запасов по существу останавливает материальный поток в организации, однако в некоторых случаях это является оправданным: при неравномерных колебаниях спроса конечных потребителей на производимую организацией продукцию запасы позволяют быстро увеличивать производственные мощности, сокращается зависимость от поставщиков.

Значительные запасы вызывают формирование дополнительных издержек, увеличивают период перемещения материального потока между производственными участками.

В современных организациях весьма распространена следующая практика: фокусирование собственных возможностей на основных направлениях производства и передача части неосновных компонентов продукции на другие производства. Такая система передачи части своих непрофильных функций подрядчикам носит название **аутсорсинга**. Примером этого являются организации по выпуску автомобилей, которые закупают зеркала, лобовые стекла, приборные панели и даже воздушные фильтры для двигателей у специализирующихся на этом производстве организаций небольшого размера.

Причины использования аутсорсинга в порядке убывания важности:

- сокращение объема собственных производственных затрат; при этом анализ должен проводиться по релевантным затратам, с использованием концепции устранимых затрат, т. е. затрат, которые минимизируются или сокращаются в случае прекращения производства, — это прямые затраты труда, затраты на управление производством, вспомогательные затраты на единицу продукции, ее поддержку, затраты на обслуживание производственных мощностей и т. п. [1];
- выгодное использование технической компетенции поставщиков;
- возможность удовлетворения спроса в случае его непредвиденного увеличения;
- возможность обойтись без крупных капиталовложений в обновление и расширение основных фондов;
- сокращение времени выведения продукции на рынок.

Формированию современного аутсорсинга способствует развитие промышленности, а также транспортных и телекоммуникационных технологий в странах, расположенных в разных регионах.

Способствуют расширению перспектив использования организациями новых источников поставок и международные соглашения. Примером тому является **NAFTA (North American Free Trade Agreement) — Североамериканское соглашение о свободной торговле**, а также Европейский союз.

## 11.3. Особенности работы с поставщиками

### Выбор поставщика

Важным моментом деятельности любой фирмы является выбор поставщика, поскольку от организации работы с ним зависит скорость прохождения материального потока через цепочку создания ценности к потребителю. При этом соблюдаются принципы равномерности, оптимальности, скоординированности передвижения продукции по цепочке.

Практика последних лет показывает, что организации все больше склоняются к формированию взаимовыгодных долгосрочных партнерских отношений с поставщиками, проявляющихся в обмене информацией и тщательной координации действий. При этом существует ряд ограничений. Организации не могут формировать стратегические альянсы со всеми поставщиками изделий, поэтому чаще всего они создаются с поставщиками, имеющими большую долю в объеме закупок, либо с теми, уровень компетентности которых может стать условием повышения собственной конкурентоспособности. Рассмотрим преимущества, возникающие при формировании стратегических альянсов между поставщиком и заказчиком:

- скоординированное обслуживание потребителей благодаря выверенным условиям долгосрочных договоров и своевременности обмена информацией;
- повышение качества производимой продукции благодаря внедрению TQM (*total quality management* — всеобщее управление качеством) во всех звеньях цепочки ценностей;
- получение заказчиком стабильного источника требуемой продукции;
- сокращение объема материальных запасов на складах;
- усовершенствование процесса разработки новой продукции благодаря привлечению опытных поставщиков;
- повышение гибкости организации;
- улучшение скорости реагирования на изменение внешних условий;
- сокращение текущих и административных расходов.

Аспекты деловых взаимоотношений поставщиков с заказчиком с течением времени, как правило, трансформируются в сторону формирования более тесного сотрудничества и координации канала снабжения (табл. 11.1). При этом типы деловых взаимоотношений могут быть самые различные, вплоть до VMI-систем, в которых поставщик отвечает за своевременность пополнения запасов у клиентов. Примером таких взаимоотношений могут служить отношения *Procter and Gamble* и сети *Wal-Mart*. *Procter and Gamble* направляет по несколько своих служащих в офисы сетей магазинов *Wal-Mart*, где они отслеживают уровень запасов на складах, а также своевременность распространения товаров из центра в розничные магазины.

В основу выбора поставщика должен быть положен анализ множества факторов, поскольку от грамотного выбора зависит успешное функционирование организации в долгосрочной перспективе. Решение во многом основывается на соответствии поставщика критериям качества производимых изделий, возмож-

ных объемов поставки, условий доставки, цены, послепродажного обслуживания и географического месторасположения.

**Таблица 11.1.** Трансформация отношений заказчик—поставщик в цепочке создания ценностей

Аспект взаимоотношений	Контракт на поставку	Сотрудничество
Характер сотрудничества между сторонами	Конкуренция	Стратегические партнеры (в том числе альянсы)
Особенности отношений	Поиск поставщика, готового снизить цену на продукцию для поддержания длительных контрактных отношений	Поставщик участвует в прибыли
Период сотрудничества	Одноразовый — среднесрочный, тактического характера	Долгосрочный, стратегического характера
Характер закупочной деятельности	Односторонний — поставщик получает точное описание параметров необходимой продукции	Двусторонний, поставщик принимает участие в решении деловых вопросов заказчика
Обмен информацией	Минимизация информации	Широкий диапазон, позволяющий всесторонне удовлетворить потребности заказчика
Способ решения проблем поставщика	Самостоятельно	Помощь со стороны заказчика, облегчая решение собственных вопросов
Влияние взаимоотношений на поставщика	Периодические заказы	Долговременное сотрудничество: равномерная загрузка производственных мощностей, более стабильный доход
Особенности совершенствования собственной работы	Неопределенность в будущих заказах снижает привлекательность в инвестициях в модернизацию оборудования, обучение персонала	Постоянные заказы стимулируют поставщика к улучшению конкурентных преимуществ
Критерии отбора поставщиков	Цена	Качество
	Качество	Доставка
	Доставка	Цена

Практически при выборе поставщика чаще всего определяются в двух основных направлениях:

1. Самым распространенным является выбор между уже имеющимися проверенными поставщиками, с которыми установлены деловые контакты.
2. Поиск нового поставщика путем анализа рынка вне зависимости от того, работает уже с ним фирма или только собирается на него выйти.

Выбор поставщика — весьма трудоемкая процедура, как правило, состоящая из следующих этапов: сбор информации, анализ информации на основе критериев выбора, принятие решения о выборе.

При сборе информации осуществляется анализ количественных и качественных показателей работы поставщика. К качественным показателям относят: ка-

чество поставляемой продукции или сырья, имидж организации, согласованность целей и стратегических программ развития, отсутствие негативных отзывов со стороны партнеров, доброжелательность персонала, способность идти на контакт, наличие пред- и послепродажного сервиса, технологию возврата и обмена некондиционных продуктов и т. п. К количественным показателям относят: стоимость продукции, время выполнения заказа, производительность.

Анализ собранной информации о деятельности поставщиков проводят с использованием ряда методов, среди которых выделяют: затратно-коэффициентный [5, с. 38–40]; метод доминирующих характеристик; категорий предпочтений; рейтинговой оценки факторов и др.

Согласно затратно-коэффициентному методу, исследуемый процесс снабжения подразделяют на несколько возможных вариантов по поставщикам, для каждого из которых рассчитывают расходы и доходы с учетом потенциальных рисков. По критерию прибыльности выбирают наиболее выгодный вариант. По существу, метод позволяет определить «стоимость» выбора поставщика, но из-за необходимости оценки большого объема информации является весьма трудоемким.

Метод доминирующих характеристик представляет собой всесторонний анализ какого-то одного параметра (цена, качество, график поставки продукции и т. п.). Этот метод не учитывает других критериев.

Для использования метода категорий предпочтений требуется наличие обширной информации из самых разнообразных источников (внутренних и внешних), позволяющей рассматривать факторы как равнозначные. Весьма важной является и неформальная оценка поставщика собственными сотрудниками организации [4, с. 269], поскольку последние связаны напрямую с его деятельностью и могут дать более полную характеристику, с позиции особенностей работы с организацией.

Рейтинговая оценка факторов начинается с отбора критериев выбора поставщика, которым впоследствии экспертным путем (специалистами организации или специально приглашенными экспертами) дается оценка. Итоговое значение рейтинга определяется путем суммирования произведений значений критерия на его экспертную оценку по каждому поставщику. Сравнивая полученные значения по поставщикам, определяют лучшего партнера.

### **Эффекты от работы с поставщиками**

Чем теснее рабочие связи организации с поставщиками, тем больше вероятность полного удовлетворения нужд конечных потребителей и как результат — укрепление конкурентоспособности всей цепочки создания ценностей. Иногда руководители отдельных организаций сосредоточивают свое внимание лишь на сокращении и фиксировании внутренних затрат при одновременном обеспечении высокого уровня обслуживания своих клиентов, не обращая внимание на уровень затрат поставщиков, шантажируя последних высоким уровнем конкуренции на рынке. Однако такая политика приводит лишь к увеличению уровня затрат у поставщиков. А поскольку все элементы цепочки создания ценностей взаимосвязаны, это может отрицательно сказаться на конечном потребителе.

Рассмотрим пример, как из-за отсутствия информации об особенностях формирования спроса на продукцию организации может увеличиться уровень затрат у поставщика. Предположим, существует некоторый единый поставщик товаров

для трех разных организаций розничной торговли, в которых сформировался равномерный спрос на продукцию — 100 ед. товара в неделю. Руководство поставщика определяет порядок закупки и хранения объема товаров исходя из прогноза уровня спроса, составленного на основании предыдущих периодов методом экстраполяции. При наличии полной информации об уровне продаж в торговых организациях во всех звеньях цепочки снабжении можно было бы организовать систему поставок, способную обеспечить продвижение 300 ед. товара в неделю. Допустим ситуацию, в условиях которой поставщика не информируют о происходящих изменениях в организации розничной торговли, а оформление повторных заказов на поставку товаров осуществляется с разной частотой. Предположим, что:

- первая организация — раз в неделю подает повторный заказ на поставку партий товаров в размере недельного объема сбыта;
- вторая организация — раз в две недели;
- третья организация — раз в три недели.

С учетом данных ограничений уровень спроса на продукцию поставщика будет выглядеть следующим образом (табл. 11.2).

**Таблица 11.2.** Уровень спроса на продукцию, сформированный у поставщика

Розничная организация	Неделя											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Первая	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Вторая	200		200		200		200		200		200	
Третья	300			300			300			300		
Итого	600	100	300	400	300	100	600	100	300	400	300	100

Анализ данных табл. 11.2 показывает, что при заданных условиях спрос на продукцию поставщика будет носить неравномерный характер — от минимального заказа в 100 ед. товара до максимального в 600 ед. товара. Сложившееся положение может подтолкнуть руководство поставщика к формированию дополнительного объема страховых запасов, предназначенного для удовлетворения непредвиденных потребностей организаций розничной торговли. Это приведет к увеличению уровня затрат на хранение товаров у поставщика, которые в дальнейшем должны быть компенсированы либо за счет его собственных резервов, либо за счет организаций розничной торговли, т. е. их клиентов. При наличии же у поставщика заблаговременной информации он может организовать иные системы поставок, что повысит эффективность всей цепочки снабжения, а следовательно, и ее конкурентоспособность.

Однако рассмотренный пример не единственная возможность формирования избыточного уровня затрат в цепочке создания ценностей. В реальности чем больше колебания спроса на продукцию у конечного потребителя, тем выше колебания у поставщиков в начале цепочки создания ценностей. Такие изменения называют «эффектом искаженного повышения спроса», или «эффектом испорченного телефона».

Предположим, цепочка создания ценностей для потребителя состоит из трех организаций: производителя продукции, оптового покупателя, организации розничной торговли. Средний уровень спроса на продукцию — 100 ед. товара в неделю, сезонные колебания спроса от 80 до 120 ед. товара в неделю. Каждая организация формирует резервный запас товара в объеме недельного уровня спроса. Тогда при уровне спроса в 80 ед. товара в каждом звене будет сформирован резервный запас из такого же количества товара. При увеличении уровня спроса до 90 ед. в неделю произойдут следующие изменения по всей цепи создания ценности для потребителя:

- организация розничной торговли увеличит объем заказа до 100 ед. товара (90 ед. — в реализацию и 10 ед. — на пополнение резервного запаса);
- оптовый покупатель увеличит заказ до 120 ед. товара (100 ед. для отправки организации розничной торговли, 20 ед. — на пополнение резервного запаса);
- производитель же продукции будет вынужден увеличить объемы производства до 160 ед. товара (120 ед. товара — для отправки оптовому покупателю и 40 ед. — на пополнение резервного запаса).

Такое положение будет сохраняться во всех звеньях цепочки создания ценности на протяжении периода повышения спроса на продукцию. Для большей наглядности построим график, отображающий изменения в формировании заказов в каждом звене цепочки создания ценностей в течение 15 недель, при колебании спроса на товары фирмы с 80 ед. в неделю до 90, 100, 110 и 120 ед., с дальнейшим падением спроса до первичного уровня (рис. 11.3).

Графическое изображение эффекта наглядно показывает процесс искажения информации о количестве необходимого товара от производителя, если тот

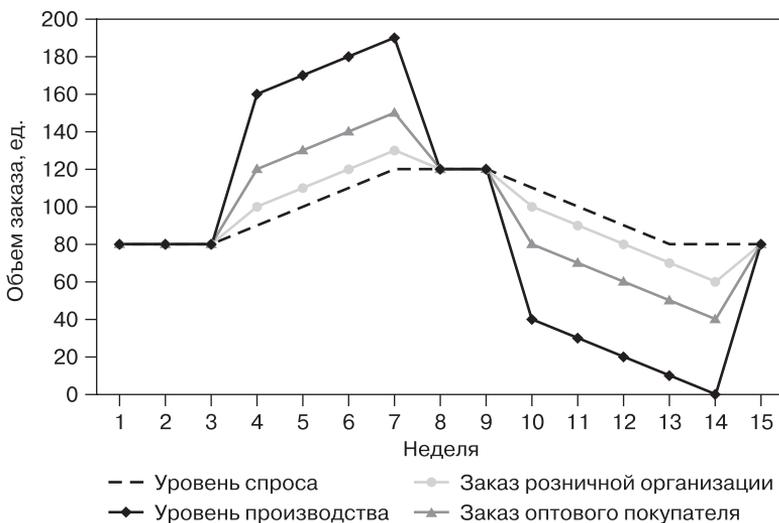


Рис. 11.3. Зависимость колебаний уровня заказов от уровня спроса на товар

определяет объем производства исходя из спроса на продукцию исключительно со стороны своего заказчика. Как видно из графика, в случае падения спроса на продукцию наибольшему воздействию подвергается ее производитель. При плавном снижении спроса до уровня в 80 ед. товара в неделю каждое звено цепочки создания ценностей заказывает товары в количестве ниже уровня спроса, пытаясь сбыть избыток имеющихся запасов в организации. В результате организация, находящаяся в начале цепи поставок (в нашем примере производитель), страдает от колебания спроса при такой системе больше всего, вплоть до того, что вынуждена остановить производство, чтобы реализовать имеющиеся запасы. Во избежание такой ситуации в организациях применяют различные методы выравнивания уровня спроса.

Усиление эффекта искаженного повышения спроса происходит в случаях, когда:

- выполнение заказов поставщиками затягивается на длительный период; тогда каждое звено цепочки создания ценностей использует политику хранения страховых запасов в объеме спроса на продукцию за несколько недель;
- цепочка создания ценности состоит из большего количества промежуточных звеньев, тогда у производителя колебания спроса еще сильнее выражены.

Таким образом, усиление эффекта искаженного повышения спроса для производителя выражается в следующем:

- может сформироваться избыточный и неадекватный объем материальных запасов;
- может возникнуть потребность в постоянном пересмотре планов загрузки производственных мощностей (в том числе в сверхурочных работах, отсрочке выполнения заказов или, наоборот, во временном сокращении загрузки мощностей до минимума);
- затраты на компенсирование неравномерности производства будут передаваться по цепочке создания ценности к потребителю в виде повышения цены на товар.

Как мы видим, рассмотренные выше ситуации не способствуют ни привлечению потребителей, ни их лояльности, ни удовлетворенности, ни повышению уровня обслуживания клиентов. Поэтому сложно будет говорить об укреплении конкурентоспособности организации, которая фактически может начать терять клиентов, поскольку те будут искать розничные магазины, в которых налажены более экономичные системы создания ценностей для потребителей, способствующие предложению товаров по более низким ценам. Выходом из сложившейся ситуации может стать организация скоординированной работы всех звеньев цепочки создания ценностей, по которой товары будут равномерно перемещаться от источника к конечному потребителю, с минимальным уровнем затрат.

### **Совершенствование работы цепочек создания ценностей для потребителя**

Совершенствование работы цепочек создания ценностей для потребителя может осуществляться с использованием ряда способов. В их числе: минимизация длины цепочки снабжения и применение «виртуальной интеграции»; сокращение време-

ни обработки заказов, транспортировки грузов и пополнения запасов; обеспечение частоты поставок небольших партий товаров, упрощение продукта и т. п.

Современный рынок требует быстрой доставки продукции в адрес потребителя. Одним из способов достижения этого является *сокращение длины цепочки снабжения*. Например, в компании *Dell Computer* используется такой способ. Сборка изделий в компании начинается только после получения заказов и готовая продукция незамедлительно отправляется конечному потребителю. Это достигается благодаря установлению надежных отношений с поставщиками, которые немедленно поставляют необходимые комплектующие (в среднем в течение 15 минут), а также наличию гибкой производственной системы самой организации, способной быстро реагировать на запросы потребителей. При этом счет *Dell Computer* выставляется только после того, как требуемые изделия отправляются со склада поставщиков.

Наличие единого согласованного плана и возможности свободно обмениваться информацией позволяет цепочке создания ценностей функционировать как оптимально *интегрированной сети*. Тесные контакты между звеньями цепи расширяют информационные каналы и позволяют планировать согласованные действия по продвижению продукции. Повышению эффективности всей цепочки создания ценностей способствует координация планов организаций на этапе их составления. Поскольку скорость прохождения материальных потоков через цепочку создания ценности для потребителя определяется ее самым слабым участком, то именно он и определяет ее эффективность в целом. Поэтому согласование планов различных звеньев всей цепи начинается с самого слабого звена, с расчетом на повышение эффективности его функционирования.

Задача организации цепочки снабжения — *обеспечение скорости материального потока*, способной осуществлять доставку продукции потребителю в соответствующие контрактным отношениям сроки.

Скорость доставки определяется типом товаров, месторасположением организаций отправителя и получателя и другими факторами, специфичными для сфер бизнеса. Практика показывает, что требования покупателей к поставкам мелкогабаритных товаров и одежды более высоки, чем к поставкам крупногабаритной техники (например, автомобилей).

При создании современных цепочек ценностей для потребителя производители все чаще в работе с розничными магазинами поддерживают схемы «быстрого реагирования» («*quick response*» — *QR*). В ее отсутствие магазины должны были бы хранить большие объемы товаров на складе, чтобы постоянно предлагать товары всех номенклатурных позиций. Теперь же в организациях с использованием компьютерных технологий еще во время изготовления изделий в производстве прикрепляются ярлыки с **SKU-кодами, которые позволяют идентифицировать товары**. Сканирование кодов во время продажи позволяет в автоматическом режиме собирать информацию о продажах, которая передается в автоматиком. Поставщик, согласно полученной информации, отгружает товар, сопровождая партию SKU-кодом, прикрепленным на коробке. При получении в магазине **SKU сканируются**, а компьютерные программы автоматически обновляют данные о запасах товаров, имеющихся на складах магазинов, с учетом вновь поступивших; при этом от получателя информации в автоматическом режиме приходит подтверждение,

что очень важно для работы с заказчиками. Такая система носит название EDI (*electronic data interchange*) — электронный обмен данными [6, с. 301].

Технологии EDI появились в 1970-х гг. как альтернатива дорогостоящей бумажной корреспонденции между постоянными деловыми партнерами. Для передачи данных EDI используются частные сети, и хотя этот способ более дорогой по сравнению с Интернет он считается более надежным. Внедрение EDI сопровождалось установкой программного обеспечения во всех звеньях цепочки создания ценностей для потребителя. В результате организации отказываются от затратного обновления программного обеспечения на более современное, поскольку и имеющееся справляется с поставленной задачей. Автоматическая работа EDI (информация вручную вводится только при первичном ее запуске) позволяет добиться следующих преимуществ: снижение вероятности ошибок при оформлении заказов; снижение издержек на пересылку почтой (курьером) бумажных ордеров-заказов на поставку партий изделий между партнерами; минимизация канцелярской работы, в том числе расходов на бумагу [6, с. 304].

Широкое использование современных EDI происходит за счет использования технологий VAN (*Value-Added Network* — сеть с дополнительными функциями и/или услугами). При этом требуются дополнительные финансовые инвестиции на обновление соответствующего программного обеспечения и обслуживание в специализированных сетях. По существу, этот симбиоз представляется собой Интернет EDI (**новые виды информационных промышленных систем B2B**) — когда возникает возможность двусторонних коммуникаций между поставщиками и заказчиками. Экономии можно достичь подключением небольших по размеру организаций-поставщиков непосредственно к серверам крупных заказчиков через протоколы Интернета (PPTP, L@F и L2TP). Специальный маршрутизатор отсекает все «лишние» протоколы и позволяет подсоединиться к информации, необходимой для работы конкретного поставщика. Основным недостатком системы является стандартизация правил ввода информации в нее (особенностей синтаксиса, форматирования данных), единых для всех пользователей Сети. Но в реальности существует множество вариантов EDI, которые далеко не всегда согласуются друг с другом напрямую. Для выхода из сложившейся ситуации еще в начале использования EDI многие организации пришли к выводу о необходимости применения единых стандартов Американского национального института (*American national standard institute* — ANSI) — ACS X12.

Следующим поколением еще более дешевых средств связи между звеньями цепочки создания ценностей в использовании EDI через Интернет являются VPN (*virtual private network* — виртуальные частные сети). Преимуществами использования VAN являются: **эффективный и более дешевый способ передачи информации**; меньшее количество проблем с соблюдением стандартов; более безопасный способ передачи информации благодаря использованию протокола туннелирования; обеспечение уровня взаимодействия заказчиков и поставщиков, выходящего за рамки EDI. **Основным недостатком VAN является необходимость использования единой платформы для принимающей и передающей сторон.**

Практика последних лет показывает, что и в дальнейшем будет наблюдаться все более широкое использование Интернета при формировании цепочек ценностей для потребителей. Благодаря современным средствам связи величина транз-

акционных издержек на промышленных рынках (B2B) постоянно сокращается, количество участников растет, все больше производителей и покупателей могут вступать в непосредственные отношения, минуя посредников, отсутствие необходимости в перемещении материальных потоков до момента реализации продукции приводит к увеличению прибылей при минимальных предварительных инвестициях.

Для определения особенностей развития данного сектора рассмотрим классификацию типов промышленных рынков, предложенную Стивеном Капланом и Моханбиром Сохни (рис. 11.4).

Согласно классификации С. Каплана и М. Сохни, все закупки подразделяются на вводимые производственные и операционные ресурсы. Вводимые производственные ресурсы (*manufacturing inputs*) включают: сырье, исходные материалы и компоненты, включающиеся напрямую в соответствующие продукт или процесс. Они закупаются у отраслевых поставщиков с использованием механизмов интегрированной логистики и исполнения. Операционные вводимые ресурсы (*operating inputs*) включают: изделия для выполнения технического обслуживания, ремонта и эксплуатации (*maintenance, repair and operating – MRO*), офисные поставки, другие виды продукции. Изделия закупаются у горизонтально интегрированных поставщиков, обслуживающих все отрасли (*Staples, American Express*), а доставляются специальными службами (*FedEx, UPS*).

Способы выбора поставок продукции сводятся в матрице к систематическим или к разовым. Систематические поставки осуществляются на основе долгосрочных контрактов, заключенных с высококвалифицированными поставщиками, часто приводят к установлению более тесных контактов, чем просто на поставку товаров. Разовый способ поставок характерен для случаев удовлетворения покупателем конкретных случайных потребностей с минимальными затратами, при этом покупатель может и не знать поставщика продукции и услуг, а отношения редко переходят в долгосрочные.

		Концентраторы MRO	Концентраторы каталогов
Как компании закупают?	Систематическое использование источников	Ariba W. W. Grainger MRO.com BizBuyer.com	Chemdex Sciquest.com PlasticsNet.com
	Разовое использование источников	Менеджеры-производители	Биржи
		Employese Adauction.com CapacityWeb.com	e-Steel PaperExchange.com Altra Energy IMX Exchange
		Вводимые операционные ресурсы	Вводимые производственные ресурсы
Что компании закупают?			

Рис. 11.4. Матрица промышленных рынков с примерами (B2B)

Рассмотрим подробнее области матрицы.

Концентраторы каталогов (*catalog hubs*) — вертикальные рынки, систематически обеспечивающие источниками производственных ресурсов, создающие ценности за счет снижения транзакционных издержек. Создаются для специфичных отраслевых товаров и могут быть как симметричными, так и нет по своей природе. Из-за специфичности большинства продаваемых товаров они более тесно сотрудничают с логистикой дистрибьютеров для обеспечения надежности и безопасности выполнения заказов.

Биржи (*exchanges*) — вертикальные рынки, обеспечивающие разовое использование источников производственных ресурсов. Менеджеры по снабжению предпочитают эти сайты, поскольку они помогают сглаживать перепады в активности спроса и предложения, обеспечивая быстрые обменные операции по мере необходимости. Благодаря натуре разовых торгов на этих рынках поддерживаются отношения покупателей и продавцов, заканчивающиеся без оформления контрактов, часто без информации об участвующих сторонах.

Концентраторы MRO (*MRO hubs*) представляют собой горизонтальные рынки, систематически обеспечивающие источниками операционных ресурсов [1, с. 98]. Торговля осуществляется чаще всего дешевыми товарами, с высоким уровнем транзакционных издержек. Такие сайты обеспечивают ценность, уменьшая закупочную стоимость и увеличивая собственную эффективность. Благодаря универсальности товаров для их поставок могут использовать сторонние логистические системы, к примеру UPS.

Менеджеры ресурсов (*yield managers*) — горизонтальные рынки разового использования операционных ресурсов. Они создают мгновенные рынки для операционных ресурсов, таких как производственные мощности, рабочая сила, реклама. Позволяют организациям вступать во взаимоотношения и расширяться в текущих потребностях без необходимости добавления внеоборотных активов в отчет о прибылях и убытках, используя ресурсы прямого доступа в случае необходимости. Такие рынки являются доходными для отраслей народного хозяйства, характеризующихся высокими ценами и изменчивым спросом, например рынки электроэнергии и коммунальных услуг. Для них характерен высокий уровень внеоборотных активов низкой ликвидности, что делает затруднительным быстрое реагирование на изменения в спросе.

Приведенная классификация должна помочь в выборе типа услуг, доступных для прямой закупки. Но рассмотренные факторы далеко не единственные. Кроме этого, существует различие в процедуре «объединения» и «согласованности» мест для проведения торгов.

Места для проведения торгов различаются по типам торгов, ранжируясь от аукционов до «объединений» или «согласованных» действий. Эти термины позволяют определить особенности взаимоотношений мест проведения торгов и потребителей. «Объединение» сводит большое количество покупателей и продавцов, обеспечивая разовые покупки. Для этого типа заранее установленные цены являются нормой, места покупателей и продавцов — фиксированы. Эти рынки имеют наибольший успех в тех отраслях, где продукты специализированы, отраслевые продавцы фрагментированы, а стоимость заказов выше себестоимости то-

варов. AltraEnergy и PlasticsNet — примеры «объединенных» мест для проведения торгов.

«Согласованные» места дают возможность большому количеству покупателей и продавцов договариваться в режиме реального времени. Этот стиль также может применяться для прямых аукционов (*FreeMarkets*). «Согласование» чаще применяется на разовых рынках, потому что цены определяются в момент продажи, и обе стороны (покупатели и продавцы) с большей охотой готовы обмениваться ролями. Лучше всего техника «согласования» работает в отраслях с большой номенклатурой товаров и упрощенной логистикой (благодаря природе продаваемых товаров), уровень же спроса и цены при этом неустойчивы.

«Согласование» — более влиятельная модель бизнеса, чем «объединение», но ее механизм значительно более сложный для учета и определения [1, с. 102].

Отличия в особенностях общения участников зависят от мест торгов — являются ли те «нейтральными» или «несимметричными» (имеют определенные предпочтения).

«Нейтральными» называют места торгов, управляемые независимой организацией, не оказывающей предпочтения ни покупателям, ни продавцам, ни их рекламе или гонорарам от сделок. Существуют в дифференцированных отраслях на стороне как покупателя, так и продавца, обеспечивая безопасность обоим.

Места торгов с «прямым отклонением» проталкивают продавцов через цепочку поставок, сначала привлекая их, а затем сводя с покупателями. При «обратном отклонении» — места торгов более заинтересованы в покупателях, ищут продавцов необходимых продуктов, проталкивая товары через систему.

Практика последних лет показывает, что Интернет влияет на развитие бизнеса и его функционирование, поскольку сеть, по существу, уменьшает прибыльность тех промышленных организаций, которые не уделяют особого внимания своей операционной деятельности. В выигрыше будут те организации, которые рассматривают использование интернет-технологий как основу конкурентных преимуществ фирмы.

Конкурирующие организации в любой отрасли совершают множество самостоятельных, но связанных между собой действий по созданию ценностей, например операционную деятельность отделов продаж, выпуск компонентов изделий, доставку продукции. Все эти действия имеют отношение к деятельности поставщиков, потребителей, каналам распределения. Цепочка создания ценностей — основа для определения этих видов деятельности и анализа эффекта, который они оказывают как на издержки организации, так и на уровень ценности, получаемой покупателем.

Поскольку любая активность включает создание, производство и информационные коммуникации, информационные технологии распространяют свое влияние на всю цепочку ценностей. Особое преимущество Интернета заключается в возможности соединения деятельности разных субъектов рынка и в обмене данными, созданными в разных организациях в режиме реального времени между поставщиками, промежуточными звеньями цепочки и потребителями. Объединяя все это, интернет-технологии обеспечивают стандартизированную инфраструктуру, позволяющую пользователю интуитивно искать и просматривать информацию о доступности продукции, возможностях ее доставки, иметь двустороннюю

связь с производителями. При этом стоимость таких взаимоотношений постоянно снижается.

Существует множество современных программных продуктов, некоторые из которых позволяют по доступной стоимости осуществлять действия по обмену материальных ресурсов в режиме реального времени, в то время как другие повышают эффективность действий с этими ресурсами. Но Интернет по своей сути есть продолжение эволюции в информационной технологии, которая была заложена в прошлом. Технологические возможности, доступные теперь, извлекаются не из архитектуры Интернета, но из применения технологических преимуществ, таких как сканирование, целенаправленное программирование, связь данных, радиосвязь и т. д.

Для того чтобы понять, как эти ранние улучшения технологий оказывают воздействие на цепочку создания ценности, обратимся к вопросу об эволюции информационных технологий. Самые ранние информационные системы автоматизировали такие действия как упорядоченное поступление заказов и бухгалтерский учет. На следующей стадии были полностью автоматизированы и расширены функции в области управления человеческими ресурсами, операции по продаже и дизайну продукции. Третья стадия, которая была уже усилена развитием Интернета, включает интегрирование двусторонней деятельности, например соединение деятельности по продажам с процессом заказа продукции. Множество видов деятельности было интегрировано благодаря инструментам таких систем, как управление взаимоотношениями с клиентом (CRM), с поставщиками (SCM), **планированием ресурсов предприятий (ERP)**. Четвертая стадия позволяет интегрировать всю отраслевую цепочку создания ценности, включая всех поставщиков, каналы распределения и потребителей. Даже SCM и CRM начинают сливаться в непрерывную цепь, включая потребителей, каналы поставок, поставщиков (производство, снабжение и послепродажное обслуживание). Дальнейшие тенденции свидетельствуют о все большем интегрировании с технологиями улучшения продукции, что в результате ведет от стандартизированного массового производства к производству на заказ. На пятой стадии информационные технологии используются не столько для соединения различных видов деятельности, сколько для их оптимизации в режиме реального времени. Как результат решение вопросов об объемах производства основывается на автоматически получаемой информации о множестве факторов, включая возможности собственной производственной системы, наличие материальных ресурсов у всех поставщиков и т. д. Если ранние программные продукты данной стадии включают оптимизацию использования ресурсов, производства, логистики, предоставления услуг, то более поздние по существу представляют собой конструирование продукции по всей цепочке создания ценности (от потребителя до входящих в производство ресурсов и деятельности поставщиков) [10, с. 74].

Рынки все больше становятся «виртуальными», когда покупатели и поставщики проводят сделки в режиме реального времени. В таких условиях важно обеспечить многоуровневую поддержку бизнес-процессов, в том числе логистику, кредитование, финансирование и даже обеспечение качества потребительских услуг [9]. Эта идея и была положена в основу организации интернет-компаний нового типа, обеспечивающих услуги логистического планирования, кредитования потребите-

лей и других видов B2B. Во взаимосвязи с существующими сайтами они позволяют покупателю самостоятельно выбирать способы доставки или оплаты товаров, а также осуществлять множество других функций. Кроме того, весьма важным аспектом является предоставление услуг потребителям 24 часа в сутки, поскольку благодаря современным средствам связи потребитель может находиться в любой точке земного шара. Использование интегрированных сетей EDI позволяет облегчать обмен информацией между участниками цепей поставок. Уже существует ряд разработок, таких как стандарты XML (*eXtensible Markup Language*), RossettaNet, BizTalk, OAG и многие другие.

Анализ деятельности сторонних организаций, представляющих услуги по обслуживанию цепочек создания ценностей, позволяет сделать вывод о создании инновационных услуг, начиная от интегрирования имеющихся данных до внедрения систем обобщения данных различной функциональной принадлежности и управления документооборотом в организации. Рассмотрим некоторые из имеющихся предложений:

- GCommerce нацелена на автомобилестроение и реализацию автомобилей, обеспечивает обслуживание EDI и обмен документами между этими сетями потребителей;
- Hubspan предлагает управление взаимоотношениями B2B с защищенными системами передачи данных на основе SaaS между такими отраслями, как розничная продажа, высокие технологии, биотехнологии, медицина;
- Powerway — предлагает услуги для объединения звеньев цепочки создания ценностей в автомобильной промышленности;
- Elemica — позиционирует себя как сеть для химической промышленности;
- Exostar — предоставляет услуги для управления цепочкой поставок автоматизации и проведения сделок, разработана уникальная система безопасности, соответствующая требованиям правительства США и некоторых других государств. Разработки особо отмечают компанией *Microsoft*;
- Datalliance нацелена на поддержку отношений между партнерами, одной стороной которых являются оптовики с системой управления поставок клиенту (*vendor-managed inventory* — VMI — система, в которой поставщик отвечает за своевременность пополнения запасов у клиентов);
- SupplySpace — предлагает услуги по учету истории пациентов и контрафактной продукции для фармацевтической отрасли;
- SPS Commerce — предлагает интегрированные услуги для покупателей и продавцов на рынке B2B, в основном по синхронизации данных, а также иные специфические услуги;
- ecVision предлагают программное обеспечение по управлению жизненным циклом изделия (*product lifecycle management* — PLM), управление деятельностью поставщиков и прозрачностью цепей поставок;
- в области бизнес — покупателю (*business to consumer* — B2C) Edgenet комбинирует продукт, цепочку поставок, маркетинговые данные для обеспечения полного информирования конечных покупателей;

- iCongo — предлагает полный спектр услуг, от управления каталогами и до доставки товаров потребителю<sup>1</sup>.

Чем меньшим запасом складских товаров обладают организации, тем выше уровень гибкости всей цепочки создания ценностей для потребителя. Гибкость в данном случае подразумевает *оперативность реакции на изменения требований потребителей* к номенклатуре продукции. Обеспечению оперативности способствует уменьшение объема материальных запасов в организации и частота получения грузов. Для выполнения требований гибкости в цепочку создания ценностей может быть введен посредник, заказывающий товары нескольких наименований у нескольких производителей. Именно на его плечи ложится ответственность за управление материальными запасами товаров. При этом сокращение затрат на доставку возможно за счет формирования более крупной партии товаров для доставки заказчиком, находящимся в непосредственной близости друг к другу.

Еще одним способом сокращения затрат в цепочке создания ценностей является возможность использования поставщиком площадей заказчика для хранения собственной продукции. При этом заказчик оплачивает продукцию лишь с момента ее использования.

*Упрощение конструкции изделия* является зарокотом повышения конкурентоспособности организации. Понятие *упрощение конструкции* означает использование унифицированных деталей для сборки различных моделей изделий с одновременным сокращением количества компонентов в них. Упрощения конструкции готовых изделий можно добиться за счет установления отношений с поставщиками на более высоких уровнях цепочки создания ценностей, когда те поставляют укомплектованные сборочные узлы вместо отдельных деталей изделий.

Преимущества такого подхода очевидны:

- возможность сокращения объема запасов на складах организации;
- использование стандартных наборов инструментов при изготовлении различных номенклатурных позиций товаров;
- сокращение издержек на смену и настройку оборудования при переходе на производство новых серий товаров;
- снижение количества поставщиков;
- упрощение процесса координации действий между звеньями цепочки снабжения;
- снижение объема затрат на управление цепочкой создания ценностей для потребителя.

При наличии альтернативных модулей по сбору моделей готового продукта компоновку готовых изделий целесообразнее выполнять на более поздних этапах цепочки снабжения. Такой подход позволяет сократить затраты на хранение в звеньях цепочки снабжения готовых изделий множества конфигураций, поскольку в организациях хранятся лишь отдельные модули, занимающие меньше площадей. Гибкость цепочки снабжения обеспечивается за счет возможности поставки в адрес заказчика изделий разной конфигурации.

<sup>1</sup> [whitepapers.technologyevaluation.com/register.asp?wp=9347&moreWPs=](http://whitepapers.technologyevaluation.com/register.asp?wp=9347&moreWPs=)

## 11.4. Системы управления производственными запасами в организации

Управление операциями при планировании производственных запасов непосредственно зависит от типа спроса в них, которые принято разделять на зависимый и независимый.

Независимый спрос представляет собой потребность в изделиях, не связанных между собой. Спрос на большинство видов готовой продукции является независимым, он формируется под воздействием большого количества внешних факторов, а для его вычисления используются специальные методы.

Зависимый же спрос представляет собой потребность в связанных между собой изделиях. При этом потребность в изделиях более высокого уровня определяет потребность в изделиях более низкого уровня. Например, при производстве холодильников (потребность более высокого уровня) требуется четко определенное количество дверей к нему (потребность более низкого уровня) и других комплектующих. При этом количество готовой продукции определяется независимым спросом.

Задача управления производственными запасами сводится к определению их оптимального объема и времени заказа. При одинаковом уровне потребления служба снабжения постоянно решает вопрос о закупке: либо редко — большие партии, либо часто, но небольшие. В основе решения данного вопроса лежит всесторонний анализ прямых и косвенных производственных затрат с использованием систем управления производственными запасами.

Эффективность систем управления производственными запасами зависит от грамотного построения взаимосвязей ее структурных элементов (функций, методов, процессов, моделей, персонала, технических средств и т. п.). Именно с помощью систем управления производственными запасами разрабатываются графики их размещения, получения, осуществляется контроль за их пополнением.

Для оценки системы управления производственными запасами часто используют показатель эффективности производственного цикла (*manufacturing cycle efficiency — MCE*) [1, с. 362], который показывает, какая часть продолжительности цикла отводилась пребыванию в запасах. Он рассчитывается по формуле 11.2:

$$MCE = \frac{\text{Время хранения}}{\text{Время обработки} + \text{Время перемещения} + \text{Время хранения} + \text{Время проверки}}. \quad (11.2)$$

Уже из формулы 11.2 видно, что чем меньше период хранения полуфабрикатов между производственными операциями, тем выше эффективность производственного цикла.

Выделяют два вида систем пополнения запасов: проталкивания и вытягивания.

Система проталкивания заключается в централизованном контроле уровня запасов у производителя, с заранее запланированным количеством и временем отгрузки компонентов с учетом спроса на них в каждом следующем звене цепочки производства вплоть до конечной сборки изделия. При этом уровень издержек

ниже, но координация действий должна быть очень высокой. Данная концепция используется в управлении материальными запасами при независимом спросе.

Для управления материальными запасами при зависимом спросе применяются механизмы системы вытягивания, которые заключаются в получении запасов комплектующих на склады перед производственными линиями с основного склада при возникновении потребности в них независимо от запасов на других складах.

## Резюме

Множество современных организаций являются звеньями различных цепочек создания ценностей для потребителей, в рамках которых формируются их собственные цепочки снабжения. Все звенья цепочки получают продукцию, изготовляемую предыдущим звеном, и осуществляют ее дальнейшую переработку в рамках собственных производственных процессов. Первопричиной формирования спроса во всех звеньях являются запросы потребителей, от удовлетворения которых зависит возможность получения доходов. Поэтому от слаженной, тесной работы всех звеньев цепочки создания ценностей, направленной на эффективное обслуживание конечных потребителей, зависит прибыльность всех организаций, входящих в нее.

При формировании цепочки снабжения руководители организаций решают ряд важных производственных вопросов, среди которых: выбор между собственным производством и передачей части функции по аутсорсингу, увеличение скорости обслуживания потребителей, сокращение длины цепочки создания ценностей.

Современные транспортные и телекоммуникационные технологии позволяют организациям-поставщикам быть рассредоточенными территориально. Организации, входящие в цепочки создания ценностей, все сильнее стремятся к увеличению доли рынка в глобальном масштабе на неоднородных рынках. При этом возникают проблемы искажения информации о реальном уровне спроса на продукцию по звеньям цепочки создания ценностей, что может неоправданно изменить загрузки производственных мощностей отдельных организаций.

Тесное сотрудничество с поставщиками может минимизировать указанные проблемы цепочки создания ценностей для потребителей. Все больше организаций формирует долгосрочные отношения с поставщиками, выходящие за рамки договорных отношений, основанные на вовлечение их в процессы создания новых продуктов, содействию в решении вопросов повышения качества продукции, полном информировании о тенденциях изменения спроса на собственную продукцию фирмы и т. д. Все большее значение приобретают вопросы качества продукции поставщиков, скорость доставки продукции и надежность поставок.

Руководители современных организаций вынуждены одновременно решать вопросы совершенствования перемещений материального потока как между звеньями цепочки создания ценностей для потребителей, так и внутри организации (между ее подразделениями). Для улучшения структуры внутреннего материального потока в крупных организациях формируются специализированные службы, в организациях малого и среднего размера — нанимаются специалисты в соответствующих областях. При этом важным вопросом является координация их деятельности.

Использование современных программных продуктов позволяет организациям сокращать затраты времени и материальных средств на размещение заказов при пополнении запасов путем электронного обмена данными. Благодаря современным средствам связи сокращается длина цепочки снабжения, а также упрощается связь с потребителями, которые, используя Интернет, могут не только заказывать предлагаемые виды продукции, но и сами участвовать в ее производстве.

При управлении потоками материальных ресурсов в организации необходимо иметь четкое представление о ее производственных запасах, необходимых для бесперебойного функционирования. Формирование производственных запасов определяется потребностью в них и подразделяется на системы с независимым и зависимым спросом. Основной задачей управления производственными запасами является определение оптимального объема и времени заказа.

## Ключевые термины

Outsourcing – аутсорсинг

Quick response (QR) – системы быстрого реагирования

Value density – грузовая плотность (плотность заказов)

Just in time purchasing – закупки «точно в срок»

Logistics – логистика

Make or buy – производить или покупать

Strategic partnership – стратегическое партнерство

Materials management – управление материальными потоками

Supply chain – цепочка поставщиков, сеть поставщиков

Efficient consumer response (ECR) – эффективное реагирование на запросы потребителей

Stock-keeping Unit (SKU) – коды единиц учета запасов

Value-added networks (VAN) – вычислительная сеть с дополнительными функциями и услугами, специализированная сеть

Electronic data interchange (EDI) – электронный обмен данными

Virtual private network (VPN) – виртуальные частные сети

Manufacturing cycle efficiency (MCE) – эффективность производственного цикла

## Контрольные вопросы

1. Что такое цепочка снабжения?
2. Перечислите задачи управления цепочкой снабжения.
3. Определите цель управления цепочкой снабжения.
4. Какие факторы необходимо учитывать при выборе между собственным производством и передачей на субподряд?
5. Какие функции выполняет отдел снабжения (комплектации, склад)?
6. Назовите преимущества использования аутсорсинга.
7. Назовите качественные и количественные критерии отбора поставщиков.
8. Какие существуют методы выбора поставщиков?
9. Чем определяется эффект от совместной работы с поставщиками?
10. Перечислите основные направления совершенствования работы с поставщиками.

## Кейс-стади

### Цепочка снабжения *Cisco*<sup>1</sup>

К началу 2000-х гг. *Cisco* была известна как компания с самой разработанной цепочкой снабжения.

По окончании первого квартала 2001 г. члены совета директоров объявили о наличии запасов в размере \$2,2 млрд и необходимости сокращения 8500 работников. Шестого апреля 2001 г. стоимость акций компании упала до \$13,63 с \$82 за акцию (за 13 месяцев).

В понедельник 16 апреля 2001 г. самая большая в мире организация по производству сетевого оборудования шокировала своих инвесторов объявлением, что она собирается в ближайшее время сдать в металлолом избыток материально-производственных запасов на сумму в \$2,5 млрд. Это самое большое списание материально-производственных запасов, которое было зафиксировано в истории бизнеса США. В мае организация объявила об общих потерях в размере \$2,69 млрд в квартал, после чего стоимость акций упала предположительно на 6% в день.

Возникает вопрос, как этот образец совершенства в управлении цепочкой снабжения мог неправильно спрогнозировать спрос в \$2,5 млрд, что составляет практически половину собственных продаж в квартал?! Эксперты сразу стали порицать новое программное обеспечение организации, используемое при составлении прогнозов, аналитики стали обвинять исполнительную власть в трате сил исключительно на удовлетворение собственных нужд, но в большинстве своем и те и другие были неправы.

В действительности *Cisco* дошла до таких гор сборочных компонентов и полупроводников, в которых она не нуждалась, из-за соответствующего поведения партнеров в цепочке снабжения в течение предыдущих 18 месяцев.

Не обладая собственными производственными возможностями, организация передавала заказы по договорам подряда промышленным предприятиям. Подрядчики создавали запасы полуфабрикатов продуктов, поскольку спрос на продукцию компании *Cisco* обычно превышал предложение. Стимулом к формированию буферных запасов служило то, что *Cisco* выплачивала денежные премии за быструю доставку товаров. Множество подрядчиков также увеличивали рост товарооборота за счет покупки большего объема компонентов от собственных поставщиков по более низким ценам, чем были обсуждены с *Cisco*. Поскольку подрядчики и производители компонентов имели все для получения заработков и ничто не предвещало потерь из-за формирования сверхзапасов, они продолжали их формировать, не заботясь о реальных потребностях *Cisco*.

Когда же в первой половине 2000 г. спрос на продукцию компании снизился, она не могла быстро реорганизовать свои отношения с поставщиками. Более того, не совсем понятно, что в действительности *Cisco* запрашивала у своих поставщиков и что подрядчики производили в предвкушении заказов от *Cisco*. Множество подрядчиков занималось самообманом, косвенным образом подтверждаемым поведением *Cisco*, которая сможет закупить все, что бы те ни произвели. Поскольку *Cisco* не ставила условия ответственности и отчетности от своих подрядчиков и поставщиков компонентов, большое количество чрезмерных материальных запасов скопилось на ее складах. В результате, поскольку партнеры *Cisco* не действовали в интересах организации или всей цепи создания ценностей для потребителя, цепочка снабжения лопнула, как мыльный пузырь.

### Вопросы по кейсу

1. Какие звенья в цепочки создания ценностей компании *Cisco*?
2. В чем заключаются проблемы во взаимоотношениях с поставщиками?

<sup>1</sup> [www.cio.com/article/30413/What\\_Went\\_Wrong\\_at\\_Cisco\\_in\\_?page=1](http://www.cio.com/article/30413/What_Went_Wrong_at_Cisco_in_?page=1)

3. Можно ли было предугадать такие последствия?
4. Что нужно сделать, чтобы ситуация не повторилась в будущем?

### Иллюстративная задача

#### **Принятие решения о целесообразности собственного производства или аутсорсинга продукции<sup>1</sup>**

Некоторая организация выбирает между продолжением собственного производства компонентов А или заключения договора об аутсорсинге. В случае высвобождения производственных мощностей они могут быть использованы для производства компонента Б.

Объем производства компонента А составляет 15 тыс. шт. в год. При наличии гарантий заказа в течение трех лет поставщик предлагает обеспечить компонентами А стоимостью 33 у. е. за штуку.

Уровень затрат представлен в табл. 11.3.

**Таблица 11.3.** Затраты на производство 15 тыс. шт. компонентов в год, у. е.

Показатели	Собственное производство компонента А	Аутсорсинг компонента А	Аутсорсинг компонента А и собственное производство компонента Б
Основные производственные материалы	180 000		195 000
Труд основных рабочих	150 000		150 000
Переменные производственные накладные расходы (энергообеспечение оборудования, коммунальные услуги и т. п.)	15 000		15 000
Постоянные производственные накладные расходы	120 000	105 000	120 000
Непроизводственные накладные расходы	75 000	75 000	75 000
Закупка компонентов		450 000	450 000
Поступления от реализации компонента Б			525 000
Общие чистые затраты	540 000	630 000	480 000

В случае аутсорсинга основные работники, занятые на производстве компонента А, будут высвобождены, основные производственные материалы и переменные накладные расходы не будут включаться в стоимость продукции. Постоянные производственные накладные расходы сократятся на 15 тыс. у. е. в год, а непроизводственные — останутся прежними.

На высвободившихся производственных мощностях можно производить компонент Б в объеме 15 тыс. штук в год и по цене 35 у. е. за штуку. Высвободившиеся работники могут быть привлечены к производству компонента Б, все издержки, за исключением материалов (которые дороже при производстве компонента Б, чем А), сопоставимы.

*Задача:*

1. Что выбрать — собственное производство или аутсорсинг при условии невозможности использования мощностей в производстве иных компонентов, кроме А?
2. В условиях использования высвободившихся производственных площадей под производство компонента Б следует ли организации использовать аутсорсинг компонентов А или продолжать производить их самостоятельно?

<sup>1</sup> С использованием материалов [3, с. 309, 630–635].

*Решение:*

1. Казалось бы, при стоимости в 33 у. е. за штуку затраты на собственное производство (540 000 у. е./15 000 шт. в год = 36 у. е. за штуку) превышают затраты при заказе на стороне. Однако в действительности существуют затраты, которые организация несет вне зависимости от того, занимается она собственным производством или закупает продукцию на стороне. В результате анализ общих чистых затрат показывает, что для организации закупка на стороне обойдется дороже собственного производства на 90 тыс. у. е. в год (630 000 у. е. – 540 000 у. е. = 90 000 у. е.).
2. При сопоставимых уровнях издержек и даже при более дорогих материалах для выпуска компонентов Б (195 000 у. е.) по сравнению с компонентом А (180 000 у. е.) природные издержки на закупку компонентов А на стороне больше, чем затраты на собственное производство компонентов Б, на 50 тыс. у. е. (табл. 11.3, общие чистые затраты 630 000 у. е. – 480 000 у. е. = 50 000 у. е.).

**Таблица 11.4.** Затраты на собственное производство компонентов Б, у. е.

Показатели	Уровень затрат
Основные производственные материалы	195 000
Труд основных рабочих	150 000
Переменные производственные накладные расходы (энергообеспечение оборудования, коммунальные услуги и т. п.)	15 000
Постоянные производственные накладные расходы (см. табл. 11.3: 120 000 у. е. – 105 000 у. е.)	15 000
Непроизводственные накладные расходы	75 000
Общие чистые затраты	450 000

В результате анализа затрат на производство компонента Б видно, что они составляют 450 тыс. у. е., что на 90 тыс. у. е. экономичнее, чем заниматься собственным производством компонента А (540 000 у. е. – 450 000 у. е. = 90 000 у. е.). Кроме того, благодаря тому что в случае перехода на производство компонента Б организация будет нести производственные постоянные и накладные расходы, которые она понесла бы даже в случае отказа от компонента А, экономия на расходах составит 50 тыс. у. е. (630 000 у. е. – 480 000 у. е. = 50 000 у. е.).

В таких условиях рекомендуется передать производство компонентов А на аутсорсинг, а имеющиеся производственные мощности использовать под выпуск компонентов Б.

## **Задачи для самостоятельного решения**

### **Задача 1**

Организация занимается выпуском двух продуктов — А и Б. Цена реализации: продукта А — 15 у. е., продукта Б — 12 у. е. Объем производства: продукт А — 12 000 ед. в год, продукт Б — 14 000 ед. в год. В табл. 11.5 представлены сметные данные по ним.

*Задание:*

1. При условии, если оба продукта компания может закупить у внешнего поставщика, какой будет максимальная цена каждого из продуктов, которую готова будет заплатить компания вместо организации собственного производства?
2. Если организация будет выпускать только продукт А, какой объем реализации ей надо будет организовать, чтобы получить доход в размере 65 тыс. у. е. в год?
3. Проведите расчеты и представьте ваши рекомендации.

**Таблица 11.5.** Уровень затрат на производство продуктов А и Б, у. е. за шт.

Показатели	Продукт А	Продукт Б
Основные производственные материалы	3,00	3,50
Труд основных рабочих	2,00	1,50
Переменные производственные накладные расходы (энергообеспечение оборудования, коммунальные услуги и т. п.)	0,80	0,60
Постоянные производственные накладные расходы	1,70	1,50
Прибыль на единицу продукции	4,50	3,00

## Задача 2

Один из компонентов, выпускаемый организацией и являющийся составной частью другого изделия, имеет следующий уровень издержек (табл. 11.6). Существует возможность передачи производства компонента на аутсорсинг. Поставщик согласен на производство продукции при условии цены реализации компонента 70 у. е.

**Таблица 11.6.** Уровень издержек на производство компонента, у. е. за шт.

Показатели	Уровень затрат
Основные производственные материалы	16
Труд основных рабочих (3 ч по 8 у. е./ч)	24
Переменные производственные накладные расходы (энергообеспечение оборудования, коммунальные услуги и т. п.) (3 ч по 4 у. е./ч)	12
Постоянные производственные накладные расходы (3 ч по 9 у. е./ч)	27
Общие затраты	79

*Задание:*

1. На основе затратных критериев определите, в каком случае организации будет выгодно пользоваться услугами стороннего поставщика.
2. Какое решение должен принять руководитель организации в случае изменения законодательства в области применения компонента, требующего от организации проведения дополнительных контрольных испытаний компонента в размере 45 тыс. у. е. в год, не учтенных в первичной смете.
3. Проведите расчеты альтернативных вариантов действий и представьте ваши рекомендации.

## Литература

1. *Аткинсон Э. А., Банкер Р. Д., Каплан Р. С., Янг М. С.* Управленческий учет / Пер. с англ. 3-е изд. М.: Вильямс, 2007.
2. *Бауэрсокс Дж. Д., Клосс Д. Дж.* Логистика: интегрированная цепь поставок / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Олимп-Бизнес, 2005.
3. *Друри К.* Управленческий и производственный учет. Вводный курс: Учебник для студентов вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
4. *Линдерс М. Р., Фирон Х. Е.* Управление снабжением и запасами. Логистика / Пер. с англ. СПб.: Полигон, 1999.

5. Логистика: Учебник / Под ред. Б. А. Аникина. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ИНФРА-М, 2000.
6. Хэндфилд Р. Б., Николс Э. Л. мл. Реорганизация цепей поставок. Создание интегрированных систем формирования ценности / Пер. с англ. М.: Вильямс, 2003.
7. Шрайбфедер Дж. Эффективное управление запасами / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
8. Чейз Р., Эквилайн Н. Дж., Якобс Р. Производственный и операционный менеджмент. 8-е изд. М.: Вильямс, 2001.
9. *Banham R.* Servicing Global e-Commerce // *World Trade*. July 2000. P. 35–42.
10. *Porter M. E.* Strategy and the Internet // *Harvard Business Review*. March 2001. P. 63–78.
11. *Narayanan V. G., Ananth Raman* Aligning Incentives in Supply Chains // *Harvard Business Review*. November 2004. P. 94–103.
12. [whitepapers.technologyevaluation.com/register.asp?wp=9347&moreWPs=](http://whitepapers.technologyevaluation.com/register.asp?wp=9347&moreWPs=)

## ГЛАВА 12

### Управление материальными запасами при независимом спросе

Часто организации после окончания процесса производства осуществляют хранение готовой продукции на собственных складах. Достаточный объем этих запасов является надежным источником быстрой доставки продукции потребителям сразу после возникновения потребности в них. Эффективное управление запасами продукции при независимом спросе способствует предотвращению хранения избыточного количества товаров. В итоге минимизируются затраты на их хранение и повышается уровень обслуживания потребителей при разумных ценах на продукцию.

Выделяют две основные модели управления материальными запасами: однопериодную и многопериодную. Различия в применении данных моделей возникают из способа проведения закупок материальных ресурсов. При «случайной» закупке продукции, которая, скорее всего, повторно не будет приобретаться и использование которой должно быть осуществлено на протяжении определенного срока, применяют однопериодную модель. Для периодически закупаемой продукции, когда создается определенный уровень запас в соответствии с производственной необходимостью, используют многопериодную модель. Существуют две основные разновидности многопериодных моделей: 1) с фиксированным объемом заказа и 2) с фиксированным интервалом пополнения запасов.

В первом случае каждый раз при возникновении вопросов о пополнении запасов руководство организации определяет количество продукции, подлежащее либо закупке из внешних источников, либо производству на собственных площадях.

При использовании данной системы управления рассчитывается объем пополняемых запасов с учетом обеспечения минимума затрат через определение их характера. Такую методику называют экономичным размером заказа (*economic order quantity* — *EOQ*). Эффективная система управления материальными запасами позволяет устанавливать рациональный объем продукции, подлежащей заказу; определить момент необходимости пополнения запасов (т. е. уровень дозаказа, или точку дозаказа).

#### 12.1. Управление затратами на хранение материальных запасов

В понятие «затраты на содержание запасов» включаются расходы, связанные с получением, накоплением, хранением, выдачей и обработкой запасов. Для учета этих затрат применяют различные подходы: от отнесения издержек на накладные расходы до разнесения их по целевым затратам. Однако скрытые издержки могут возникнуть и при отсутствии запасов. Поэтому каждый раз при формировании материальных запасов необходимо учитывать варианты повышения стоимости от накопления запасов и причину их сокращения.

В ряде случаев отмечается увеличение затрат в связи с накоплением материальных запасов:

- Инвестируя определенный капитал в создание материальных запасов, организация несет как явные, так и скрытые издержки.
- При использовании складов (под готовую продукцию, исходные ресурсы или промежуточные изделия) возникают издержки на их содержание, а также на оборудование и технические средства, используемые для перемещения складских запасов.
- При накоплении материальных запасов возникает дополнительное налоговое обременение для организаций, а также увеличение страховых взносов.
- При хранении продукции на складах возникают дополнительные издержки на обеспечение качества запасов, а также на контроль над сохранением ими полезных свойств; при этом чем выше уровень запасов, тем больше рассматриваемые расходы.
- Чем длиннее технологический маршрут, по которому должны проходить изделия в производстве, тем выше требования к системе управления запасами по контролю и за их количеством, качеством, а также за координацией действий между различными службами организации с целью своевременной доставки запасов на следующий сборочный участок или их обновления.
- При очень большом уровне материальных запасов у организаций снижается скорость реагирования на изменение рыночных потребностей; в результате могут возникнуть как скрытые, так и явные издержки, непосредственно влияющие на конкурентный статус фирмы.
- Большой объем материальных запасов может привести к устареванию хранящейся продукции, которая в дальнейшем не может быть использована (например, истекает срок годности медикаментов, после чего их запрещено использовать) или из-за морального устаревания — продукция больше не представляет интерес для рынка.

Однако накопление материальных запасов может привести не только к увеличению затрат, но и к их сокращению:

- Когда организация вынуждена обращаться к поставщикам для оформления заказов на изготовление части продукции, она несет дополнительные расходы на поиск поставщика, установление контактов с ним, оценку его деятельности, доставку грузов, их распаковку, складирование и т. п. Конечно, современные деловые отношения позволяют ряд затрат перекладывать на поставщиков, однако в любом случае это увеличивает стоимость конечных изделий. Поэтому наличие материальных запасов, закупленных заранее крупной партией, может привести к сокращению всех перечисленных затрат, а также экономии на стоимости закупаемых изделий.
- Каждый раз, перестраиваясь на выпуск новых видов товаров, организация несет расходы на пусконаладочные работы, однако сами эти работы увеличивают накладные издержки, поскольку в период их проведения оборудование фактически простаивает. Кроме того, возникают затраты на оплату труда,

материалы, которые будут израсходованы на изготовление изделий в момент проведения наладочных работ. Раньше для экономии пусконаладочных работ широко использовался метод установления фиксированного объема затрат на них. Однако теперь все шире применяется подход «точно в срок», заключающийся в параллельном производстве изделий небольшими сериями с одновременным поиском вариантов низкозатратных пусконаладочных работ. При этом весьма важным является сокращение затрат на содержание материальных запасов вместо их избыточного хранения. Кроме того, все шире используется гибкая автоматизация, позволяющая на одном оборудовании выпускать несколько видов продукции вместо использования единственно мощного станка, с высокой стоимостью переналадки;

- Увеличение размера партийкупаемых изделий позволяет произвести реальную экономию на их стоимости.
- Наличие запасов может удовлетворить непредвиденный спрос, возникший у потребителей, и быстро среагировать на его изменение, своевременно поставить продукцию на рынок, сократить время выполнения заказа.

Для обеспечения успешной работы организации необходимы затраты на операции управления материальными запасами удерживать на минимальном уровне, сохраняя при этом качество их выполнения. Для этого организации поддерживают отношения с проверенными поставщиками, которые способны не только качественно изготавливать продукцию, но и быстро реагировать на возникающие потребности. Это позволяет сокращать уровень материальных запасов. Устанавливая тесные партнерские отношения с основными заказчиками, можно получить информацию о планируемых ими закупках, что в результате влияет на процессы собственного планирования объемов производства в организациях и уточняет объемы страховых запасов. Грамотное управление затратами на размещение заказов и пусконаладочные работы чаще всего сводится к переходу на производство мелких партий продукции, что влечет за собой и сокращение материальных запасов. Успешной работе организаций способствует налаживание гибкости производственных процессов, которая позволяет выпускать продукцию на уровне спроса на нее. В результате достигается удовлетворенность клиентов без накопления материальных запасов.

Кроме того, более частая поставка товаров мелкими партиями рассматривается как еще один вариант экономии, поскольку в этом случае требуются меньшие затраты на оплату продукции, ее хранение и т. п.

## 12.2. Однопериодная модель управления запасами

Характеристики однопериодной модели:

- незначительный промежуток времени, в течение которого может возникнуть спрос на продукцию организации;
- в организации нет возможности моментально пополнить имеющиеся запасы;
- продукция должна закупаться заранее;
- скрытые издержки соответствуют потенциальной прибыли организации;

- издержки на единицу избыточного запаса равны его стоимости за минусом ликвидационной стоимости;
- при закупке избыточного количества возникают риски хранения продукции, которая к тому же никогда не будет востребована.

Размер заказа определяется путем вычисления разницы между издержками, формируемыми от упущенной выгоды из-за нехватки недостающей продукции, и издержками на хранение избыточного запаса.

Предположим, что  $P(D)$  — вероятность продажи последней единицы продукции ( $n$ ), включенной в заказ. Издержки на единицу избыточного запаса составляют  $C_0$  (или  $[1 - P(D)]C_0$ ). Тогда ожидаемые издержки по недостающей продукции составят  $P(D)C_u$ .

До тех пор пока имеется разница, необходимо закупать дополнительное количество единиц продукции, т. е.:

$$P(D) \times C_u > [1 - P(D)] \times C_0. \quad (12.1)$$

Значение  $P(D)$  для последней единицы продукции, включенной в заказ, будет снижаться по мере приближения размера заказа к минимальному уровню спроса. Таким образом, оптимальный размер заказа соответствует уровню, при котором ожидаемые издержки на дополнительную покупку продукции и на хранение имеющейся будут эквиваленты друг другу. Определим критическую вероятность, выравнивающую значение ожидаемых издержек  $P(D)^*$ :

$$P(D)^* \times C_u > [1 - P(D)^*] \times C_0; \quad (12.2)$$

$$P(D)^* \times C_u = C_0 - C_0 P(D)^*; \quad (12.3)$$

$$P(D)^* \times (C_u + C_0) = C_0; \quad (12.4)$$

$$P(D)^* = \frac{C_0}{C_u + C_0}. \quad (12.5)$$

Следуя смыслу приведенной формулы, размер заказа увеличивается до тех пор, пока вероятность продажи последней единицы продукции соответствует или больше значения критической вероятности.

В качестве примера однопериодной модели можно привести «задачу уличного продавца», который постоянно решает вопрос о закупке такого количества газет, которые он может реализовать на следующий день, поскольку устаревшая пресса теряет свою ценность и затраты на ее приобретение не будут компенсированы продажной стоимостью, установленной через день. Другим примером данной модели может быть продажа продукции индустрии моды (одежды и т. п.).

## 12.3. Многопериодные модели управления запасами

### Система с фиксированным объемом заказов

#### *Модель определения экономичного размера заказа*

Определение оптимального (экономичного) размера заказа помогает руководству организации в решении сложного вопроса — сокращение некоторых видов затрат

на содержание запасов с одновременным их формированием. Для использования базовой модели ЕОQ необходимо выполнение ряда условий, которые сокращают неопределенность в управлении материальными запасами, в том числе:

- темпы использования запасов равномерны и известны благодаря наличию стабильного спроса на продукцию, хранимую в запасах;
- стоимость единицы продукции не зависит от объема заказа;
- доставка всей продукции осуществляется партиями через установленные интервалы времени;
- дату доставки продукции можно планировать заранее и гарантировать своевременность получения продукции;
- уровень затрат на размещение заказа и получение по нему продукции не зависят от объема заказа;
- отсутствует возможность экономии на масштабах хранения материальных запасов.

При определении экономичного размера заказа используют графический и формульный методы.

Изменение объема материальных запасов в условиях определенности их накопления и хранения по периодам времени, с фиксированным объемом заказа (все заказы соответствуют по объему заказа и периоду пополнения) можно изобразить графически (рис. 12.1). График представляет собой прямые линии, поскольку скорость использования запасов предполагается неизменной. Объем запасов в конце каждого производственного цикла снижается до нуля. Очередной заказ размещается в момент точки повторного размещения заказа (дозаказа —  $RL$ ), что обеспечивает исчерпание запаса к концу периода выполнения заказа ( $LT$ ). Точка дозаказа определяется как

$$RL = D_a \times LT,$$

где  $D_a$  — годовой уровень потребления запасов.

Зная время между размещением заказа и фактической доставкой заказанных материалов, можно определить точку повторного размещения заказа.

При использовании формульного метода определения оптимального размера заказа учитываются зависимости между затратами на содержание запасов, вы-

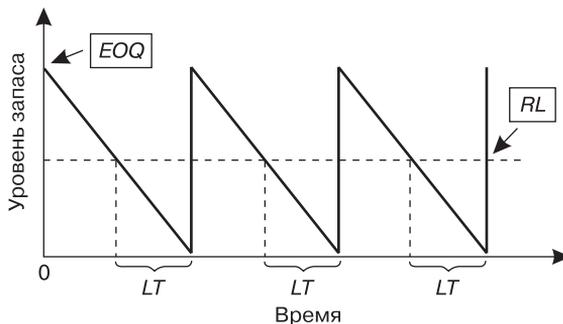


Рис. 12.1. Изменения в уровнях хранения материальных запасов по периодам

полнением заказов и их размером. Минимизация среднего объема затрат на накопление и хранение запасов за производственный год фактически означает минимизацию всех затрат на содержание запасов. Эти зависимости определяются следующим образом.

Предположим, что спрос на единицу хранения в запасе в течение периода —  $D_a$ , размер заказа —  $Q$ , определяемый в единицах. Тогда число заказов за период определяется отношением  $D_a/Q$ .

Для определения расходов на размещение заказов необходимо перемножить затраты на размещение одного заказа ( $O$ ) на число заказов в период, т. е.  $O \times D_a/Q$ .

Затраты на содержание единицы запасов на протяжении года ( $H$ ) определяются умножением затрат на хранение единицы продукции ( $h$ ), в процентах от стоимости единицы продукции, на ее стоимость ( $C$ ), т. е.  $H = h \times C$ .

При условии равномерности распределения спроса за период ( $Q \div 0$ ) средний уровень запасов рассматривается как половина заказа (т. е.  $Q/2$ ). Тогда годовой объем затрат на содержание запасов определяется перемножением годовых затрат на содержание единицы запасов ( $H$ ) на средний уровень запасов, т. е.  $H \times Q/2$ . Общие издержки с учетом вышеприведенных условий вне зависимости от размера заказа будут определены как:

$$TC = \frac{D_a O}{Q} + \frac{QH}{2}. \quad (12.6)$$

Для определения минимума этой общей стоимостной функции необходимо про дифференцировать приведенную формулу относительно  $Q$  и приравнять производную к нулю; в результате будет получен экономически обоснованный размер заказа:

$$\frac{dTC}{dQ} = \frac{-D_a O}{Q^2} + \frac{H}{2}. \quad (12.7)$$

Приняв 
$$\frac{dTC}{dQ} = 0,$$

получаем 
$$\frac{H}{2} - \frac{D_a O}{Q^2} = 0,$$

тогда 
$$HQ^2 = 2DO = 0,$$

$$Q^2 = \frac{2D_a O}{H}, \quad (12.8)$$

а 
$$EOQ = \sqrt{\left(\frac{2D_a O}{H}\right)} \text{ или } EOQ = \sqrt{\left(\frac{2D_a O}{n \times h}\right)}. \quad (12.9)$$

При использовании данных формул следует помнить о необходимости употребления единой величины времени как для уровня потребления, так и для уровня затрат на их хранение.

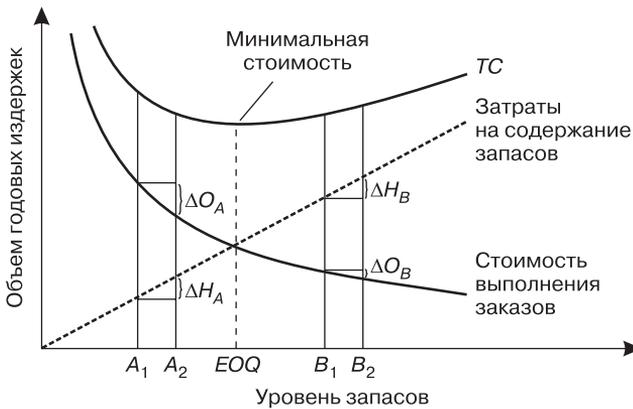


Рис. 12.2. График экономически оптимального размера заказа

Отобразим графически представленную зависимость (рис. 12.2).

Рассмотрим определение экономически оптимального размера заказа с применением предельного анализа. Оценим, к чему приведут изменения в размерах заказа слева или справа от оптимального размера. Так, если размер заказа будет увеличен с  $A_1$  до  $A_2$ , прирост объема затрат на хранение запасов увеличится на  $\Delta H_A$ , а стоимость выполнения заказов сократится на  $\Delta O_A$ . В результате будет получено сокращение общих затрат, поскольку величина сокращения объема затрат на выполнение заказов меньше прироста уровня затрат на содержание запасов. Однако движение от уровня  $EOQ$  в сторону  $A_n$  фактически можно продолжать лишь до уровня, пока объем общих издержек не будет слишком высок на каждую дополнительную единицу запасов. Кроме того, такое движение не учитывает производственную необходимость, а лишь факторы экономии средств, что отрицательно может сказаться на производстве.

В случае же если увеличение размера заказа происходит с уровня  $B_1$  до  $B_2$ , величина затрат на хранение запасов ( $\Delta H_B$ ) будет увеличиваться на большую величину по сравнению с объемом затрат на выполнение заказов ( $\Delta O_B$ ). Таким образом, произойдет резкое увеличение общего объема затрат, что не является экономически оправданным.

Представленная модель иллюстрирует общие тенденции воздействия размера заказа на формирование некоторых затрат, относящихся к материальным запасам. Тем не менее применению модели препятствует ряд ограничений.

1. Шесть исходных предположений, являющихся основой для использования данной модели, не могут с точностью соответствовать реальным ситуациям. В результате данные об объеме затрат, на основании которых вычисляется  $EOQ$ , являются весьма приблизительными.
2. Чаще всего темпы использования запасов определяются в соответствии с прогнозом, учитывающим лишь ряд ограничений и неопределенностей.
3. При условии достоверности исходных предположений, использованных при выведении формулы, годичный объем затрат на хранение материальных за-

пасов должен быть эквивалентен годовому объему затрат на размещение заказов и получение продукции по ним.

4. В случае даже незначительных изменений в размерах закупаемых партий весьма сложным становится вычисление объема дополнительных затрат, связанных с размещением очередного заказа (возникают расходы на наем дополнительного персонала, оформление документов, учет запасов и т. п.).
5. Вызывает сомнение предположение, что объем затрат на хранение материальных запасов является линейной функцией от размера заказа. К примеру, организации, занимающиеся закупкой большого количества партий изделий, несут дополнительные издержки из-за устаревания продукции, в то время как в организациях с меньшим объемом закупаемых партий такие издержки либо отсутствуют, либо незначительны.

### **Модель определения оптимального размера партии обрабатываемых изделий**

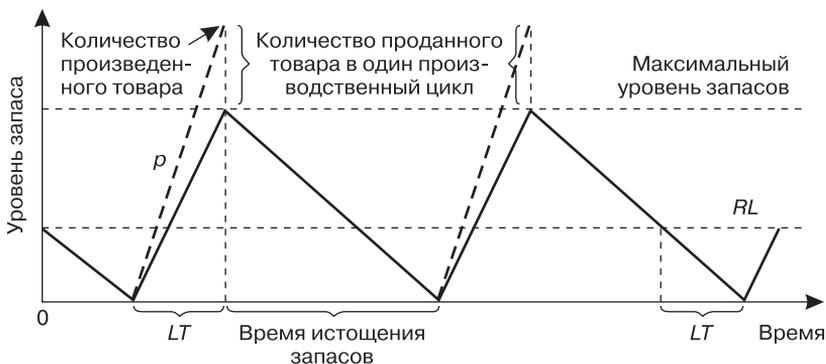
Когда изделие, на которое существует независимый спрос, выпускается на собственных производственных площадях организации, используется адаптированная модель ЕОQ — оптимального (экономичного) размера партий обрабатываемых изделий (*economic production lot size — EPL*).

Условия использования модели EPL в целом сходны с ЕОQ, однако имеется одно существенное отличие: вместо доставки продукции через равные промежутки времени собственное производство гарантирует неизменные темпы производства изделий ( $p$ ) и они превышают уровень потребления готовой продукции ( $d$ ).

При определении экономичного размера партий обрабатываемых изделий тоже используют графический и формульный методы.

Воспользуемся графическим методом, чтобы рассмотреть особенности соотношения между объемом материальных запасов и продолжительностью их хранения для ситуации, когда сама организация производит изделия для дальнейшей обработки (рис. 12.3).

Запас материальных ресурсов в данном случае формируется не одновременно, как в модели ЕОQ, а по мере накопления разницы между темпами производства



**Рис. 12.3.** Изменения в уровнях хранения материальных запасов при условии собственного производства [5, с. 225]

продукции и уровнем потребления ( $p - d$ ). Для соизмеримости данных они должны оцениваться в рамках одного периода времени.

Продолжительность производства продукции ( $t$ ) определяется путем вычисления отношения количества продукции ( $Q$ ) к темпу производства (т. е.  $t = Q/p$ ). По существу пополнение запасов изделий происходит во время производственного процесса, по окончании которого технологическое оборудование перенастраивают на изготовление других изделий. Такой подход позволяет использовать одно и то же оборудование для производства разных видов изделий партиями. Важной задачей при этом является определение оптимального количества единиц продукта, подлежащего производству на протяжении каждого производственного цикла. Решение такой задачи усложняется тем, что необходимо учитывать множество переменных: затраты на наладку оборудования, отличия в темпах производства, необходимый размер партий изделий и т. п.

Определим максимальный уровень запасов ( $SL$ ) на протяжении одного производственного цикла:

$$SL = \frac{Q}{P}(p - d) = Q \left(1 - \frac{d}{p}\right). \quad (12.10)$$

Таким образом, он представляет собой произведение скорости накопления запасов ( $p - d$ ) на продолжительность накопления запасов ( $Q/P$ ), что эквивалентно произведению партий выпускаемых изделий ( $Q$ ) на разность, отображающую количество не переданной заказчику продукции ( $1 - d/p$ ), которая подлежит хранению. В результате можно рассчитать годовые затраты на хранение продукции ( $C_{xp}$ ), которые составят:

$$C_{xp} = \frac{Q \left(1 - \frac{d}{p}\right)}{2} \times H. \quad (12.11)$$

Общие издержки ( $TC$ ) на материальные запасы изделий с независимым спросом, производящиеся на собственных площадях организации, составят:

$$TC = \frac{Q \left(1 - \frac{d}{p}\right)}{2} \times H + \frac{D_a O}{Q}, \quad (12.12)$$

где  $O$  — затраты организации на запуск в производство очередной партии изделий (затраты на наладку оборудования, производственный контроль и т. п.).

С использованием полученных формул можно вывести формулу оптимального размера партий обрабатываемых изделий ( $EPL$ ):

$$EPL = \sqrt{\frac{2D_a O}{H \left(1 - \frac{d}{p}\right)}}, \text{ или } EPL = \sqrt{\frac{2D_a O}{H \left(1 - \frac{D_a}{P}\right)}}, \quad (12.13)$$

где  $P$  — темпы производства (количество штук в год).

### **Роль сокращения затрат на пусконаладочные работы**

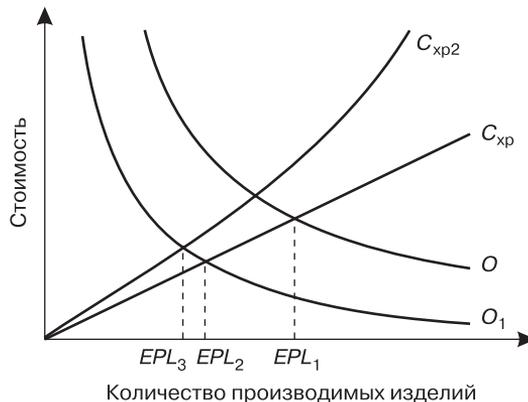
Как было отмечено выше, модели EOQ и EPL в целом сходны, за исключением места производства изделий, подлежащих хранению. С учетом этого можно сказать, что годичный объем затрат на хранение продукции в рамках модели EPL эквивалентен годовому объему на пусконаладочные работы. Таким образом, сокращение затрат на пусконаладочные работы в каждом производственном цикле способствует сокращению объема затрат на содержание материальных запасов.

При формировании независимого спроса на сборное изделие (монтируемое из нескольких частей) объем затрат на пусконаладочные работы ( $O$ ) при переходе на производство новой партии продукции будет включать затраты на наладку оборудования на всех этапах производственного процесса. Увеличение затрат на пусконаладочные работы может происходить в случае, когда пусконаладочные операции выполняются несинхронно на всех производственных участках, а также в «слабом звене» производственной цепочки. Под «слабым звеном» в данном случае подразумевается звено цепочки технологического процесса, в котором производственная мощность ниже потребностей, что ограничивает объем производимой организацией продукции. Таким образом, размещение в данном месте дополнительного оборудования может способствовать сокращению продолжительности выполнения операций.

С использованием графического метода рассмотрим особенности формирования затрат на пусконаладочные работы ( $O$ ) и размера партий выпускаемой продукции (рис. 12.4).

Если в качестве критерия, позволяющего определить оптимальный объем партий производимых изделий, брать минимизацию издержек на хранение продукции ( $C_{xp}$ ) и пусконаладочные работы ( $O$ ), то оптимальный объем будет соответствовать точке пересечения этих кривых, отображающих их изменения.

При хранении продукции, полученной в результате изготовления на собственном производстве или закупки у поставщиков, делается допущение, что уровень затрат на хранение продукции представляет собой линейную зависимость от количества изделий в запасе. При первоначальном уровне затрат на пусконаладоч-



**Рис. 12.4.** Связь затрат на пусконаладочные работы с размером партий выпускаемой продукции

ные работы ( $O$ ) и хранение ( $C_{xp}$ ) мы видим, что количество изделий, подлежащих выпуску, соответствует точке пересечения  $EPL_1$ . Если же в рамках организации удастся снизить уровень затрат ( $O_1$ ), то количество производимых изделий сокращается до уровня  $EPL_2$ . В результате наглядно видно, что сокращается и уровень затрат на хранение продукции.

В некоторых случаях затраты на хранение материальных запасов зависят от затрат на хранение запасов промежуточных изделий (WIP-запасов); тогда уровень затрат на хранение изделий имеет нелинейный характер ( $C_{xp2}$ ). На графике видно, что в данном случае при схожем сокращении затрат на пусконаладочные работы объем материальных запасов сократится еще больше, до уровня  $EPL_3$ .

Под *промежуточными изделиями* понимаем объем обрабатываемых полуфабрикатов, накапливаемый на этапе производственного цикла перед перемещением их на следующий этап. В организациях единичного производства размер партий WIP-изделий практически совпадает с размером всего заказа или минимален. При мелкосерийном производстве отмечают самую большую вариацию — от единиц до целых партий WIP-изделий. Однако в серийном и массовом производстве незавершенные изделия либо единичны, либо отсутствуют, поскольку должны проходить по технологическому маршруту непрерывным потоком.

Если руководство организации приняло решение о формировании крупных партий промежуточных изделий, могут потребоваться:

- изменение в организации производства и использовании производственных мощностей;
- приобретение более мощного оборудования для выполнения погрузо-разгрузочных работ;
- расширение проходов между производственными линиями;
- выделение дополнительных мест для размещения емкостей для хранения изделий, подлежащих обработке и для WIP-изделий;
- увеличение уровня контроля за качеством над крупными партиями перемещаемых WIP-изделий;
- выделение дополнительных финансовых средств для обеспечения выполнения вышеперечисленных условий.

Эффективное управление стоимостью затрат на пусконаладочные работы позволяет:

- определить требования к оборудованию и его оснащению до момента его приобретения;
- снизить стоимость наладки, что способствует удешевлению конечной продукции организации и делает ее более привлекательной в глазах потребителя;
- сократить стоимость наладки, что способствует сокращению объема материальных запасов при собственном их производстве, в результате чего сокращаются общие производственные издержки организации.

### **Определение периода повторного заказа и размера страхового запаса**

Использование моделей EOQ и EPL помогает определить количество материальных запасов, подлежащих заказу или выпуску, но не период таких действий.

Период повторного заказа устанавливается из расчета достижения материальных запасов заранее определенного уровня ( $RL$ ); при этом учитывающего уровень потребления запасов ( $d$ ), при необходимости — небольшой резервный запас и время исполнения заказа ( $LT$ ), т. е.:

$$RL = d \times LT. \quad (12.14)$$

При этом показатели спроса и времени исполнения заказа должны измеряться в эквивалентных единицах времени [4, с. 579].

Объем запасов в период пополнения заказов по формуле 12.4 определяется с учетом ряда условий:

- 1) уровень потребления запасов (спрос на них) с учетом точности прогноза;
- 2) возможности вариаций в потреблении запасов (как правило, определяется через возможность размещения заказов);
- 3) период выполнения заказа;
- 4) степень риска исчерпания заказа;
- 5) уровень затрат на содержание запасов.

В случае каких-либо изменений вышеприведенных показателей возникает необходимость в формировании резервного запаса, на величину которого поднимается уровень точки повторного заказа (*reorder point* —  $ROP$ ):

$$ROP = \text{Ожидаемый спрос в период выполнения заказа} + \text{Резервный запас.}$$

Рассмотрим с использованием графического метода воздействие резервного запаса на возможность исчерпания запасов в период выполнения заказа (рис. 12.5).

Как видно из рис. 12.5, наличие резервного запаса сокращает риск исчерпания материальных запасов в период ожидания их пополнения. Поэтому и их наличие рассчитывается и на данный период. Сигналом к повторному размещению заказов в данном случае служит возникновение экстренных потребностей в материальных запасах.

Эффективность работы организации с позиции сокращения потерь от продаж и недопоставки по заказам определяется *уровнем обслуживания* [4, с. 580; 10, разделы 16.1–16.2], для измерения которого используется несколько способов. Для

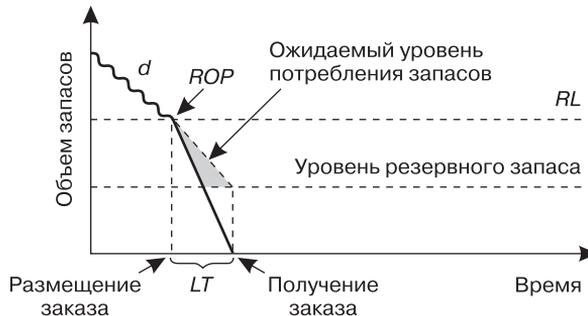


Рис. 12.5. Эффект от наличия резервного запаса

целей настоящего раздела используется метод, основанный на вероятности удовлетворения спроса на продукцию в период выполнения заказа:

Уровень обслуживания = 100% – Риск исчерпания запасов.

При определении уровня обслуживания весьма важным является то, чтобы он не превысил заранее определенного значения. На практике случается, что фактическая потребность в продукции на протяжении периода выполнения заказа отличается от ожидаемого значения, что связано с: колебаниями в сроках доставки заказа, непрогнозируемых изменениях в уровнях потребления запасов, желаемым уровнем обслуживания и т. п. Поэтому для определения *уровня спроса на протяжении периода выполнения заказов (RL)* часто используют данные:

- об уровнях потребления в предыдущих производственных циклах, включая объемы поставок внешним и внутренним потребителям;
- об изменениях в трендах за счет изменений в моде, экономической ситуации, конкуренции и иных факторов (при восходящем тренде повышается популярность продукции, при нисходящем, наоборот, снижается);
- совместного прогнозирования с использованием экспертных оценок с одновременным анализом показателей продаж и потребления продукции;
- учитывающие горизонт прогноза, т. е. отрезок времени, на который дается прогноз [6, с. 76].

Изменение уровня спроса на продукцию оказывает непосредственное влияние на уровень обслуживания. Достигая некоторого предела, каждое приращение уровня обслуживания требует значительно большего приращения уровня повторного заказа, что, в свою очередь, влияет на увеличение затрат на содержание материальных запасов. Эта зависимость представлена графически (рис. 12.6).

Выбор стратегии поведения исходя из анализа уровня обслуживания должен быть основан на сопоставлении спроса на продукцию, удовлетворяемого из запасов организации, с затратами на содержание запасов. И хотя такая стратегия не учитывает издержки, обусловленные исчерпанием запасов, их можно определить по затратам на содержание запасов, которые организация готова понести ради предотвращения их отсутствия.

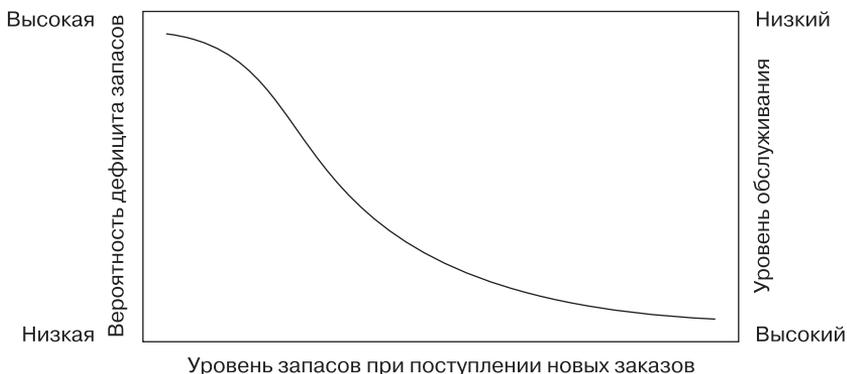


Рис. 12.6. Связь между наличием запасов и уровнем обслуживания

С использованием метода предельного анализа можно установить уровень повторного заказа с учетом разумного соотношения издержек на содержание страхового запаса и издержек, связанных с дефицитом запасов.

Предположим, предельный объем затрат на увеличение страхового запаса на каждую дополнительную единицу продукции является постоянной величиной ( $H$ ). Предельная же прибыль от создания страхового запаса соответствует уровню сокращения издержек из-за отсутствия материальных запасов и поэтому может изменяться в зависимости от объема повторного заказа. На протяжении конкретного периода выполнения заказа вероятность полного израсходования запасов равна  $P(D_{LT})$ . При полном исчерпании запасов организация несет дополнительные издержки, в том числе связанные с экстренным пополнением запасом (например, их срочной доставкой), —  $C_s$ . Тогда объем издержек, связанных с исчерпанием запасов на протяжении одного производственного цикла ( $C_{LT}$ ), определяется перемножением вероятности полного израсходования запасов на дополнительные издержки, которые организация несет в конкретный период. В связи с тем что в течение года организация осуществляет несколько заказов, определяемых спросом на единицу хранения в запасе ( $D_a$ ), деленным на размер заказа в единицах ( $Q$ ), общие годовые издержки от исчерпания запасов должны соответствовать издержкам на содержание запасов и определяться как:

$$H = P(D_{LT}) \times C_s \times \frac{D_a}{Q}. \quad (12.15)$$

Отсюда можно определить вероятность полного израсходования запасов для оптимального уровня повторного заказа:

$$P(D_{LT}) = \frac{\tilde{N}_s}{H} \times \frac{Q}{D_a}. \quad (12.16)$$

В результате точку повторного размещения ( $ROP$ ) заказа можно определить по формуле:

$$ROP = RL + Z \times \Delta D_{LT}, \quad (12.17)$$

где  $RL$  — спрос за период;  $Z$  — количество стандартных отклонений;  $\Delta D_{LT}$  — уровень стандартного отклонения спроса в период выполнения заказа;  $Z \times \Delta D_{LT}$  — по существу, представляет собой страховой запас.

При отсутствии информации об уровне спроса во время исполнения заказа данная формула применяется с ограничениями.

Рассмотрим то же самое с использованием графического метода (рис. 12.7). В представленном примере рассматривается дискретный уровень спроса на запас изделий (в противоположность ему непрерывный уровень спроса на запасы был бы отражен прямой линией). Риск исчерпания запасов отражен заштрихованной областью.

Однако в действительности представленная формула может иметь свои модификации в зависимости от производственных особенностей, которые воздействуют либо на изменение одного параметра заказа (спрос на продукцию или время исполнения заказа), либо на оба одновременно.

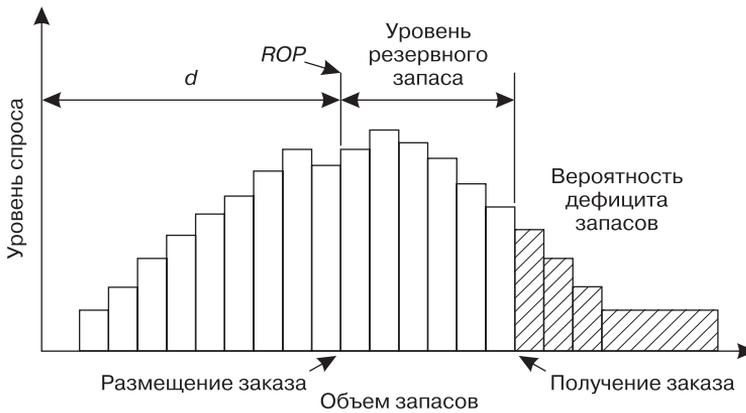


Рис. 12.7. Особенности изменения уровня спроса в период выполнения заказа

Если предположить, что *уровень спроса* изменяется в определенный период выполнения заказа, а сам период выполнения заказа величина постоянная, тогда

$$\Delta D_{LT} = \sqrt{LT \times \Delta_D^2}, \quad (12.18)$$

где  $LT$  — время исполнения заказа (в днях, неделях и т. п.);  $\Delta_D$  — стандартное отклонение спроса (в днях, неделях и т. п.).

Тогда точка повторного заказа будет рассчитываться как:

$$ROP = RL + Z \times \sqrt{LT \times \Delta_D^2}. \quad (12.19)$$

В случае изменения *срока* исполнения заказа формулы примут следующий вид:

$$\Delta D_{LT} = d \Delta_{LT}, \quad ROP = RL_t + Z \times d \Delta_{LT},$$

где  $RL_t$  — уровень спроса на протяжении периода выполнения заказа (рассчитывается перемножением спроса за период на среднее время выполнения заказа);  $d$  — спрос за период (дневной, недельный и т. п.);  $\Delta_{LT}$  — стандартное отклонение срока исполнения заказа (дневной, недельный и т. п.).

Если же изменяются и *спрос*, и *время* исполнения заказа независимо один от другого, тогда:

$$\Delta D_{LT} = \sqrt{LT \times \Delta_D^2 + \bar{d}^2 \times \Delta_{LT}^2},$$

отсюда

$$ROP = \overline{RL} + Z \sqrt{\overline{LT} \times \Delta_D^2 + \bar{d}^2 \times \Delta_{LT}^2}, \quad (12.20)$$

где  $\overline{RL}$  — уровень спроса на протяжении периода выполнения заказа (рассчитывается перемножением среднего спроса за период на среднее время выполнения заказа);  $\overline{LT}$  — среднее время выполнения заказа;  $\bar{d}$  — средний спрос за период.

Кроме того, на выбор использования одной из представленных систем прежде всего воздействуют стоимостные показатели (издержки выполнения заказа и хра-

нения запаса), сложность расчета которых увеличивается по мере роста объема продукции в запасах. Для упрощения рекомендуют применять следующую формулу [3, с. 257–258]:

$$g_0 = K \sqrt{\frac{S}{C_n}}, \quad (12.21)$$

где  $g_0$  — оптимальный размер партии заказа, шт.;  $K = \sqrt{\frac{2C_0}{i}}$  — некоторая постоянная величина;  $S$  — количество товара, реализованного за год, (шт./год);  $C_n$  — закупочная цена единицы товара;  $C_0$  — издержки выполнения заказа;  $i$  — издержки хранения, выраженные как доля от цены.

Поскольку  $g_0 = \frac{S}{N}$ , где  $N$  — число заказов в год, то, приравняв выражения оптимального размера партии заказа, для одного изделия получаем:

$$N = \frac{1}{K} \sqrt{SC_n}. \quad (12.22)$$

Поскольку  $K$  — постоянная величина для всех изделий, общее число поданных заказов составляет:

$$\sum N = \frac{1}{K} \sum \sqrt{SC_n},$$

следовательно,

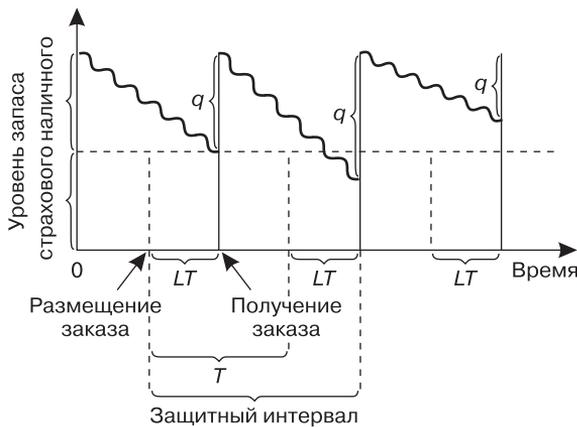
$$K = \frac{1}{\sum N} \sum \sqrt{SC_n}, \quad (12.23)$$

где  $\sum N$  — общее число заказов за год по всем номенклатурным позициям;  $SC_n$  — годовая стоимость реализованных изделий  $n$ -го вида.

Таким образом, для вычисления размера заказа отдельных изделий можно использовать полученное значение  $K$  [3, с. 258; 5, с. 230].

### Система с фиксированным интервалом пополнения запасов

Система с фиксированным интервалом пополнения запасов подразумевает осуществление заказов различного объема через равные интервалы времени (неделя, две недели, месяц и т. п.). В данной системе также учитываются изменения в спросе на изделия, который непосредственно воздействует на изменение объема заказа — как на его увеличение, так и уменьшение; однако процедура контроля за уровнем имеющихся запасов в данном случае проще. Поэтому многие организации предпочитают именно ее. Система с фиксированным периодом пополнения запасов требует наличия более высокого уровня страхового запаса, поскольку требует подсчета остатков только через определенные промежутки времени и в случае повышенного спроса на изделия в интервале между ними весьма вероятно создание дефицита запасов. Поэтому страховой запас должен быть такого уровня, который обеспечил бы организацию в полной мере не только в течение производственного цикла, но и в течение выполнения заказа, т. е. с момента размещения заказа до его выполнения.



**Рис. 12.8.** Осуществление повторного заказа при применении системы с фиксированным интервалом пополнения запасов

Системы с фиксированным интервалом времени пополнения запасов чаще всего применяют в случаях, когда покупатели объединяются, стараясь компенсировать затраты на покупку больших партий изделий за счет уменьшения количества партий, договариваются с поставщиками о более выгодной цене и т. п. Также эта система широко применима, например, при розничных операциях в аптеках, небольших магазинчиках, универсамах [5, с. 232].

Рассмотрим с использованием графического метода особенности применения системы с фиксированным интервалом пополнения запасов (рис. 12.8).

При использовании формульного метода объем заказываемой партии изделий в данной системе можно определить следующим образом:

Размер заказываемой партии = Спрос на изделия в течение защитного интервала + Страховой запас – Наличный запас (на момент повторного заказа),

$$\text{или} \quad q = \bar{d}(T + L) + z\Delta_{\bar{d}}\sqrt{T + L} - I, \quad (12.24)$$

где  $q$  — размер заказываемой партии изделий;  $\bar{d}$  — прогнозируемый средний дневной размер спроса;  $T$  — период между заказами (в днях);  $L$  — период выполнения заказа (в днях);  $z$  — число стандартных отклонений для заданной вероятности обслуживания;  $I$  — наличный запас, имеющийся в распоряжении организации на момент размещения повторного заказа.

## 12.4. Управленческие системы учета и контроля

Вне зависимости от систем управления материальными запасами и применяемых моделей весьма важными остаются вопросы учета, сопровождения, контроля за наличными запасами и связанными с ними затратами. В международной практике такие системы называются управленческими системами учета и контроля (*management accounting and control system — MACS*) [1, с. 545]. Функционирование MACS должно соответствовать двум основным критериям: релевантности инфор-

мации и масштабу (сфере) системы. Оценка релевантности информации осуществляется по следующим параметрам:

- точность — показывает степень соответствия имеющейся информации действительности;
- своевременность — необходимая информация должна поступать в надлежащее время;
- совместимость, т. е. информация должна поступать последовательно и непротиворечиво;
- гибкость, т. е. возможности применения информации для нужд различных подразделений;
- масштаб (сфера) системы подразумевает, что она должна быть всеобъемлющей и включать все виды деятельности в цепочки ценности в организации.

Несоответствие управленческой системы учета и контроля двум перечисленным критериям оказывает непосредственное влияние на эффективность работы организации и всей цепочки создания ценностей. Однако применение MACS имеет определенные ограничения, в частности их использование ограничивается применением лишь в рамках одной организации и ее производственного цикла, в то время как затраты по другим звеньям цепочки создания ценностей не учитываются. В условиях взаимозависимого функционирования организаций отсутствие такой информации может оказать существенное влияние на конкурентное положение организации, поскольку менеджеры должны своевременно обладать информацией об уровне затрат полного жизненного цикла продуктов и услуг и определять возможности их снижения.

Под *контролем* в рамках управления производственными запасами понимается совокупность организационных процедур, инструментов, показателей исполнения и систем, применяемых в организации с целью своевременного обеспечения производственного процесса всеми необходимыми материальными ресурсами в полном объеме и надлежащего качества с учетом минимизации затрат. Однако смысл контроля не может быть достигнут, если менеджеры организации не обладают информацией и необходимыми полномочиями, позволяющими исправить ситуацию, не соответствующую желаемой. Для достижения целей организации цикл контроля состоит из пяти стадий [1, с. 548]:

- в рамках стадии планирования вырабатываются цели, процедуры проведения контроля, отбираются показатели, позволяющие определить полноту достижения поставленных целей;
- в рамках стадии организации происходит реализация поставленных планов;
- на стадии мониторинга осуществляется постоянный процесс измерения текущего уровня;
- на стадии оценки осуществляется сличение полученной информации о текущем уровне с запланированным и в случае обнаружения любых отклонений намечаются корректирующие действия;
- на последней стадии реализуется исправление положения с целью возврата систем в управляемое состояние.

Использование контроля в организациях различных отраслей народного хозяйства отличается лишь применяемыми оценочными показателями функционирования, процесс же в целом схож.

В рамках управленческих систем учета и контроля выделяют ряд методов, позволяющих повысить эффективность работы организации в целом: система с обязательным пополнением; «двухкорзинная» система; «однокорзинная» система; инвентаризация и др.

### **Система с обязательным пополнением**

Использование данной системы базируется на принудительном определении уровня производственного запаса с фиксированной частотой (периодом здесь могут выступить час, день и т. п.).

Согласно системе с обязательным пополнением (*optional replenishment system*), если установленный уровень ниже заранее определенной величины, осуществляется размещение заказа. Данная система применяется, как правило, с системой с фиксированным интервалом пополнения заказа.

Максимальный уровень запаса определяется на основе расчетов потребности и затрат на размещение заказа. Оптимальное количество заказа соответствует минимальным затратам на создание производственного запаса. При проведении контроля за уровнем производственного запаса остатки вычитают из максимального уровня: если полученное значение соответствует оптимальному количеству или больше его — заказывают равный ему объем партии; когда полученное значение меньше оптимального — заказ не производят.

### **«Двухкорзинная» система**

Согласно «двухкорзинной» (*two-bin system*) системе, весь производственный запас разделяется на две части («корзины»). В производственных целях используют только одну из них, по окончании запаса размещают заказ, равный объему «корзины», а в период выполнения заказа используют запас оставшейся «корзины». Для расчета в «двухкорзинной» системе используют системы с фиксированным объемом заказа. При поступлении заказа в организацию его объем распределяется между «корзинами» для их пополнения до первоначального уровня.

### **«Однокорзинная» система**

Под производственным запасом понимают запас сырья, материалов, комплектующих изделий, тары и т. д., образовавшийся к моменту учета, не поступивший в производственный процесс и позволяющий обеспечить его бесперебойность. Учитывается он в натуральных и стоимостных единицах.

При использовании «однокорзинной» системы (*one-bin system*) производственный запас пополняется периодически вне зависимости от его уровня. Объем размещаемого заказа соответствует разнице между текущим уровнем и рассчитанным максимальным значением запаса.

При расчетах используют системы с фиксированным периодом заказа, но оформление заказа происходит периодически вне зависимости от достижения минимального, заранее установленного уровня.

## Инвентаризация (циклический переучет)

Повышению уровня обслуживания потребителей и эффективности функционирования всей цепочки создания ценностей служит в том числе и своевременное пополнение запасов организации. Основной же целью проведения инвентаризации в организации является установление соответствия компьютерных данных о наличных объемах всех видов продукции, находящихся в запасах, реальной ситуации.

Инвентаризация, как правило, происходит путем ручного пересчета продукции на складах. Но поскольку этот процесс дорогостоящий, организации стараются проводить его как можно реже. Тем не менее от точности информации, имеющейся в организации, зависят в том числе и финансовые результаты ее функционирования, на основании которых принимаются управленческие решения.

При осуществлении инвентаризации весьма важным является грамотное определение процедуры ее проведения: в случае ошибочного подсчета продукции точные данные могут быть заменены ошибочными; отвлечение работников от их непосредственных функциональных обязанностей может нарушить производственный процесс, увеличить накладные расходы организации, принести вред и т. п.

Инструментами инвентаризации являются:

- Карточки подсчета. Они представляют собой учетные карточки, размещаемые на полках или складских участках до начала инвентаризации. В них отмечаются: наименование участка (или его номер), номенклатурная позиция продукции, фактические данные об имеющемся количестве продукции и количестве, отмеченном в компьютере. Последняя информация заносится уже после проведения инвентаризации, чтобы не оказывать давления на работников, осуществляющих ее.
- Таблицы учета. Они упрощают процесс проведения инвентаризации по сравнению с использованием «карточек подсчета», поскольку в них одновременно учитывается до 20 номенклатурных позиций. Однако их применение повышает вероятность учета только тех позиций, которые указаны в таблице, в то время как вероятность учета обнаруженных при инвентаризации, но не указанных в них снижается.
- Радиометки. Прикрепляя к полкам с продукцией, их можно использовать в качестве заменителей бумажных носителей. Ускоряют процесс проведения инвентаризации, но первичная установка и закупка специализированного оборудования для работы с ними делают этот инструмент учета менее распространенным.

Проведению инвентаризации способствует выполнение ряда несложных правил:

- До начала инвентаризации необходимо навести порядок в местах ее проведения.
- Необходимо наличие детальной карты склада, чтобы проверяющие могли легко найти нужный участок, а также сделать собственные отметки.
- Необходимо выделить инвентарные зоны, которые способствуют тотальному учету хранящейся продукции, поскольку при проведении инвентаризации по товарным линиям некоторые товары, не относящиеся к ним, обнару-

руженные при инвентаризации, могут быть не учтены. Кроме того, наличие зоны позволяет работникам определиться с объемом работы.

- До начала основной инвентаризации надо провести инвентаризацию зон, на которых хранятся медленно оборачивающиеся товары.
- Необходимо разработать механизм коррекции данных для случаев выбытия продукции с участка, подвергнувшегося инвентаризации.
- Рекомендуется максимально осуществить отгрузки продукции до начала инвентаризации.
- Никакая продукция не должна перемещаться во время инвентаризации, дабы избежать повторного учета, а также выбывать с зон инвентаризации, чтобы не подтолкнуть к проведению повторного подсчета.
- Следует проводить постоянные проверки подсчета, в том числе постоянно проверять отчеты о несоответствиях в программах ЭВМ; важно при этом учитывать единицы измерения, применяемые в учете и при инвентаризации.
- По окончании проведения инвентаризации необходимо собрать всех ее участников и уточнить их мнения о процедуре проведения инвентаризации — ее достоинствах и недостатках, чтобы устранить отмеченные упущения при следующей инвентаризации, а также упростить ее.

При проведении периодической инвентаризации (один или несколько раз в год) чаще всего используют один из следующих методов:

- инвентаризация *по географическому принципу* — рекомендуется проводить не менее четырех раз в год. Согласно этому принципу, все пространство склада разбивается на равные участки, которые подвергаются инвентаризации в течение равных периодов. *Систематические проверки* содержимого всех участков упрощают поиск утерянной или положенной не на свое место продукции, а также продукции, находящейся между участками;
- инвентаризация методом *ранжирования* — проводят по наиболее часто оборачиваемым и наиболее прибыльным позициям. Обеспечивая более высокую точность данных, метод не способствует поиску «затерявшейся» продукции [6, с. 239–250].

Продолжительность и точность периодического учета зависят от квалификации и добросовестности осуществляющего его персонала и времени, выделенного на его проведение.

## 12.5. Ценностно-ориентированное управление материальными запасами

На практике часто встречаются ситуации, когда количество номенклатурных позиций, находящихся в запасе, слишком разнообразно. В этом случае проведение тщательного анализа и моделирование по каждой позиции становится чрезвычайно дорогостоящим и трудоемким процессом. Методом, позволяющим выбрать оптимальный вариант агрегирования номенклатуры, минимизирующим затраты на контроль и учет, является ABC-анализ (*activity based costing*). Традиционно

ABC-анализ используют в качестве системы управления затратами по видам деятельности, однако этот инструмент можно применять и для классификации продукции и видов деятельности в зависимости от целей деятельности организации. Для оценки деятельности современной организации предлагается интегрированное использование нескольких аспектов ABC-анализа.

ABC-анализ базируется на принципе Вильфредо Парето (XIX в., г. Милан), согласно которому 20% населения контролирует 80% имеющихся ресурсов. В современном мире это правило получило широко распространение в различных сферах деятельности. Используя правило Парето в управлении запасами, его можно интерпретировать: управление запасами представляет собой воронку, в которой 80% расходов должно быть затрачено на содержание 20% запасов, приносящих в дальнейшем 80% прибылей. К сожалению, в действительности часто бывают различного рода отклонения от этой идеальной ситуации, когда ошибочно выявленные критерии оптимизации приводят к увеличению расходов на обслуживание запасов, не являющихся первостепенными для организации, или сокращается внимание к тем запасам, которые в действительности ей необходимы. Для устранения указанных возможных отклонений используется ABC–XYZ-анализ.

Идея метода ABC состоит в том, что из всего множества однотипных объектов выделяют наиболее значимые с точки зрения обозначенной цели. Определив цели ABC-анализа, рассчитывают долю каждой ассортиментной позиции в общем объеме запаса, затем выстраивают позиции в порядке убывания размера долей. Полученный упорядоченный список анализируемого ассортимента разделяют на группы А, В и С. Предлагается воспользоваться следующим алгоритмом:

- в группу А включают 20% позиций упорядоченного списка начиная с наиболее значимой;
- в группу В включают следующие 30% позиций;
- в группу С включают оставшиеся 50% позиций.

Анализ ABC позволяет дифференцировать запас (или номенклатуру ресурсов, а применительно к торговле — ассортимент товаров) по степени вклада в намеченный результат. Принцип дифференциации запаса в процессе анализа XYZ иной — весь запас (или ассортимент товаров, ресурсы) делят на три группы в зависимости от степени равномерности их потребления (спроса на них) и точности прогнозирования.

Признаком, на основе которого конкретную позицию ассортимента относят к группе X, Y или Z, является коэффициент вариации спроса ( $v$ ) по этой позиции. Среди относительных показателей вариации коэффициент вариации является наиболее часто применяемым показателем колебания:

$$v = \frac{\sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n}}}{\bar{X}} \times 100\%, \quad (12.25)$$

где  $X_i$  —  $i$ -е значение спроса по оцениваемой позиции;  $\bar{X}$  — среднеквартальное значение спроса по оцениваемой позиции;  $n$  — число периодов, за которые произведена оценка.

Полученные коэффициенты вариации выстраиваются по позициям запаса в порядке возрастания значения этого коэффициента. Вновь организованный список (с указанием значения коэффициента вариации) разделяется на группы *X*, *Y* и *Z* согласно следующему алгоритму:

- в группу *X* включают первые 10% позиций упорядоченного списка;
- в группу *Y* включают следующие 15% позиций;
- в группу *Z* включают оставшиеся 65% позиций.

После проведения указанных расчетов выстраивается матрица ABC–XYZ (табл. 12.1) и выделяются товарные позиции, требующие наиболее тщательного контроля при управлении запасами.

**Таблица 12.1.** Матрица ABC–XYZ

Регулирование предложения		Регулирование спроса		Уровень		
		высокий	<i>X</i>	высокий		низкий
				<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>
Уровень	высокий	<i>X</i>	<i>AX</i>	<i>BX</i>	<i>CX</i>	
		<i>Y</i>	<i>AY</i>	<i>BY</i>	<i>CY</i>	
	низкий	<i>Z</i>	<i>AZ</i>	<i>BZ</i>	<i>CZ</i>	

Ячейка *AX* является одной из самых значимых с финансовой точки зрения для организации и требует наиболее тщательного контроля и установления жестких нормативов. В случае управления материальными запасами товары, отнесенные к *AX*, требуют ежедневной проверки остатков, а также жесткого контроля за применяемыми системами пополнения запасов. Поэтому для обслуживания данной группы товаров необходимо привлекать самых опытных и квалифицированных работников.

В ячейку *CZ* попадают товары, повторные заказы по которым осуществляют реже всего, жесткому контролю подвергается сумма, расходуемая на все товарные позиции за период. Чаще всего именно к товарам, попадающим в данную категорию, применяют механизмы системы управления «точно во время» (*just in time* – *JIT*).

Основные ограничения использования метода следующие.

1. Надежность результатов растет пропорционально увеличению количества использованных данных, что ведет к постоянному контролю за остатками на складах, в том числе и к проведению периодических ревизий.
2. Сложно использовать для товаров-новинок, впервые выпущенных на рынок, из-за нестабильности спроса на них товары могут попасть в группу *Z*.
3. В случае сезонных колебаний спроса рекомендуется проводить сравнение с прогнозными значениями, поскольку любого рода простои или отклонения рассматриваются как сокращения спроса по номенклатурным позициям.

Влияние системы учета затрат на получение информации о релевантных издержках при принятии управленческих решений определяется следующим образом.

Во-первых, на принятие решений оказывают влияние многие косвенные издержки, важность которых без использования системы учета затрат определить

сложно. Например, обычно не представляет труда определить, какие постоянные издержки возникают при производстве продукции. А вот какое воздействие они могут оказать на переменные и косвенные издержки и в конечном итоге на процесс принятия решений — определить сложно. Системы же учета затрат компенсируют этот недостаток.

Во-вторых, велика роль своевременности выявления информационной системой потенциально неприбыльных продуктов, требующих проведения дополнительных исследований, — это является залогом принятия адекватных управленческих решений. К примеру, при наличии информации о затратах можно периодически проводить анализ рентабельности производимых продуктов или оказываемых услуг, а на его основе — определять дальнейшие тенденции производства.

В-третьих, существенно влияние решений о выборе для производства продуктов, являющихся взаимозависимыми.

Системы учета себестоимости, как правило, различаются по типам расходов, начисляемых на целевые затраты, и по уровню сложности. Выбор конкретных систем учета себестоимости не только оказывает прямое влияние на размещение материальных ресурсов, но и способствует ускорению выполнения операций, воздействующих на увеличение операционной прибыли всей системы.

Имеются различные системы учета себестоимости.

- Системы прямой калькуляции себестоимости. Они фиксируют изменения лишь в прямых затратах, а уровень косвенных затрат определяется произвольным способом. Использование такой системы оправдано в случае, когда уровень затрат на совместно используемые ресурсы незначителен и колеблется пропорционально спросу на них [2, с. 334].
- Традиционные системы начисления затрат. Накладные расходы в таких системах распределяются между производственными и обслуживающими подразделениями. В дальнейшем затраты обслуживающих подразделений перераспределяются на производственные. Отслеживание же накладных расходов до изготовления продуктов осуществляется на основе небольшого числа факторов издержек (которыми могут быть такие, как часы труда основных работников или работы оборудования), изменяющихся пропорционально объему выпускаемой продукции.
- Системы ABC-анализа. Их применение стимулируют такие факторы, как снижение затрат на обработку информации, интенсивная глобальная конкуренция, выпуск широкого ассортимента продукции. Накладные расходы в данной системе распределяются по основным видам деятельности, а не по подразделениям, что приводит к выделению множества функциональных центров издержек (пулов затрат) и учету множества факторов, которые иногда напрямую и не связаны с объемом производства. Например, число прогонов продукции (циклов обработки) при ее производстве — для планирования производственной деятельности или число заказов на закупку — для закупочной деятельности.

Разработка системы ABC-анализа в организации сводится к выполнению четырех основных этапов [2, с. 349–354].

На *первом этапе* определяют виды деятельности, выполняемые в организации, такие как закупка материалов (представляет собой операции по подбору поставщиков), подготовка заказов на закупку, отправка заказов, получение заказанных материалов, выполнение наладки оборудования. Выявление видов деятельности происходит с использованием различных методик, в том числе: изучение рабочего места, работа с финансовой отчетностью организации (например, с ведомостями по оплате труда с целью выявления работников и видов деятельности, которыми они занимаются), проведение собеседований с работниками, хронометраж и фотографирование рабочего времени. При определении видов деятельности организации их количество может быть слишком разнообразным, поэтому декомпозицию необходимо ограничивать за счет введения таких критериев, как соотношение «затраты — выгоды». То есть общие затраты центра деятельности должны быть настолько велики, чтобы оправдать выделение данного центра, и при этом необходимо обеспечивать точность учета затрат по нему.

На *втором этапе* распределяются затраты по выделенным центрам издержек. Некоторые виды ресурсов могут быть отнесены непосредственно к конкретным центрам издержек, но часть других являются косвенными, поскольку потребляются одновременно несколькими центрами (например, труд, отопление, освещение и т. п.). При этом очень важно установить причинно-следственные факторы издержек.

На *третьем этапе* выбираются факторы издержек для начисления расходов, связанных с видами деятельности по целевым затратам, т. е. функциональные факторы издержек. Такие факторы должны соответствовать следующим требованиям: обеспечивать объяснение затрат, понесенных каждым центром; быть измеримыми по видам продукции; делать доступным размер затрат.

Функциональные факторы издержек подразделяются на *операционные* (например, число обрабатываемых заказов на закупку, заказов потребителей, число наладок оборудования и т. п.) и *временные* факторы (отражают время, требуемое для выполнения конкретного вида деятельности, например время наладки оборудования, осуществления контроля и т. п.). Операционные факторы — наименее точные, поскольку постулатом является равное количество ресурсов, необходимых для выполнения схожих операций. Временные факторы позволяют точнее исследовать потребление ресурсов. Ограничение временных факторов — количество выполнения операций. Чем их больше, тем продукт с более длительным периодом выполнения операций может оказаться более недооцененным, в то время как продукт с более коротким временем выполнения — переоцененным (например, если в качестве фактора издержек выбрать длительность наладки оборудования). В качестве основного метода выявления функциональных факторов издержек используют собеседование с работниками.

На *четвертом этапе* факторы издержек распределяют по видам деятельности согласно иерархии выполнения:

- при выпуске единицы продукции — включают затраты труда основных работников (трудо-часы), основные материалы (количество обработанного материала), энергию и т. п., потребляемые пропорционально времени машинной обработки (машино-часы), к примеру при техническом обслуживании;

- при выпуске партии продукции — затраты зависят от числа выпущенных партий, но постоянны для всех единиц продукции, входящих в партию; однако чем больше видов деятельности необходимо выполнить для выпуска партии, тем больше ресурсов требуется организации для их реализации. К такому виду издержек относят наладку оборудования, обработку заказа на закупку материалов, планирование производственных работ, контроль над выпускаемой продукцией, стоимость перемещения материалов и т. п.;
- обеспечивающие выпуск продукта, предоставление услуг — осуществляются независимо от числа выпускаемой продукции или партий, но расходы изменяются пропорционально изменениям в объеме выпускаемой продукции. К ним относят издержки по разработке и модернизации спецификации продукции; технической поддержке отдельных видов продукции, услуг; подготовке уведомлений о необходимости инженерных доработок, выполнении доработок и даже издержки на проведение рыночных исследований заказчиков;
- обеспечивающие функционирование производственной структуры — способствуют поддержке базового производственного процесса организации, зависят от уровня активности производства, включают расходы на деятельность административного персонала, руководителей производственного уровня, управление собственностью.

Изучение литературных источников показывает, что при управлении системами учета себестоимости используются также методы *теории ограничений* (*theory of constraints — ТОС*). Согласно ТОС, добиться увеличения операционной прибыли можно за счет тщательного управления «узкими местами» (недостаточными ресурсами) в производственном процессе [1, с. 353]. Под «узким местом» понимаем любое условие, препятствующее эффективному протеканию производственного процесса; как правило, определяется через выявление мест, в которых накапливается избыточное количество запасов незавершенного производства. В результате наращивания запасов замедляются производственные процессы и увеличивается продолжительность производственного цикла.

В основу теории ограничений положен учет следующих показателей:

- маржинальная прибыль от пропускной способности — добавленная стоимость, определяемая как разница между выручкой от реализации и прямыми материальными затратами в себестоимости реализованной продукции;
- инвестиции, эквивалентные сумме затрат на материалы в составе сырья, незавершенного производства и готовой продукции;
- операционные затраты, включающие все затраты организации, направленные на создание добавленной стоимости в производственном процессе, за исключением материальных затрат. Например, расходы на амортизацию, оплату труда, аренду, коммунальные услуги и т. п. [1, с. 353].

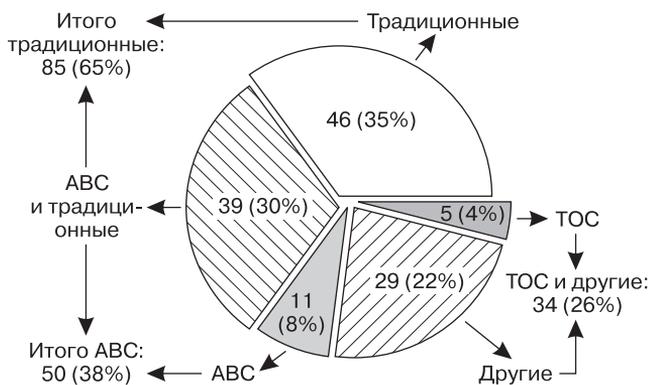
Теория ограничений, уделяя основное внимание оптимизации маржинальной прибыли на основе пропускной способности в краткосрочном периоде, исходит из ограничения, что операционные затраты являются постоянными. ABC-анализ же, как уже было сказано выше, проводится для долгосрочной перспективы и пред-

усматривает изучение затрат, которые могут постоянно изменяться. Поэтому часто при использовании ТОС отказываются от применения ABC-анализа. Некоторые эксперты предлагают использовать ТОС и ABC в случае невозможности сопоставления по качеству предложение ресурсов и спроса на них [7].

Иногда исследователи [2, с. 356] считают основной областью применения ABC-систем организации сферы обслуживания, поскольку в них больше косвенных затрат по сравнению с производственными, где затраты в основном являются прямыми. Кроме того, организации сферы обслуживания вынуждены получать большую часть своих ресурсов заранее; в результате, колебания при использовании ресурсов по видам деятельности, услугам или заказчикам не влияют на краткосрочные расходы на поставку ресурсов. В традиционных же системах такие расходы рассматриваются как постоянные и нерелевантные. Большое количество организаций-монополистов, работающих на защищенном различными барьерами рынке (в том числе, например, находящихся на государственном финансировании), не заинтересовано в повышении рентабельности своей деятельности, поскольку могут выдерживать повышение затрат на потребителей за счет установления более высоких цен на свои услуги. Как результат такие организации уделяют мало внимания вопросам выявления и устранения нерентабельных видов деятельности и более склонны к применению традиционных систем учета издержек.

Использование систем учета затрат различается не только по странам, но и по организациям в рамках одной отрасли. Различия возникают как из-за определения разницы между системами учета затрат, так и периода, в течение которого проводятся исследования. Однако многие из них показывают все возрастающий интерес практиков к их применению [2, с. 359]. Последние исследования об использовании систем функционально-стоимостного анализа в 130 крупных организациях показали следующую тенденцию (рис. 12.9).

Наглядно видно, что большинство фирм, использующих ABC, рассматривает ее как самостоятельную систему принятия решения, а не как интегрированную систему с единой системой учета. Таким образом, продолжается тенденция ис-



**Рис. 12.9.** Использование систем функционально-стоимостного анализа в 130 компаниях, опрошенных S. B. Hughes and K. A. P. Gjerde в 2003 г. [9]

пользования ABC-методик с целью сокращения затрат. Другими направлениями применения АВ-методик можно считать вопросы ценообразования для выпускаемых продуктов и предоставляемых услуг, моделирование расходования денежных средств и измерение показателей функционирования.

В любом случае, на выбор системы, которая будет в дальнейшем применяться в организации, оказывает влияние оценка критерия соотношения затрат и прибылей. Одни системы, более дешевые в управлении, фактически приводят к неточности в информации, отображая некорректное распределение затрат. Современные же системы являются хоть и более дорогостоящими, однако вероятность ошибочного учета или недоучета затрат в них сокращается.

## Резюме

Грамотное управление материальными запасами является важным инструментом реализации конкурентной стратегии организации, способствующим оперативно-му удовлетворению нужд потребителей. Наличие таких запасов позволяет защитить интересы организации при непредвиденных колебаниях как спроса на конечную продукцию организации, так и предложения ресурсов, необходимых для своевременного выполнения производственных процессов.

Последние тенденции свидетельствуют о все большем консолидировании организациями своих действий путем создания ориентированных на конечного потребителя устойчивых производственных цепочек, закупки ресурсов совместно с другими организациями, что приводит к существенному сокращению их стоимости в пересчете на единицу продукции. С другой стороны, закупки более крупных партий ресурсов приводят к увеличению затрат, связанных с их содержанием, что, в свою очередь, может повлечь за собой снижение гибкости производственных процессов организации.

С целью сокращения затрат на содержание материальных запасов в организациях должны постоянно корректироваться действия, связанные с осуществлением пусконаладочных работ, установлением партнерских отношений с поставщиками. Такие действия увеличивают гибкость производственных процессов.

При управлении материальными запасами в ситуации независимого спроса используется несколько моделей.

*Однопериодная модель* управления запасами широко применяется для решения вопросов организаций сервисной сферы (например, при определении количества билетов на авиарейсы, количества бронируемых номеров в гостинице, при заказе модных товаров и даже при одноразовом заказе, связанном с каким-либо событием).

*Многопериодные модели* управления запасами подразделяются на модели с фиксированным объемом запасов и с фиксированным интервалом пополнения запасов. Базовая модель определения экономического размера заказа (EOQ) применяется в случае равномерности темпов использования запасов; при наличии фиксированных затрат на обработку заказов и хранение единицы запаса; отсутствии оптовых скидок на размещение крупных заказов; своевременности поступления партий заказов. В случае же если представленные условия по каким-либо причинам не могут быть соблюдены, используются модифицированные модели

определения экономического размера заказа. Кроме того, для защиты от недобросовестных поставщиков или форс-мажорных обстоятельств рассмотрены возможности собственного производства и особенности создания страховых запасов материальных ресурсов в организациях. При этом важно определить точку осуществления заказа с учетом издержек, которые несет организация.

Однако, какие бы системы управления запасами и модели размещения заказов ни использовались, весьма важной является своевременность осуществления учета и контроля за имеющимися запасами. При этом выделяют системы: с обязательным пополнением запаса, «двух- и однокорзинные» системы, а также особые способы проведения инвентаризации.

Ценностное ориентирование имеет существенное значение при управлении материальными запасами. При этом важно не только классифицировать продукцию по степени ее вклада в прибыль организации, но и определить уровень затрат на управление разными группами продукции. Организации в этом процессе могут столкнуться с рядом трудностей, преодолеть которые может помочь интегрированное использование преимуществ различных систем учета издержек. Однако усложнение применяемой системы учета может происходить в организациях лишь до того момента, пока маргинальные выгоды от использования и совершенствования этой системы будут превышать затраты на сам процесс. Сложные системы учета (JIT, ABC и другие модификации) более подходят для сервисных организаций с высокой долей косвенных издержек и высоким разнообразием предоставляемых услуг. Для производственных же организаций с преобладанием постоянных издержек больше подойдут традиционные системы учета издержек и ТОС.

## Ключевые термины

Activity based costing (ABC) — функциональная калькуляция себестоимости (функционально-стоимостной анализ)

Activity cost drivers (ACD) — факторы затрат деятельности

Activity based management (ABM) — процессно-ориентированное управление (управление по видам деятельности, операционно-ориентированное управление, управление по операциям)

Value-based management (VBM) — ценностно-ориентированное управление

Work in progress (WIP) — незавершенное производство

WIP inventory — незавершенная продукция

Economic Order Quantity (EOQ) — экономичный размер заказа

Lead time (LT) — производственный цикл

Reorder level (RL) — уровень повторного заказа

Reorder point (ROP) — точка повторного заказа

Economic production lot size (EPL) — оптимальный размер партий обрабатываемых изделий

Stock level (SL) — уровень запасов

Optional replenishment system — система с необязательным пополнением запаса

Two-bin system — двухкорзинная система

One-bin system — однокорзинная система

Management accounting and control system (MACS) — управленческая система учета и контроля

Theory of constraints (TOC) – теория ограничений

Statistical process control (SPC) – статистическое управление процессами

## Контрольные вопросы

1. Дайте определение независимому спросу в управлении запасами.
2. Величина каких типов затрат возрастает по мере увеличения объемов материальных запасов?
3. Величина каких типов затрат сокращается по мере увеличения объемов материальных запасов?
4. Какие условия должны быть соблюдены для использования модели ЕОQ?
5. В каких условиях организациям выгодно заниматься собственным производством, а не заказывать запасы у сторонних организаций?
6. Как изменяется модель ЕОQ в случае изменения уровня спроса?
7. Почему постоянные затраты не принимаются во внимание при расчете ЕОQ?
8. В каких случаях организация должна формировать страховой запас?
9. Какие методы можно применять для определения уровня страхового запаса?
10. Какие системы учета и контроля существуют и в каких случаях они используются?
11. Какие системы учета стоимости существуют?
12. В чем основные различия в методиках учета себестоимости?
13. В чем суть использования классификации АВС–XYZ?

## Кейс-стади

### Иллюстративная задача

#### **Прослеживание затрат от видов деятельности к продуктам<sup>1</sup>**

Предположим, что вся деятельность в некоторой организации *СЕD* направлена на выпуск четырех продуктов: *А*, *Б*, *В*, *Г*. Объемы производства этих продуктов соответствуют уровню потребности в них и составляют 30 тыс., 20 тыс., 4300 и 700 шт. соответственно. Цена за единицу продукции *А* и *Б* – 4 у. е., за продукт *В* – 6,2 у. е. и *Г* – 6,5 у. е. На производство единицы продукции каждого вида затрачивается 0,02 трудо-часа производственных рабочих и 0,1 машино-часа. Известен уровень производственных затрат по продуктам (табл. 12.2).

**Таблица 12.2.** Уровень производственных затрат по продуктам, у. е.

Показатели	Продукт				Всего
	А	Б	В	Г	
Затраты материалов, у. е.	40 000	26 667	8887	1517	77 070
Прямые затраты на оплату труда, у. е.	12 807	10 667	3440	552	27 465
Количество производственных циклов для производства единицы продукции	45	45	33	9	132
Время наладки на цикл, ч	3	1	5	3	

<sup>1</sup> С использованием материалов [1, с. 269].

Уровень накладных расходов составляет 250% от затрат на оплату труда по всем продуктам.

Расходы по видам деятельности в организации связаны со спросом на них, создаваемым в процессе производства конкретных продуктов.

Для проведения ABC-анализа используется следующая иерархия производственных затрат (табл. 12.3):

- на уровне единицы продукта — управление машинами;
- на уровне партии продукта — управление производственными циклами и наладка оборудования;
- на уровне обеспечения выпуска продукта — поддержка продукции.

**Таблица 12.3.** Издержки по иерархии выполнения видов деятельности

Показатель	Управление машинами	Управление производственными циклами	Наладка машин	Поддержка продукции	Общие расходы, у. е.
Труд производственных рабочих с учетом дополнительных выплат		50%	45%	5%	72 000
Расходы на оргтехнику и программное обеспечение		60%		40%	25 000
Амортизация оборудования	100%				20 000
Ремонт и техническое обслуживание	100%				7500
Расходы на энергию	100%				2000
Расходы от выполнения видов деятельности, у. е.	29 500	51 000	32 400	13 600	126 500

### Задание

Необходимо провести:

- 1) анализ расходов по видам деятельности традиционным способом и с использованием метода ABC;
- 2) сравнить системы; объяснить и конкретизировать, в каких обстоятельствах необходимо использовать каждую из систем.

### Решение

1. С использованием вышеприведенных данных традиционным способом рассчитаем выручку от реализации продукции, общую операционную прибыль и рентабельность продаж. Данные занесем в табл. 12.4.

Для расчета выручки от реализации необходимо перемножить показатели объемов производства (продаж) с ценой реализации. Операционная прибыль рассчитывается как разница между выручкой от реализации и затратами, которые понесла организация. Рентабельность продаж показывает, какую долю в выручке от реализации занимает операционная прибыль.

Анализ расходов с применением метода ABC начнем с использования данных о видах производственных затрат, на основании которых рассчитаем время, необходимое для наладки оборудования, количество трудо-часов производственных рабочих на производство продукции и машино-часов, необходимых для производства всего объема продукции. На основе полученных данных составим таблицу ставок по факторам затрат деятельности.

**Таблица 12.4.** Расчет расходов по видам деятельности традиционным способом

Показатели	Продукт				Всего
	А	Б	В	Г	
Объем производства (продаж), шт.	30 000	20 000	4300	700	55 000
Цена реализации за штуку, у. е.	4	4	6,2	6,5	
Выручка от реализации	120 000	80 000	26 660	4550	231 210
Затраты материалов	40 000	26 667	8887	1517	77 070
Прямые затраты на оплату труда	12 807	10 667	3440	552	27 465
Накладные расходы (250% от затрат на оплату труда)	32 017	26 667	8600	1379	68 663
Общая операционная прибыль, у. е.	35 176	16 000	5733	1103	58012
Рентабельность продаж, %	29,31	20,00	21,51	24,24	25,09

Время, необходимое для наладки оборудования по всем видам продукции, рассчитывается как сумма произведений количества производственных циклов на время наладки на цикл по каждому продукту:

$$45 \times 3 + 45 \times 1 + 33 \times 5 + 9 \times 3 = 372 \text{ ч.}$$

Количество трудо-часов производственных рабочих на производство всей продукции рассчитывается как сумма произведений затрат труда производственных рабочих на количество производимой продукции А, Б, В, Г:

$$30\,000 \times 0,02 + 20\,000 \times 0,02 + 4300 \times 0,02 + 700 \times 0,02 = 1100 \text{ трудо-ч.}$$

Общее количество машино-часов, необходимых для производства всего объема продукции, рассчитывается как сумма произведений машино-часов на количество производимой продукции А, Б, В, Г:

$$30\,000 \times 0,1 + 20\,000 \times 0,1 + 4300 \times 0,1 + 700 \times 0,1 = 5500 \text{ машино-ч.}$$

На основе полученных данных рассчитаем расходы по факторам затрат деятельности (табл. 12.5).

**Таблица 12.5.** Уровень расходов по факторам затрат деятельности

Показатели	Управление машинами	Управление производственными циклами	Наладка машин	Поддержка продукции	Итого
Расходы на деятельность, у. е.	29 500	51 000	32 400	13 600	126 500
Фактор затрат деятельности	Количество машино-часов	Количество циклов	Количество часов наладки	Количество групп продуктов	
Уровень фактора затрат деятельности	5500	132	372	4	
Уровень расходов на фактор затрат деятельности, у. е.	5,36 на один час	386,36 на один цикл	87,10 на один час	3400 на одну группу продуктов продукт	

Для расчета уровня расходов на фактор затрат деятельности необходимо расходы на деятельность разделить на уровень фактора затрат деятельности.

Рассчитаем расходы деятельности по группам продуктов (табл. 12.6).

Таблица 12.6. Расходы деятельности, отнесенные на продукты

Показатели		Управление машинами	Управление производственными циклами	Наладка машин	Поддержка продукции	Итого
Уровень расходов на фактор затрат деятельности, у. е.		5,36	386,36	87,10	3400	×
А	Уровень фактора затрат деятельности	3000	45	135	1	
	Общие расходы по деятельности, у. е.	16 091	17 386	11 758	3400	48 635
Б	Уровень фактора затрат деятельности	2000	45	45	1	
	Общие расходы по деятельности, у. е.	10 727	17 386	3919	3400	35 433
В	Уровень фактора затрат деятельности	430	33	165	1	
	Общие расходы по деятельности, у. е.	2306	12 750	14 371	3400	32 827
Г	Уровень фактора затрат деятельности	70	9	27	1	
	Общие расходы по деятельности, у. е.	375	3477	2352	3400	9604

Общие расходы по деятельности рассчитываются перемножением уровня фактора затрат деятельности на уровень расходов на фактор затрат деятельности.

На основании проведенных расчетов составим отчет о прибыльности по видам продуктов с использованием ABC-анализа (табл. 12.7).

Таблица 12.7. Отчет о прибыльности по видам продуктов с использованием ABC-анализа, у. е.

Показатели	Продукт				Всего
	А	Б	В	Г	
Объем производства (продаж), шт.	30 000	20 000	4300	700	55 000
Цена реализации за шт.	4	4	6,2	6,5	
<i>Выручка от реализации</i>	<i>120 000</i>	<i>80 000</i>	<i>26 660</i>	<i>4550</i>	<i>231 210</i>
Затраты материалов	40 000	26667	8887	1517	46 285
Прямые затраты на оплату труда	12 807	10 667	3440	552	16 443
Управление производственными циклами	17 386	17 386	12 750	3477	50 999
Наладка машин	11 758	3919	14 371	2352	32 400
Поддержка продукции	3400	3400	3400	3400	13 600
Управление машинами	16 091	10 727	2306	375	29 499
<i>Общая операционная прибыль (убыток)</i>	<i>18 558</i>	<i>7235</i>	<i>-18 494</i>	<i>-7122</i>	<i>875</i>
Рентабельность продаж, %	15,29	5,71	-57,95	-144,88	

2. Как видно из представленных табл. 12.2–12.7, при использовании метода ABC-анализа расчеты осуществляются с более корректными данными об издержках, которые несет организация, по сравнению с традиционным способом, при котором накладные расходы рассчитываются весьма условным способом — путем агрегирования издержек большого количества сложных видов деятельности.

Как видно из табл. 12.7, затраты на поддержку двух видов продукции В и Г (3400 у. е. на единицу) эквивалентны. Несмотря на то что прямые затраты на оплату труда для продукта В выше, а для продукта Г значительно ниже затрат на поддержку продукции, рентабельность в обоих случаях очень низкая и по существу организация работает с убытком. Для того чтобы покрыть имеющиеся расходы, необходимо резко увеличить объемы производства рассматриваемых видов продуктов. Если же рассматривать издержки от производства традиционным способом, то можно и не заметить недостаточность в объемах производства продукции и счесть продукты В и Г высокорентабельными (так как уровень рентабельности у них при расчете традиционным способом составляет 21,15% для продукта В и 24,24% для Г). Таким образом, с использованием ABC-методов можно четко определить, с изменением каких именно параметров можно превратить неприбыльные виды продуктов в прибыльные.

Используя ABC-методы, менеджеры могут изменять структуру видов деятельности с целью увеличения возможности их прибыльного использования, поскольку в модели можно идентифицировать как отдельные продукты, так и услуги. При незначительной модификации приведенные методы позволяют анализировать структуру видов деятельности по прибыльности клиентов. Как один из вариантов управления в сложившейся ситуации можно рассматривать сокращение времени переналадки оборудования, т. е. улучшение деятельности на уровне партий продукции, вместо ускорения процесса управления производственным оборудованием, т. е. улучшения деятельности на уровне единицы продукции. Комбинирование таких действий с продуманной системой ценообразования может привести к существенному росту прибыльности организации.

## **Задачи для самостоятельного решения**

### **Задача 1**

Организация продает 870 шт. изделий в год. По оценкам специалистов организации, ожидаемый объем продаж будет таким же, как и в конце года. Годовые затраты на хранение продукции составляют 20% от ее стоимости, стоимость единицы продукции 200 у. е., затраты на обработку одного заказа — 20 у. е.

*Определите:*

- а) значение экономичного размера заказа (EOQ);
- б) годовой объем затрат на обработку заказов и их хранение.

### **Задача 2**

Предположим, организация открывает дополнительную точку продаж, но поставки продукции осуществляются из централизованного офиса. Затраты на хранение продукции — 20% от ее стоимости, стоимость единицы продукции — 200 у. е., затраты на обработку одного заказа — 20 у. е., годовой уровень спроса увеличивается вдвое и составляет 1740 шт. продукции в год.

*Определите:*

- а) значение экономичного размера заказа (EOQ);
- б) годовой объем затрат на обработку заказов и их хранение;
- в) применима ли экономия масштаба к материальным запасам при каких-либо условиях?

**Задача 3**

Организация размещает заказы на закупку комплектующих изделий с периодичностью раз в квартал. Среднее использование за год — 4500 упаковок, минимальный размер заказа — 450 упаковок, стоимость упаковки — 120 у. е.

Комплектующие применяются постоянно, и в среднем в запасах хранится треть заказываемого количества. Расходы на содержание составляют 30% стоимости запасов. Средние издержки на размещение заказа составляют 480 у. е.

Необходимо провести анализ текущей ситуации.

*Определите:*

- значение экономичного размера заказа;
- издержки хранения и заказа комплектующих при каждом уровне заказов, начиная с пяти до пятнадцати, размещаемых в течение года;
- средний объем материальных запасов.

**Задача 4**

Организация продает 450 шт. продукции в год. Стоимость одного изделия — 500 у. е., а годовой объем затрат на хранение одной единицы составляет 25% от стоимости. Обработка одного заказа — 100 у. е.

*Определите:*

- сколько продукции необходимо организации закупить при очередном заказе?
- общий объем затрат на размещение заказа и содержание запаса изделий, если страховой запас составляет 4 шт. продукции.

**Задача 5**

Известен уровень затрат в организации (табл. 12.8).

**Таблица 12.8.** Уровень затрат по видам деятельности

Вид деятельности	Уровень затрат, у. е.	Факторы затрат	Уровень фактора затрат
Техническое обслуживание оборудования	16 000	Машино-часы	8000
Обработка и перемещение материалов	30 000	Количество перемещений материалов	300
Наладка оборудования	35 000	Часы наладок	1500
Проверка качества выпускаемой продукции	20 000	Количество проверок качества	400

Организация занимается производством трех видов продукции, расходы для производства которой представлены в табл. 12.9.

**Таблица 12.9.** Уровень факторов затрат по видам выпускаемой продукции

Фактор затрат	Продукция		
	А	Б	В
Прямые материальные затраты, у. е.	8000	7000	6500
Прямые затраты на оплату труда, у. е.	6000	5000	4500
Объемы производства продукции	1800	1450	1200
Уровень трудо-часов	620	380	350

Таблица 12.9. Продолжение

Фактор затрат	Продукция		
	А	Б	В
Уровень машино-часов	690	640	600
Число перемещений материалов	40	15	20
Уровень часов наладок	80	40	20
Количество проверок качества	35	15	10

Определите:

- а) затраты на единицу каждого вида продукции с использованием традиционной системы учета;
- б) затраты на единицу продукции с использованием методов ABC;
- в) обоснуйте преимущества каждого из применяемых методов;
- г) дайте рекомендации — что нужно скорректировать в деятельности организации для повышения ее прибыльности?

## Литература

1. *Аткинсон Э. А., Банкер Р. Д., Каплан Р. С., Янг М. С.* Управленческий учет. 3-е изд. М.: Вильямс, 2007.
2. *Друри К.* Управленческий и производственный учет. 5-е изд., перераб. и доп. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005.
3. *Неруш Ю. М.* Логистика: Учебник. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Велби, Проспект, 2006.
4. *Стивенсон В. Дж.* Управление производством / Пер. с англ. М.: Лаборатория базовых знаний, БИНОМ, 1998.
5. *Сток Дж. Р., Ламберт Д. М.* Стратегическое управление логистикой / Пер. с англ. 4-е изд. М.: ИНФРА-М, 2005, XXXII.
6. *Шрайбфедер Дж.* Эффективное управление запасами / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
7. *Coate C. J., Frey K. J.* Integrating ABC, TOC, and financial reporting // Journal of Cost Management. July/August. 1999. P. 22–27.
8. *Cooper R., Bray D. A., Parzen M. I.* Who Wins in a Dynamic World: Theory of Constraints Vs. Activity-Based Costing? January. 2007. North American Assoc. for Computational Social and Organizational Science (NAACSOS) Conference. June 2007. Available at SSRN: [ssrn.com/abstract=962270](http://ssrn.com/abstract=962270)
9. *Dilworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.
10. *Hughes, S. B., Gjerde K. A. P.* Do different cost systems make a difference? Management Accounting Quarterly (Fall). 2003. P. 22–30.
11. *Khan M. Y., Jain P. K.* Theory and Problems in Financial Management New Delhi: Tata McGraw-Hill, 2000, ©1999.
12. *Kirche E., Srivastava R.* An ABC-Based Cost Model with Inventory and Order Level Costs: A Comparison with TOC // International Journal of Production Research, 43, 8. 2005.

## ГЛАВА 13

### Управление материальными запасами при зависимом спросе

В период после Второй мировой войны восстановление экономик многих государств характеризовалось быстрым ростом рынков, для насыщения которых требовалось скорейшее увеличение объемов массового производства все более технически усложняющихся товаров. Трансформировались подходы к управлению производственными процессами новых поколений, основанные на централизованном планировании и управлении производственными мощностями для удовлетворения зависимого спроса в материальных запасах. В условиях растущих рынков 1950–1960-х гг. применение такого подхода было оправдано, поскольку выпускаемые компаниями товары не отличались разнообразием, партии были крупносерийными, а плановые периоды продолжительными (год или квартал). Но с увеличением диверсификации бизнеса, когда в рамках даже одной организации росло количество выпускаемых номенклатурных позиций, трудоемкость плановых расчетов также возросла. Для упрощения процессов планирования расчеты стали выполнять для комплектов изделий, «основных» изделий, с одновременным формированием большого уровня запасов и незавершенного производства.

В середине 1960-х гг. в результате развития технических средств управления стало возможным говорить о повсеместном применении в организациях математических моделей управления материальными запасами. В результате усилий Джозефа Орлики и Оливера Вайта (Joseph Orlicky, Olivier Wight) был разработан подход централизованного планирования необходимых для производства материалов «Планирование потребности в материалах» (*material requirements planning* — MRP). Благодаря работе Американской ассоциации по управлению запасами (APICS) подход стал широко применяться, поскольку в нем были интегрированы все имеющиеся к тому времени экономические модели, используемые при планировании производства.

Основные информационные составляющие MRP-систем:

- информация об объекте материального учета, т. е. о состоянии сырья, материалов, сборочных единиц, полуфабрикатов и тому подобного, из чего собирается конечный продукт. При этом информация не описывает присущие объекту свойства, а отображает такие параметры, как наличие на складе, цена, регулярность поставок и поставщики;
- ведомость материалов или спецификации (*bills of materials*) — это список не только материалов и комплектующих, но и технологий сборки конечного продукта;
- главный календарный план производства — позволяет осуществлять всестороннее календарное планирование процесса производства;
- спрос на конечную продукцию предприятия, будь то прогноз или заявки покупателей.

Развитие информационных технологий и вычислительной техники позволило не только выполнять сложные расчеты при изменениях в планах производства продукции, но и автоматизировать эти процессы. В идеале MRP-программа сама вносит необходимые изменения в план заказов поставщикам, в котором расписаны объем, номенклатура и поставщик материальных ресурсов. При этом в системе формируется определенный размер страхового запаса на случай форс-мажорных обстоятельств, приводящих к срывам в поставках материальных ресурсов. Внедрение MRP-систем позволило повысить эффективность управления запасами в организациях, однако одновременно выявился их основной недостаток — планирование материальных ресурсов в них проводилось без учета производственных мощностей организации (человеческих, финансовых, складских и др.).

Вследствие этого MRP-системы стали усложняться, было введено понятие «замкнутого цикла» — как вариант реализации обратной связи, вводились дополнительные функции, позволяющие проводить всесторонний анализ слабых мест производственного цикла и планировать производственные мощности. В результате возникли MRP II-системы (*manufacture resource planning*) — «Планирование потребностей в производственных мощностях».

В зависимости от программных разработок, отраслевой и производственной принадлежности MRP II включает в себя следующие базовые модули, количество которых может быть расширено:

- составление основного плана производства (*master production scheduling*);
- планирование необходимых материалов (*material requirement planning*);
- составление спецификаций и технологических маршрутов изделий (*bills of materials*);
- управление запасами (*inventory control*);
- управление производством (*shop flow control*);
- планирование производственных мощностей (*capacity requirement planning*);
- управление незавершенным производством (*input/output control*);
- планирование запасных ресурсов распределения (*distribution resource planning*);
- материально-техническое снабжение (*purchasing*);
- управление издержками (*costing*);
- управление финансами (*financial planning*).

Основное отличие системы MRP II заключается в том, что все модули в ней тесно интегрированы между собой. Это позволяет учитывать любые изменения в одном модуле сразу во всей системе. В результате повышаются эффективность работы системы и ее устойчивость к изменениям внешних условий. Особое преимущество системы заключается в том, что внедрять ее можно поэтапно, поскольку каждый модуль может работать самостоятельно, но эффективность при этом несколько ниже, чем при одновременном использовании нескольких модулей.

Использование систем «точно в срок» (*just in time — JIT*) вовсе не противоречит представленным системам, они даже могут использоваться совместно, поскольку механизм их реализации различен, что будет рассмотрено в настоящей главе.

### 13.1. Обзор особенностей работы системы MRP

При использовании MRP-систем как расчетного механизма выделяют два основных механизма обработки данных, на основе которых происходит планирование потребностей в материалах:

Система с агрегированием потребностей (*bucketed system*). Применение данного подхода основано на допущении возможности объединения потребности в номенклатурной позиции, сформировавшейся для разных моментов времени и от разных источников спроса (например, от разных покупателей на один вид товара), в пределах четко установленного интервала (например, день, неделя и т. д.). В зависимости от применяемой в организации политики заказа по каждой номенклатурной позиции система автоматически либо агрегирует потребность, либо планирует отдельные заказы по каждому источнику спроса.

Система без агрегирования потребностей (*bucketless system*) — хранение, обработка и использование данных в ней идет на основе записей точных дат.

Для каждого механизма обработки данных могут быть использованы различные системы календарного планирования (*time-phased system*): MRP, DRP (американская система планирования потребности в распределении), JIT (японская система поступления материальных ресурсов в размере текущей потребности в них) и т. д.

Основными принципами работы MRP-систем являются [2, с. 197]:

- наличие горизонтальных и вертикальных зависимостей в структуре продукта (рис. 13.1). Вертикальная зависимость показывает, какое количество материала необходимо для изготовления компонента, необходимого в производстве конкретного материнского изделия (*parent item*). Горизонтальная зависимость — количество компонентов, из которых состоит изделие, или количество материалов, из которых состоит конкретный компонент;
- преобразование валовой (брутто-) потребности в чистую (нетто-) потребность. Расчет валовой потребности осуществляется исходя из норм расхода компонентов и материалов, необходимых для производства единицы изделия. При расчете чистой потребности учитываются имеющиеся складские запасы материалов и компонентов;

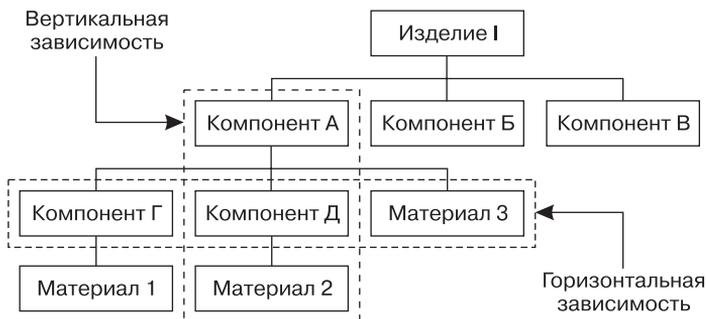


Рис. 13.1. Дерево структуры продукта

- учет длительности цикла производства и закупки. Поскольку в организациях руководство постоянно осуществляет выбор между собственным производством и передачей производства внешним организациям (аутсорсинг продукции) (см. главы 8, 12), для своевременного выполнения заказа необходимо учитывать как длительность собственного цикла производства конечного изделия, так и возможности других организаций-субподрядчиков по выпуску комплектующих и своевременности поставок от них.

## Режимы работы MRP

Режимы работы MRP-систем при расчете потребности в номенклатурных позициях бывают трех видов:

- *Полный пересчет потребности* — заключается в построении нового плана; используется при изменениях в планировании потребностей для всех номенклатурных позиций, внесенных в базу данных, участвующих в построении структур продуктов и планируемых в программных продуктах MRP. Использование данной процедуры позволяет отодвигать горизонт планирования; в случае отсутствия такой функции в качестве горизонта планирования используют дату выполнения наиболее удаленного заказа, при этом обрабатываются все источники спроса (заказы, прогнозы и т. п.).
- *Пересчет «по изменениям»* — проверяет наличие изменений во входных данных по каждой номенклатурной позиции с момента последнего пересчета плана и в случае их обнаружения переделывает планы заказов по позициям на всю глубину структур продуктов.

*Примечание:* оба режима не корректируют подтвержденные заказы, а также плановые заказы в пределах горизонта планирования, для которого запрещены любые автоматические корректировки плана.

- *Выборочный пересчет* — позволяет производить моделирование ситуации по задаваемому пользователем программного продукта диапазону номенклатурных позиций, что позволяет оценить последствия принятия решений по ним.

В связи с тем что MRP по существу представляет собой расчетный механизм, для корректной его работы предъявляют ряд требований к составу входных данных.

*Заказы клиентов* — рассматриваются только подтвержденные заказы.

*Производственные заказы* — формируются согласно главному календарному плану производства (MPS).

*Заказы в незавершенном производстве* — датой их завершения рассматривается прогнозируемая согласно нормативам времени дата с учетом возможных поправок, вносимых пользователем, а также оставшегося к выполнению количества технологических операций и их продолжительности.

*Прогнозы продаж* — особо необходимы для продукции, характеризующейся сезонностью, с целью скорейшего выполнения заказов потребителей и сокращения сроков поставки им продукции, особенно в случаях длительных циклов производства.

*Данные о запасах* учитывают как количество запасов, так и их статус (состояние) (например, уровень брака, укомплектованности и т. п.).

*Спецификации ресурсов* задаются через определение базовых элементов структуры продуктов, на которые в дальнейшем опираются все остальные спецификации.

*Рабочий календарь*. По общему правилу, при планировании заказов на закупку используют астрономический календарь, а при производственных заказах — рабочий. Поэтому важно при планировании общей длительности цикла по каждой номенклатурной позиции согласовывать используемые календари. Это делается с использованием коэффициента пересчета.

*Граница по времени* выступает ограничителем, по достижении которого возможны модификации в ранее сформированных плановых заказах.

Параметры планирования определяют механизм агрегирования потребности в номенклатурной позиции через выработку политики заказа и время, необходимое для получения данной позиции путем расчета длительности цикла.

В связи с различными обстоятельствами редко можно организовать производственный процесс без формирования запасов, например в случае ограничений по объему закупаемой продукции у поставщика, необходимости в страховом запасе, кратности повторения заказа и т. п. Поэтому в MRP-системе необходимо наличие модификаторов, позволяющих предусмотреть такие отклонения.

### **Определение размера партии в MRP**

Размеры партий могут рассчитываться по различным схемам, называемым политиками заказа, в зависимости от ситуации и экономической целесообразности. Выбор политики заказов позволяет формировать в динамике для каждого компонента размеры партий, заказываемых для изготовления в собственном производстве или у поставщиков и обеспечивающих удовлетворение чистых потребностей. Для разных компонентов изделия или для одного компонента, но в разные периоды планирования могут применяться разные политики заказа. Существует несколько вариантов политик (схем) заказов, среди которых выделяют [4, 7, 8 с. 934–940; 2 с. 211]:

- «партия за партией», ориентирована на отсутствие складских запасов. Обеспечивает соответствие запланированных заказов чистым безыбыточным потребностям в конкретные периоды, но требует высокого уровня затрат на пусконаладочные работы и не учитывает ограничений мощности;
- схема «экономичного размера заказа» (его иногда называют «экономически оптимальной партией заказа»). Ограничением выступает невозможность использования в дискретном производстве, поскольку потребности планируются на одинаковые временные интервалы;
- «балансирование затрат»; метод сравним с методом «экономичного размера заказа», но размер партии охватывает только целые количества периодов, на которые подразделяется заказ;
- «фиксированный ритм заказа». Вторая и четвертая политики внешне очень напоминают модели управления запасами с фиксированным размером заказа и фиксированным периодом поставки. Однако они различаются по существу: в управлении запасами механизм формирования нового заказа ориентиро-

ван на избежание дефицита при возникновении неблагоприятных внешних условий, неопределенных и не зависящих от воли менеджеров предприятия; в рассматриваемой же процедуре чистая потребность в компонентах изделия известна и решение принимается менеджером в условиях определенности;

- «наименьшие удельные затраты», представляет собой многошаговый метод определения размеров партий, при котором суммарные затраты, рассчитываемые по объединяемым периодам аналогично четвертому методу, делят на общее количество изделий за рассматриваемое количество периодов. Полученная величина представляет собой удельные затраты, по минимуму которых определяют размер партий.

Использование методов предложенных политик заказов приводит к формированию различных последовательностей заказов одного и того же компонента, сопряженных с различными величинами суммарных затрат. Выбор политики, в наибольшей степени соответствующей каждому компоненту изделия, осуществляется прямым перебором на основе критерия минимизации суммарных затрат на пусконаладочные работы, размещение заказов и хранение запасов.

При определении размеров партий на практике используется множество модификаций. Например, учет кратности объема поставки минимальной партии, технологические ограничения на размер обрабатываемой партии, метод последовательного балансирования по периодам и оптимизационный алгоритм Вагнера — Вайтина (построен на использовании метода динамического программирования, трудоемок в использовании, поэтому редко применяется на практике) [10].

## Результаты использования MRP систем

Результатом использования систем MRP является получение широкого диапазона данных двух основных категорий — первичные и вторичные отчеты.

*Планирование и управление производством и запасами* происходят частично через создание первичных отчетов, к ним относят:

- **плановые заказы** — графики, отображающие величину и время будущих заказов;
- **одобрение заказа** — разрешение на выполнение плановых заказов;
- **изменения** — включают отмену, корректировку и пересмотр как даты, так и величины заказа.

Такая градация отчетов связана с тем, что система MRP при формировании плановых заказов прогнозирует дефицит потребности в номенклатурных позициях, но не отмечает место их производства — собственное или по «аутсорсингу». После подтверждения планового заказа, согласно размеру и срокам выполнения, формируется производственный заказ, под который создается заявка на закупку, к выполнению последней приступают только после одобрения заказа.

*Функции планирования и контроля исполнения* выполняются посредством вторичных отчетов:

- **отчеты по контролю исполнения**, позволяют руководителям оценивать работу всей системы, поскольку отображают отклонения от планов (пропущенные поставки, отсутствие запасов и т. п.);

- **отчеты по планированию** полезны для прогнозирования материальных потребностей производства. С этой целью во многих MRP-системах имеется возможность уведомления пользователя о запуске заказов в ближайший период, что по существу является постоянным напоминанием о необходимости совершения дополнительных расчетов;
- **отчеты об исключительных случаях** — требуют совершения незамедлительных действий со стороны менеджеров, обращая внимание на несоответствия в планах и их реализации, поскольку отображают обязательства организации по закупкам (своевременность их получения), по запуску заказа в производство (например, информируют о запаздывании его выполнения) и т. п.

Широкий диапазон данных, полученный в результате работы MRP-систем, позволяет пользователю адаптировать их под свои специфические нужды.

Формат представления плана потребностей в материалах бывает двух видов: общий и подробный.

*Общий формат* — укрупненный, или, как его иногда называют, горизонтальный, — это табличная форма представления потребности в номенклатурных позициях; заказах, сформированных для их устранения, без указания источников возникновения потребностей; качества заказов.

*Подробный формат* — позволяет устранить ограничения общего формата, представляя собой журнал, в котором фиксируются все действия в MRP-системе; при его детальном изучении можно выяснить причины возникновения потребностей и в случае необходимости принять решения об их устранении.

## **Потенциальные выгоды от применения системы MRP**

Корректное использование системы MRP позволяет как улучшить работу отдельных подразделений, так и повысить конкурентные преимущества всей организации.

Рассмотрим некоторые из них по отдельным подразделениям организации.

1. Производство — внедрение MRP-систем обеспечивает рационализацию использования всех ресурсов организации, ее трудовых, финансовых мощностей и пр., поскольку предоставляемая системой точная и своевременная информация позволяет повысить эффективность доставки продукции по заказам. Благодаря возможности оптимизации последовательности производственных операций в MRP сокращается время выполнения производственных заданий и как результат уменьшаются периоды простоя между операциями.
2. Сбыт — использование MRP-систем в его работе позволяет увеличить оперативность реакции организации на изменения потребностей потребителей, поскольку позволяет заранее определить соблюдение плановых сроков доставки продукции по заказам и скорректировать их при работе с клиентами. Кроме того, повышение уровня и скорости обслуживания клиентов с использованием системы MRP достигается за счет возможностей системы заранее предусматривать наличие необходимых компонентов в соответствии с графиком производственного процесса, способствуя этим своевременной сборке изделий.

3. Научно-исследовательские и опытно-конструкторские подразделения — использование системы MRP позволяет запланировать сроки проектирования новых продуктов, внести изменения в имеющуюся конструкцию изделий, облегчает внедрение новых продуктов в производство.
4. Отдел материально-технического обеспечения — получаемая из MRP-систем информация позволяет координировать процесс размещения заказов на компоненты с планами по производству изделий, что приводит к сокращению запасов всех возможных изделий и своевременности обеспечения требуемыми компонентами. Благодаря четкости в установлении приоритетов возникают качественно новые взаимоотношения с поставщиками.
5. Планово-экономические службы — благодаря наличию в системе MRP возможности моделирования изменений можно оценить последствия изменений, вносимых в производственный план. Результаты работы MRP способствуют определению потребности в производственных мощностях для выполнения заказов организации, в том числе количества рабочих, необходимых для выполнения заданий, объема расходов на закупку материалов и компонентов и т. п.; вследствие этого можно осуществлять эффективное календарное планирование деятельности.
6. Финансовая служба — внедрение системы MRP позволяет своевременно выявлять ограничения мощностей организации и на основании этого принимать обоснованные решения о капиталовложениях. Таким образом, облегчается весь процесс планирования потребности в движении денежных средств.

Несмотря на столь явные преимущества, получаемые подразделениями организации от внедрения систем MRP, этот процесс накладывает и ряд ограничений. Для корректного функционирования системы MRP при вводе данных необходимо предоставление достоверной, точной первичной информации. Для этого требуется ответственный и осознанный подход со стороны работников к выполняемым ими функциям, что может повлечь за собой изменение всей системы мотивации.

## 13.2. Обзор особенностей работы систем «точно в срок»

Система организации производства «точно в срок» (*just in time — JIT*) представляет собой концепцию функционирования организации путем активного обнаружения и устранения любых источников неэффективного расходования ресурсов, препятствующих рациональной и эффективной работе организации, например игнорирования способностей, навыков работников, слабых мест в производстве и т. п.

В данной системе любое действие, не вносящее вклад в создание ценностей для внутренних и внешних потребителей, относят к разряду непродуктивных действий.

Некоторые элементы системы «точно в срок» использовались еще в начале XX в. на заводах Генри Форда. Однако широкое распространение система получила в 1970-е гг., когда она была реализована под руководством Тайичи Оно (Taiichi Ohno) в *Toyota Motors* и позволила вывести автомобили компании на первое место по срокам поставки и качеству. Примерно в то же время У. Э. Деминг

(W. E. Deming) и Дж. М. Юран (J. M. Juran) выступали с открытыми лекциями о необходимости применения принципов «точно в срок» в американской промышленности.

Система «точно в срок» обеспечивает высокое качество деятельности. Она представляет собой комплексную стратегию непрерывного совершенствования, состоящую из трех взаимодополняющих элементов.

1. Участие персонала в деятельности компании.
2. Всеобщий контроль качества (TQM).
3. Перемещение материального потока по принципу «точно в срок» (т. е. необходимые для сборки детали оказываются на производственной линии в тот момент, когда это нужно, и в заданном количестве).

Одной из основных задач менеджмента любой организации является использование людских ресурсов с целью достижения общеорганизационных целей. Поэтому в системе «точно в срок» управление человеческими ресурсами рассматривается как обязательное условие успешной ее реализации через подготовку высококвалифицированного персонала, предоставления рабочим и служащим достаточно широких полномочий, координации и мотивации их действий. В системе «точно в срок» непродуктивное использование способностей человека рассматривается как скрытая форма неэффективного расходования ресурсов.

Процесс вовлечения работников — это сложный, длительный и трудоемкий процесс. Вовлечение членов коллектива в дела организации осуществляется через формирование корпоративной культуры, которая предусматривает искреннее доверие между всеми работниками, дух коллективизма и особый стиль управления, поощряющий работников к внесению предложений по совершенствованию методов работы. Однако при этом требуется строгое соблюдение дисциплины на рабочих местах. Чтобы усовершенствования не происходили исключительно в рамках одного рабочего места, прежде чем их внедрять, работник должен вынести свое предложение на обсуждение. Это связано с тем, что при выполнении стандартных операций по производству продукции любые непредусмотренные отклонения могут привести к образованию брака конечной продукции. Поэтому, прежде чем внедрять любые изменения, их необходимо испытать, усовершенствовать уже имеющуюся процедуру и только после этого использовать.

Применение системы «точно в срок» оказывает воздействие на всю цепочку создания ценности для потребителя, поскольку организации, функционирующие на ее принципах, минимизируют объемы материальных запасов, в том числе и путем поддержания контактов с надежными поставщиками, осуществляющими доставку только высококачественной продукции. Для этого организации стремятся установить долгосрочные партнерские отношения с ограниченным количеством поставщиков продукции путем заключения таких договоров, которые позволяют наладить стабильное рабочее взаимодействие:

- привлечение представителей поставщика к участию в разработке новых продуктов;
- внесение предложений со стороны поставщика по совершенствованию работы организации по различным направлениям;

- установление низкой, но взаимовыгодной цены на компоненты и изделия;
- обмен производственными и календарными графиками производства продукции с целью взаимно-координированного планирования объема деловых операций.

В результате установления таких отношений партнерское сотрудничество может расширяться вплоть до создания «синхронного производства» с максимальным уровнем взаимного доверия и открытия производственной информации между поставщиками и заказчиками.

В организациях, работающих на основе системы «точно в срок», ответственность за обеспечение качества выпускаемой продукции возлагается на каждого работника на его рабочем месте. Для этого проводят обучение персонала правилам использования различных методов проверки качества на местах, знакомят его с основными принципами обеспечения качества. Как правило, в организациях, работающих по принципу «точно в срок», отсутствуют специальные отделы, специализирующиеся на устранении брака, поскольку в системе, во-первых, минимизируются ошибки работников, а во-вторых, они собственноручно устраняются. Такой подход позволяет работнику самостоятельно разработать способы предотвращения возможных проблем. В некоторых случаях наличие дефекта легче обнаружить производителю на следующей стадии производства изделия (например, при осуществлении сборки изделия какая-либо деталь не подходит по размеру или неправильно изготовлена). В этом случае используется правило «джидока» (*jidoka*) — останови все, если хотя бы что-нибудь идет не так, как нужно, т. е. лучше не делать никакой продукции, чем допускать брак в изделиях.

Еще один из основных аспектов всеобщего контроля качества — то, что он производится тотально и никогда не прекращается. В организациях непрерывно ведется поиск способов усовершенствования производимой продукции и технологических процессов ее изготовления. Причем эти действия распространяются и на поставщиков. Когда качество поставляемой поставщиком продукции достигает неизменно высокого уровня, он проходит сертификацию, а его продукция в дальнейшем освобождается от процедуры проверки.

### **Элементы системы «точно в срок»**

Основной задачей при организации системы производства «точно в срок» является обеспечение наличия требуемых изделий в нужное время в необходимом количестве, что реализуется с помощью:

- закупки и производства изделий, которые осуществляются непосредственно перед возникновением потребности в этом, в результате сокращаются объемы материальных запасов;
- сокращения очередей материалов и компонентов, из которых изготавливается конечная продукция, у производственных участков, что приводит к уменьшению времени прохождения материального потока по всем этапам технологической обработки;
- сокращения общепроизводственных затрат путем уменьшения потребностей в оборотном капитале на закупку избыточных запасов материалов и компонентов, в обслуживании дополнительных производственных площадей и т. п.

При функционировании организации на основе принципов системы «точно в срок» должна быть обеспечена возможность сборки большей части изделий непосредственно перед отправкой их заказчику. Выполнению этого условия способствует наличие определенного объема исходных ресурсов, в том числе компонентов и материалов, из которых изготавливаются изделия на протяжении всего периода, а также выполнение поставщиками доставки заказанных ресурсов. При вариации выпускаемых номенклатурных позиций требуется формировать большее количество запасов исходных ресурсов для своевременности выполнения заказов потребителей. Поэтому использование системы «точно в срок» более оправдано для специализированных организаций серийного, мелкосерийного и единичного производства, где практикуется использование одних и тех же компонентов в процессе производства различных видов продукции.

Важными элементами организации производственной системы «точно в срок» являются следующие.

**1. Неизменный уровень производства.** Он подразумевает заранее установленный, равномерный уровень производства и комбинированную сборку набора моделей с обеспечением перемещения сбалансированного потока небольших партий материалов и изделий с одинаковой скоростью внутри организации. Возникновение любого рода задержек и формирование избыточного объема запасов промежуточных изделий в данной системе рассматривается как неэффективное расходование ресурсов.

Комбинированная сборка группы моделей применяется как альтернативный способ изготовления единственного продукта на протяжении длительного промежутка времени. Выполняется сборка небольшой совокупности моделей в повторяющейся последовательности, пропорциональной относительно уровню спроса на них. Такой способ производства позволяет организовать неизменную рабочую загрузку производственных участков, занятых в процессе изготовления компонентов для сборки конкретных моделей.

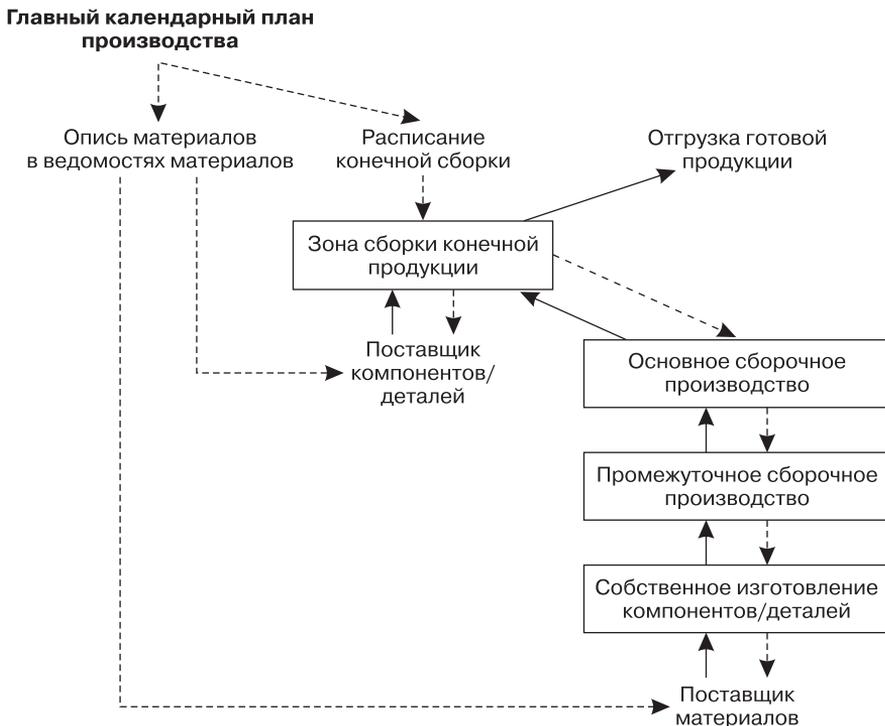
**2. Система перемещения работ между производственными участками.** При координации процесса загрузки производственных участков используют толкающий и тянущий методы. Толкающий (*push*) метод подразумевает, что по окончании работ на производственном участке продукцию «выталкивают» на следующий участок, а в случае, если операция является завершающей, изделия перемещают на склад хранения готовой продукции.

В системах «точно в срок» используется тянущий метод (*pull*), основанный на потребностях последующих операций: каждый рабочий участок по мере необходимости «притягивает» продукцию с предыдущего участка, а продукция с конечной операции «вытягивается» запросом потребителя или контрольным графиком. Использование данного метода позволяет ограничить объемы запасов изделий, накапливаемых между смежными производственными участками — подающим и потребляющим, а также осуществить выдачу каждому производственному участку разрешений на изготовление необходимого количества изделий, которые требуются для передачи на заключительный этап сборки.

Процедура планирования с использованием тянущих методов производства имеет много общего с системой MRP, которая успешно используется при планировании материальных потребностей в системе «точно в срок». Однако при ее

применении имеется ряд особенностей, которые связаны с адаптацией системы MRP под нужды производства «точно в срок». Формулировка заданий календарных планов проводится в объемах производства комплектующих, например четко определенное количество единиц продукции в день. В таких же формах составляется прогноз уровня спроса на продукцию при комбинированной сборке группы моделей. Главный календарный план производства детализируется через ведомости материалов с целью определения потребности в покупных материалах и компонентах и доводится до сведения поставщиков для согласования дальнейших действий по загрузке производственных мощностей (см. рис. 13.2, на котором прямыми линиями отображены потоки материалов, а пунктирными — информационные потоки в организации). Подобный обмен информацией позволяет согласовывать действия со всеми звеньями в цепи создания ценностей для потребителя по поставке продукции и загрузке производственных мощностей. Основная особенность состоит в том, что продукция не отгружается в адрес заказчиков в соответствии с планируемым уровнем производства, а совмещена с фактическими темпами производства. Это позволяет сдерживать объем запасов промежуточных материалов на низком уровне, в противном случае возникает потребность в хранении значительного объема WIP-запасов.

Адаптация системы MRP под нужды производства «точно в срок» происходит по ряду направлений. В случае применения в организациях, функционирующих



**Рис. 13.2.** Интеграция систем MRP и «точно в срок»

на принципах системы «точно в срок», системы MRP ведомости материалов составляются для изделий, находящихся на более низких уровнях дерева структуры продукта, поскольку отсутствует потребность в разработке и хранении ведомостей материалов для изделий промежуточных уровней. Кроме того, параметр «смещение на период выполнения заказа» по многим операциям, предусмотренный в MRP, может вообще отсутствовать, поскольку продолжительность выполнения операций при производстве по системе «точно в срок» сокращена до такой степени, что отпадает необходимость в выполнении предшествующей операции на протяжении предыдущего периода. В организациях серийного производства часть системы MRP, соответствующая цеховому управлению, может вообще не применяться, поскольку эти функции выполняет тянущая система перемещения материального потока, а также система «канбан».

Система «канбан» — автономная сигнальная информационная система, которая позволяет объединить различные подразделения организации в одно целое, устанавливает связи между различными процессами и координирует поток создания ценности в соответствии с потребительским спросом [3, с. 19]. Само слово «канбан» в переводе с японского языка обозначает «бирка» или «знак». Карточки «канбан» прикрепляются к контейнерам с изделиями.

По существу каждая карточка представляет собой информационный листок о том, откуда поступил компонент (материал) и куда он будет перемещен дальше, поэтому она прикрепляется к каждой детали или узлу (рис. 13.3).

Выделяют несколько видов карточек «канбан»:

- «канбан» перемещения, используется при перемещении компонентов непосредственно на производственной линии; они, в свою очередь, бывают:
  - ◆ «канбан» заказа — накладные, отправляемые внешним поставщикам;
  - ◆ внутренний «канбан» — накладные, используемые между процессами внутри организации;
- «канбан» производства, выступает в качестве инструкции к выполнению операций, бывает:
  - ◆ «канбан» заказа — применяется на процессах, не требующих переналадок оборудования;
  - ◆ сигнальный «канбан» — применяется на процессах, требующих переналадки оборудования.

Информация для отдела снабжения	Название позиции	Описание позиции
	Компонент №	Используется в
Шифр сырья	Описание	Место хранения
Местонахождение сырья: Склад №	Количество	№ канбана/дата

Рис. 13.3. Образец карточки «канбан»

Эффективность работы системы «канбан», как и любой другой тянущей системы перемещения материального потока, требует отсутствия каких-либо нарушений производственного процесса, поскольку в организации не формируется достаточный объем запасов, которым можно было бы воспользоваться для поддержки производства во время устранения проблем. Кроме того, при использовании системы «канбан» все изменения, перемещения должны обязательно фиксироваться в карточке «канбан», прикрепляемой к каждой детали продукции. Количество деталей должно строго соответствовать предписаниям «канбан», т. е. с предыдущих процессов должно изыматься вовремя и ровно столько деталей, чтобы восполнить запас израсходованных; на последующие стадии должна поступать только бездефектная продукция.

Именно неизменный уровень производства в сочетании с другими элементами системы «точно в срок» образует единую систему, обеспечивающую эффективное взаимодействие звеньев цепочки создания ценностей для потребителя.

**3. Закупка и производство продукции небольшими партиями.** Управление и перемещение изготовленных изделий между участками осуществляется в небольших контейнерах. В случае производства продукции в больших количествах это приводит к разделению всей дневной выработки на небольшие партии, каждая из которых контролируется системой карточек «канбан».

Преимущества формирования партий небольшого размера в том, что они не задерживаются надолго между производственными операциями, а это, в свою очередь, приводит:

- к минимизации WIP-запасов;
- гибкости в определении размера производственной партии;
- к сокращению количества производственных площадей возле технологического оборудования;
- к сокращению требуемого объема оборотного капитала;
- к увеличению скорости реагирования на заказы клиентов;
- к использованию погрузочно-разгрузочного оборудования малой грузоподъемности или даже ручного труда при перемещении партий изделий между участками.

Разбиение всей совокупности изделий на небольшие партии возможно вследствие сокращения продолжительности пуска наладочных работ, позволяющего свести к минимуму потери времени производства. При этом руководство организации принимает решение об определении минимально-допустимого размера партии изделий (*minimum feasible lot size* – *MFL*), выпускаемого на одном оборудовании в пределах технологического процесса.

Поскольку при выпуске небольшими партиями потребность в исходных материалах и компонентах, из которых состоят сборочные узлы, невелика, их доставка также осуществляется небольшими партиями. Чтобы минимизировать издержки у поставщика, необходимо при возможности располагать его производство недалеко от производственных помещений заказчика, поскольку при малых размерах партий может создаться ситуация, что их придется доставлять несколько раз в день.

Подсоединение к информационным базам данных заказчиков поможет поставщикам получить календарные графики выпуска продукции и соответственно запланировать свои действия, в том числе складировать изделия в той последовательности, в которой они должны быть отгружены в адрес заказчика.

**4. Оперативное выполнение пусконаладочных работ.** Традиционные производственные системы основаны на следующем принципе: поскольку пусконаладочные работы требуют больших затрат и приводят к потерям рабочего времени, лучше выпускать продукцию крупными партиями и выполнять наладку оборудования лишь в случаях крайней необходимости. Даже при частой наладке оборудования рабочие никогда не достигают квалификации, достаточной для выполнения данной работы, а затраты на них остаются высокими. Согласно концепции «точно в срок», если в организации часто выполняется переналадка оборудования, рабочие непременно должны повысить свою квалификацию в выполнении этой работы.

Эффективными способами переналадки оборудования, разработанными и широко применяемыми на заводах *Toyota Motor*, являются одноминутная переналадка (SMED) и замена в одно касание (OTED). При использовании этих методов сокращение времени переналадки составляет 80–95% [6, с. 100].

При наладке выделяют два типа операций:

- внутренние операции наладки, которые можно выполнить только на остановленном станке (монтаж и демонтаж оборудования, замена части деталей и т. п.);
- внешние операции наладки, которые можно выполнять при работающем оборудовании (транспортировка запасных частей к месту хранения и к оборудованию).

Четко разделяя работы, которые можно проводить при действующем и остановленном оборудовании, можно добиться дополнительного сокращения затрат.

**5. Квалифицированный персонал.** При организации производства согласно системе «точно в срок» на одном производственном участке могут выполняться разнохарактерные операции. Учитывая своевременность выполнения производственного задания и качественное производство продукции, можно сделать вывод, что только персонал с высокой квалификацией способен обеспечить выполнение этих условий. Для обеспечения эффективного изготовления изделий на производственном участке при системе «точно в срок» оборудование располагается по принципу технологических ячеек (см. главу 8). Поскольку объем WIP-запасов небольшой, возможно расположение оборудования близко друг к другу. По мере возможности оборудование необходимо расставлять в порядке его использования в процессе изготовления продукции, что позволит сократить затраты на погрузо-разгрузочные операции и ускорить прохождение материального потока в ячейке. При высокой квалификации работников вместо выполнения погрузо-разгрузочных работ их можно задействовать в выполнении операций на другом оборудовании или нескольких операций. В результате уменьшается количество проблем, связанных с координацией деятельности работников.

**6. Высокий уровень качества продукции.** Прежде всего из-за отсутствия избыточного количества WIP-запасов в случае обнаружения дефектов в изделии нет возможности заменить его другим. Тогда при отсутствии в организации не-

изменно высокого качества материалов и компонентов, из которых производится конечная продукция, возможно нарушение движения потока внутри системы «точно в срок». При низком уровне WIP-запасов изделия перемещаются между производственными участками быстро, позволяя оперативно выявлять дефекты, и сокращается выпуск большого количества бракованных изделий. При этом важно помнить, что цель выявления брака состоит не в том, чтобы обвинить конкретного работника и сделать ему выговор, а в том, чтобы усовершенствовать производственный процесс.

**7. Эффективное обслуживание оборудования, направленное на предупреждение поломок.** Для обеспечения высокого качества производства и надежности всей производственной системы требуется поддержание оборудования в надлежащем состоянии, что достигается адекватным техническим обслуживанием. В организациях, работающих на принципах системы «точно в срок» с минимальным уровнем запасов, для предотвращения сбоев во всем производственном процессе можно допустить лишь кратковременные и редкие отклонения и остановки в работе оборудования. Поэтому необходимо наряду со своевременным техническим обслуживанием мотивировать работников к самостоятельному устранению незначительных неисправностей, что позволяет не допускать unplanned выходы оборудования из строя.

**8. Непрерывное совершенствование работы по всем направлениям.** Целью его является повышение эффективности работы организации, степень которой можно определить по объему WIP-запасов для обеспечения производственного процесса. Именно материальные запасы скрывают проблемы, которые остаются незамеченными и нерешенными, поскольку компенсируют недоработки в производственных процессах. Поэтому в системе «точно в срок» требуется постоянно поддерживать минимально возможный уровень запасов и внимательно относиться к любым возникающим в производстве проблемам. В системе «точно в срок» приветствуется участие работников в деятельности, направленной на совершенствование работы организации по таким направлениям, как повышение качества производимой продукции, сокращение объемов WIP-запасов, а также повышение эффективности выполнения всех технологических операций.

Планы непрерывного совершенствования производства разделяют на две составляющие: улучшение работы и улучшение оборудования. Причем второе требует значительных затрат денежных средств и является необратимым процессом. Поэтому с экономической точки зрения выгоднее вначале проводить улучшение работы через реорганизацию производственных процессов, разработку стандартов по последовательности их выполнения для устранения большого количества производственных отклонений. По исчерпанию этих возможностей целесообразно переходить к улучшению оборудования.

## **Применение принципов системы в непроизводственной сфере**

Принципы предотвращения возможных задержек в выполнении процессов системы «точно в срок» применимы ко многим направлениям и непроизводственной деятельности: к ведению бухгалтерского учета, выполнению административных операций, вводу данных о приеме заказов, составлению графиков выполнения работ и т. д.

При применении системы «точно в срок» необходимо помнить, что, несмотря на ее простоту в теории, внедрение системы в деятельность организации весьма трудоемко. Поэтому рекомендуется начать с изучения работ, чтобы сократить выполнение операций, не увеличивающих потребительскую ценность продукции. В некоторых случаях целесообразно провести стандартизацию рабочих операций, чтобы снизить изменчивость производственных процессов и облегчить обучение сотрудников организации смежным навыкам.

Рассмотрим особенности применения системы «точно в срок» в ресторанном бизнесе. В некоторых ресторанах может быть использована поточная планировка размещения оборудования, в других — мелкосерийное производство при пооперационной планировке. В настоящее время большинство ресторанов быстрого питания пытается объединить эти подходы путем использования мелкосерийного метода при производстве и формирования удерживающих запасов на определенных уровнях. Например, в ресторанах используются стеллажи и резервуары для хранения готовой к реализации продукции, работники должны начинать производство новой партии, когда существующие запасы снижаются до специально установленных меток. В периоды между пиковыми часами рестораны могут готовить еду на заказ. Стимулом к использованию системы «точно в срок» будет улучшение качества блюд, сокращение отходов пищи, подвергшейся длительному хранению, и как следствие — повышение конкурентоспособности ресторана.

## Резюме

Грамотное управление всеми ресурсами организации способствует созданию цепочки ценностей для потребителя, поскольку налаженная политика работы с поставщиками, способствующая формированию долгосрочных взаимоотношений с ними, позволяет организации с полной уверенностью передавать в их адрес достоверную и полную информацию об имеющихся потребностях в материальных ресурсах. Результатом таких отношений становится организация производства продукции надлежащего качества, в оптимальном объеме и в требуемые сроки, что, в свою очередь, способствует выстраиванию системы надежного обслуживания потребителей.

Только детально сбалансированный план является действительно исполнимым планом производства, к которому ощущают доверие исполнители, зная, что лучшего варианта действий в данной ситуации им не найти. Эта психологическая установка является мощным фактором эффективной работы персонала, особенно в условиях российских предприятий, где традиционно на верхних уровнях использовалось «планирование от достигнутого», а на нижних — «планирование по дефициту».

Система MRP планирует потребность в номенклатурных позициях, двигаясь по структуре продукта сверху вниз. Анализ проводится с учетом сроков исполнения заказов на производство и закупку комплектующих, а также доступных складских запасов. Способность точно, своевременно и без значительных затрат осуществлять перепланирование является важным достоинством использования MRP-систем. При этом текущий пересчет может включать только те компоненты, которых коснулись изменения.

Не существует единственно верной и лучшей политики заказа, в каждом конкретном случае на каждом конкретном предприятии ее выбор будет строго индивидуален, что позволяет осуществлять диверсификацию в планировании производства.

Основная цель использования системы «точно в срок» заключается в предотвращении непроизводительного расходования любых ресурсов организации. В основе ее концепции лежат такие элементы, как неизменный уровень производства, тянущая система перемещения работ между производственными участками, закупка и производство продукции небольшими партиями, оперативное выполнение пусконаладочных работ, высококвалифицированный персонал, высокий уровень качества продукции, эффективное обслуживание оборудования, направленное на предупреждение поломок, непрерывное совершенствование работы по всем направлениям.

Использование системы «точно в срок» имеет и преимущества, и недостатки. Основными преимуществами использования метода являются:

- сокращение запасов в незавершенном производстве (сырья, материалов, комплектующих и т. д.);
- сокращение производственных площадей;
- высокая пропускная способность;
- активное вовлечение работников в процессы улучшения производства;
- создание положительной мотивации работников;
- постоянный, сбалансированный ритм работы;
- высокая производительность;
- высокий уровень качества обслуживания;
- гибкость системы при реакции на изменения потребностей покупателей;
- своевременная доставка.

Среди недостатков системы «точно в срок» отмечается:

- высокая вероятность сбоев в производстве при поломке оборудования в связи с низким уровнем WIP-запасов;
- существенные организационные изменения, требующие инвестирования значительных денежных средств, которые могут потребоваться при внедрении системы;
- кардинальное изменение роли менеджеров, что некоторые из них могут расценить как потерю личной власти.

## Ключевые термины

Material requirements planning (MRP) — планирование потребности в материалах

Bucketed system — система с агрегированием потребностей

Bucketless system — система без агрегирования потребностей

Closed-loop MRP — MRP с замкнутым циклом

Distribute resource planning (DRP) — система планирования распределения ресурсов

Distribution requirements planning (DRP) — планирование материальных потребностей

Lot for lot (L4L) – «партия за партией»  
Least total cost (LTC) – метод балансирования затрат  
Least unit cost (LUC) – метод наименьших удельных затрат  
Primary reports – первичные отчеты  
Secondary reports – вторичные отчеты  
Planned orders – плановые заказы  
Order releases – разрешение на выполнение плановых заказов  
Performance-control reports – отчеты по контролю за исполнением  
Exception reports – отчеты об исключительных ситуациях  
Action messages – рекомендации к действиям  
Parent item – материнское изделие  
Pegging – отслеживание потребности по родительским меткам  
Product structure tree – дерево структуры продукта  
Push system – толкающая система  
Pull system – тянущая система  
Work in progress (WIP) – незавершенное производство  
Minimum feasible lot size (MFL) – минимально-допустимый размер партии изделий

## Контрольные вопросы

1. Когда и с какой целью появились системы MRP?
2. Есть ли разница между системами MRP и MRPII? Если есть, то в чем она заключается?
3. Перечислите основные информационные составляющие MRP-систем.
4. Перечислите базовые модули системы MRPII.
5. Перечислите принципы работы MRP-систем.
6. Какие режимы работы MRP-систем вы знаете?
7. Перечислите возможные выгоды от применения MRP-систем.
8. В чем заключаются особенности организации производства по системе «точно в срок»?
9. Назовите основные элементы системы «точно в срок».
10. В чем разница между толкающим и тянущим методами координации работы?
11. Перечислите способы сокращения времени пусконаладочных работ в организациях.
12. Перечислите возможные преимущества и недостатки от внедрения системы «точно в срок».

## Кейс-стади

### Иллюстративные задачи

#### Задача 1

Велосипед состоит из 9 основных сборочных узлов: рамы, сборного переднего и заднего колеса, цепи, сборного сиденья, вилки, сборной тормозной системы, сборного руля и педали с кривошипным механизмом. Сборный руль состоит из стойки и двух рукояток. Переднее сборное колесо: шина, камера, обод, спицы (36 шт.), сборный барабан переднего колеса. Сборный барабан переднего колеса состоит из собственно барабана, двух подшипников качения, двух сепараторов подшипников качения, одной оси и двух цапф для оси. Сборная педаль с криво-

шипным механизмом состоит из: кривошипного механизма, зубчатого барабана, подшипников (2 шт.), сепаратора подшипников качения, цапфы и двух педалей.

### Задание

Составьте дерево структуры продукта, отобразив на нем основные сборочные узлы на уровне, непосредственно следующем за уровнем конечного изделия; дайте развернутую структуру сборного руля.

### Решение задачи

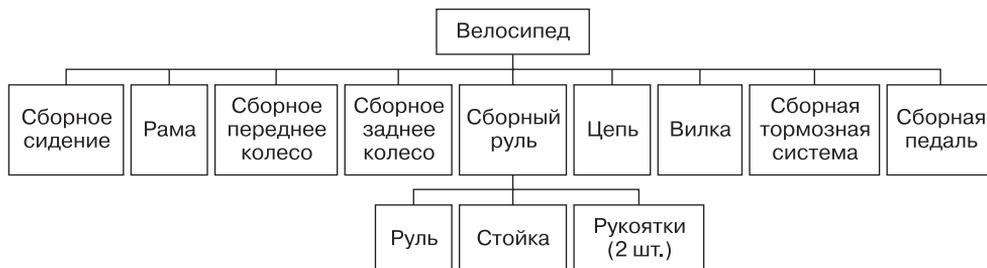


Рис. 13.4. Дерево структуры продукта

### Задача 2

На одном оборудовании обрабатываются четыре изделия (А, Б, В и Г). В табл. 13.1 представлены данные о продолжительности обработки единицы изделия, там же отображены ближайшая часть главного календарного плана производства, средняя продолжительность обработки на протяжении рабочего дня. При текущем уровне организации пуска налагодочных работ на переход от изготовления одного продукта к другому требуется 10 мин. Оборудование можно использовать на протяжении дня в течение 7 ч.

Таблица 13.1. Исходные данные для расчета

Изделие	Обработка единицы продукции, с	Уровень спроса на продукцию в день, шт.
А	30	370
Б	15	190
В	45	110
Г	20	90

### Задание

Определите минимальнодопустимый размер партии изделий.

### Решение задачи

На первом этапе необходимо определить продолжительность обработки изделий на оборудовании на протяжении дня, для этого необходимо сложить продолжительности обработки по каждому изделию:

$$(30 \times 370) + (15 \times 190) + (45 \times 110) + (20 + 90) = 20\,700 \text{ с.}$$

Определим время использования оборудования в течение дня в секундах:

$$7 \text{ ч} \times 60 \text{ м} \times 60 \text{ с} = 25\,200 \text{ с.}$$

Отсюда время на пусконаладочные работы рассчитывается как:

$$25\,200 - 20\,700 = 4500 \text{ с.}$$

С учетом того, что для изготовления каждого типа изделий требуется наладка оборудования в течение 10 мин, или 600 с, пусконаладочные работы на этом оборудовании можно выполнить:  $4500/600 = 7,5$  раза, или 7 раз без привлечения к сверхурочным работам.

Таким образом, 7 сеансов наладки оборудования обеспечивает производство 8 партий продукции в день (в случае если первое изделие, обрабатываемое на станке на протяжении каждого рабочего дня, — это изделие того же типа, что было изготовлено в конце предыдущего дня).

В результате проведенных расчетов получаем минимально допустимый размер партий изделий, который можно производить в течение одного рабочего дня на данном оборудовании. С учетом того, что в течение одного рабочего дня на данном оборудовании можно производить по две партии каждого изделия, размер каждой партии должен быть равен половине дневной потребности в производстве конкретного изделия: для изделия А — 185 шт., изделия В — 95 шт., В — 55 шт., Г — 45 шт.

## Задачи для самостоятельного решения

### Задача 1

В настоящий момент вы работаете за столом. Вам необходимо:

- построить дерево структуры стола, за которым вы занимаетесь;
- количество каждого компонента дерева структуры продукта, которое необходимо закупить или изготовить для производства 75 столов.

### Задача 2

Организация должна произвести 300 изделий на заказ в течение 10 недель. Структура дерева продукта представлена на рис. 13.5.

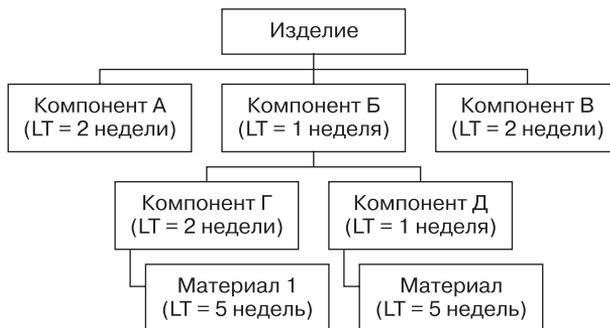


Рис. 13.5. Дерево структуры продукта

На закупку и изготовление каждого компонента и материала, приведенного на дереве структуры продукта, требуется период времени, указанный в скобках.

Без учета возможности брака в продукции определите:

- сколько компонентов необходимо заказать?
- когда должны быть размещены заказы?
- когда должно быть начато изготовление?

### Задача 3

На одном оборудовании обрабатываются три изделия (А, Б и В). В табл. 13.2 представлены данные о продолжительности обработки единицы изделия, там же отображены данные об уровне спроса на продукцию в день. При текущем уровне организации пусконаладочных работ на переход от изготовления одного продукта к другому требуется 15 мин. Оборудование можно использовать на протяжении дня в течение 7 ч.

Таблица 13.2. Исходные данные для расчета

Изделие	Обработка единицы продукции, с	Уровень спроса на продукцию в день, шт.
А	22	500
Б	15	250
В	50	110

#### Задание

Определите минимально допустимый размер партии изделий при условии, что время, выделяемое на наладку оборудования, равномерно распределяется между продуктами.

### Задача 4

В организации предприняты действия по сокращению пусконаладочных работ, в результате чего продолжительность наладки оборудования сокращена до величины, значение которой можно не принимать во внимание. Ресурсы организации доступны 800 мин в неделю на протяжении 5 рабочих дней. На рис. 13.6 приведены данные о производственных процессах при изготовлении двух изделий.

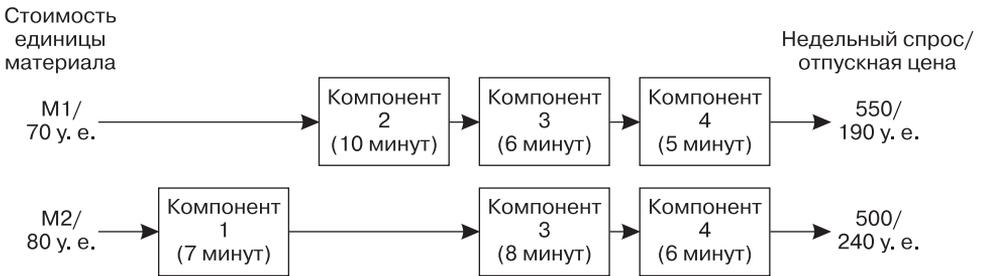


Рис. 13.6. Данные о производственных процессах при изготовлении двух изделий

#### Задание

- Местонахождение ограничения в производственной системе организации.
- Какой состав продукции обеспечит организации максимальный вклад в получение прибыли и сокращение накладных расходов?

## Литература

- Аткинсон Э. А., Банкер Р. Д., Каплан Р. С., Янг М. С. Управленческий учет. 3-е изд. М.: Вильямс, 2007.
- Гаврилов Д. А. Управление производством на базе стандартов MRP II. 2-е изд. СПб.: Питер, 2005.
- Канбан для рабочих / Пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2007.

4. *Козловский В. А., Маркина Т. В., Макаров В. М.* Производственный и операционный менеджмент: Учебник. СПб.: Спецлитература, 1998.
5. *Оно Т.* Производственная система «Тойоты». Уходя от массового производства / Пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005.
6. *Синго С.* Изучение производственной системы «Тойоты» с точки зрения организации производства / Пер. с англ. М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2006.
7. *Стивенсон В. Д.* Управление производством. М.: Лаборатория базовых знаний, БИНОМ, 1998.
8. *Чейз Р. Б., Эквилайн Н. Д., Якобс Р. Ф.* Производственный и операционный менеджмент. М.: Вильямс, 2001.
9. *Хоббс Д. П.* Внедрение бережливого производства: Практическое руководство по оптимизации бизнеса / Пер. с англ. Минск: Гревцов Паблицер, 2007.
10. *Dilworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.
11. *Wagner H. M., Whitin T. M.* Dynamic Version of the Economic Lot Size Model. Management Science. № 1. 1958.

## ГЛАВА 14

### Организация и оплата труда

Операционная система предприятия представляет собой взаимодействие различных аспектов деятельности менеджмента. Очевидно, что структура предприятия, выбранная технология, состояние оборудования влияют на распределение трудовых обязанностей в компании.

Проблемы, связанные с мотивацией, стимулированием, способами вознаграждения персонала за выполненную работу, то, как в компании распределяются обязанности, какие методы оплаты существуют, как сотрудники воспринимают деятельность своей организации, — от этого во многом зависят успехи компании.

#### 14.1. Внутренние и внешние вознаграждения

В современных теориях мотивации принято выделять два ее вида: внутреннюю и внешнюю.

Внутренняя мотивация связана с интересом к деятельности, со значимостью выполняемой работы, со свободой действий, возможностью реализовать себя, а также развивать свои умения и способности.

Внешняя мотивация формируется под воздействием внешних факторов, таких, как условия оплаты труда, социальные гарантии, возможность продвижения по службе, похвала или наказание руководителя и т. п. Они оказывают на мотивацию сильное, но не обязательно длительное воздействие. Более эффективной является такая система факторов, которая будет оказывать влияние как на внешнюю, так и на внутреннюю мотивацию. Соответственно и вознаграждения тоже разделяют на внутренние и внешние. К внутренним вознаграждениям можно отнести самоуважение, самосовершенствование, достижение результатов, приобретение новых знаний и навыков. К внешним вознаграждениям — вознаграждения, получаемые работником за свой труд: прямая оплата труда, социальные выплаты и пр. Оплата труда принадлежит к числу внешних вознаграждений и легче поддается изменению и контролю со стороны менеджмента компании. Именно внешние вознаграждения являются предметом операционного менеджмента.

В контексте мотивации понятие «вознаграждение» имеет более широкий смысл, чем просто деньги или удовольствие. Вознаграждением является все то, что человек считает ценным для себя. Но так как понятия ценностей у людей различны, то неодинакова и оценка вознаграждения, и ее относительная ценность. Внутреннее вознаграждение приносит сам процесс работы, например чувство удовлетворения от достижения высокого результата, значимости выполняемой работы. Дружеские отношения и общение, возникающие в процессе совместной деятельности между коллегами, также рассматриваются как внутреннее вознаграждение. Наиболее простым способом обеспечения данного вида вознаграждения служат создание соответствующих условий работы и точная постановка задач.

## 14.2. Планирование трудового процесса и распределение трудовых обязанностей

Планирование трудового процесса и распределение трудовых обязанностей базируются на формальном описании операций, которые необходимо выполнить, а также на неформальных представлениях рабочих об этих операциях, включая как структурные, так и межличностные аспекты трудового процесса. Любое рабочее задание — это не просто перечень задач, подлежащих выполнению в рамках компании на регулярной основе. Распределение трудовых обязанностей требует тщательного планирования, причем в процессе такого планирования должны быть учтены как интересы лиц, нанимаемых на постоянную работу в компании, так и интересы самой компании. Многие аспекты формирования операционной системы предприятия имеют непосредственное отношение к трудовым обязанностям, которые будут возложены на работников, и, следовательно, должны быть приняты во внимание в процессе их распределения. Эти аспекты могут быть отнесены к двум основным категориям:

### 1. Техничко-физические факторы:

- а) смысл рабочих заданий, состоящий в том, что операции, из которых они состоят, направлены на преобразование исходных ресурсов в требуемую готовую продукцию;
- б) физическая среда, в которой работнику придется выполнять рабочие задания, а именно — температура воздуха в помещении, освещение, уровень шума, наличие вредных испарений, необходимость поддерживать соответствующий внешний вид и, кроме того, меры безопасности.

### 2. Социально-психологические факторы:

- а) социальные факторы, или межличностные взаимоотношения членов коллектива, обусловленные организационной структурой предприятия и способом распределения производственных обязанностей;
- б) внутренние факторы, или внутренние психологические ощущения, появляющиеся у работников в результате выполнения ими своих обязанностей.

Полная занятость (постоянное рабочее место) в большинстве случаев предполагает выполнение работником определенной совокупности рабочих заданий за один рабочий день. Основная проблема планирования трудового процесса состоит в том, чтобы сформировать систему распределения трудовых обязанностей, охватывающую всю совокупность работ, необходимых для достижения целей компании.

Состояние экономики, стремительно меняющееся в современном мире, оказывает значительное влияние на то, насколько точно в рамках компании удастся определить круг трудовых обязанностей, которые должны выполнять ее сотрудники. В некоторых компаниях работники пережили стрессовые ситуации, связанные с уменьшением объема работ, задержками с оплатой труда, разделением рабочих мест между несколькими рабочими, использованием посменных групп временных рабочих, другие ситуации, связанные с пересмотром плана занятости рабочей силы. Многие традиционные рабочие места в том виде, в котором они существовали долгое время, в настоящий момент исчезают.

В современных условиях уровень гарантированной обеспеченности работой в той или иной компании уже снизился и, возможно, будет снижаться в дальнейшем. Неписаное социальное соглашение, в соответствии с которым компании предоставляют работникам гарантию занятости в обмен на их лояльность, в настоящее время коренным образом пересматривается. Не существует больше работы как структурированного набора трудовых обязанностей, выполняемых на принципах пожизненного найма, поскольку сам характер деятельности компаний достаточно часто меняется. В стремительно меняющемся мире компании не имеют возможности переписывать должностные инструкции и реформировывать организационную структуру предприятий достаточно часто. Ситуация складывается таким образом, что в будущем работники должны будут сами обеспечивать себе гарантию занятости (но не обязательно — гарантию занятости именно на данном предприятии).

Планирование трудового процесса в современных условиях предполагает предоставление рабочим большей степени свободы, больше возможностей для специальной подготовки, способов профессионального роста и адаптации к постоянно меняющимся условиям ведения бизнеса в рамках компании. Квалифицированные рабочие при соответствующем уровне мотивации должны быть задействованы на таком уровне реализации производственного процесса, на котором требуются глубокие знания условий и нюансов выполнения работы. Во многих случаях реализация предпринимательской функции работников компании обеспечивается посредством участия рабочих в самоуправляемых рабочих группах. Рабочая группа — небольшое количество специалистов с взаимодополняющими знаниями, действия которых направлены на достижение общей цели на основании методов, ответственность за которые разделяют все члены группы. Сотрудники, входящие в состав таких рабочих групп, обсуждают поставленные перед ними задачи с коллегами и планируют свою работу таким образом, чтобы по меньшей мере часть этой работы была направлена на улучшение результатов работы всей группы в целом. Во многих самоуправляемых рабочих группах общепринятой практикой является проведение собеседований с новыми работниками, имеющими основания претендовать на участие в группе, и утверждение кандидатур по результатам собеседования. Во время такого собеседования члены рабочих групп, имеющие одинаковый статус, в неформальной (а во многих случаях — даже в формальной) обстановке собирают информацию, необходимую для того, чтобы оценить возможности нового работника в плане производительности его труда.

Самоуправляемые рабочие группы продолжают функционирование вплоть до реорганизации подразделения компании, в состав которого входит группа. Рабочие группы несут большую ответственность за свой сектор работ. Некоторые компании, ведущие бизнес в динамичных, высокотехнологичных областях, используют в своей работе другие методы удовлетворения стремительно меняющихся требований рынка. Все более популярна в качестве основного способа организации производственного процесса такая форма работы, как проект. В соответствии с таким подходом в рамках компании очерчивается совокупность проектов и формируются рабочие группы по их реализации. По мере перехода компании к другим видам деятельности изменяются конечные цели, стоящие перед проектами, и происходит реорганизация рабочих групп с целью их участия в реализации

новых проектов. Одни и те же специалисты могут одновременно входить в состав нескольких рабочих групп. Подобный подход существенно отличается от традиционного детального описания трудовых полномочий с последующим жестким распределением обязанностей между работниками компании.

### 14.3. Роль планирования трудового процесса

Планирование трудового процесса в значительной мере определяет наличие элементов мотивации в рабочих заданиях. Сотрудники компании, которые удовлетворены своей работой, обеспечивают более высокое качество обслуживания. Планирование трудового процесса с учетом эффективности трудовых движений и требований эргономики способствует уменьшению утомляемости рабочих в процессе выполнения трудовых обязанностей, сокращению объема затрат на производство продукции. Все это приводит к более энергичному выполнению работником своих обязанностей и в конечном итоге к повышению качества продукции. Оплата труда и другие внешние вознаграждения устанавливают соответствие между интересами работников компании и благосостоянием как самой компании, так и ее клиентов. Различные системы коллективного поощрения способствуют повышению эффективности коллективной работы. Оптимально разработанные схемы оплаты труда стимулируют работников к обеспечению более высокого уровня обслуживания потребителей и к поиску путей снижения объема затрат в процессе создания ценностей.

### 14.4. Множественные цели планирования трудового процесса

Любая работа должна представлять собой разумный компромисс между тремя по меньшей мере типами факторов, свойственных трудовому процессу. Она должна быть выполнима с технической, поведенческой и экономической точек зрения. Организация труда должна решать следующие задачи.

- **Технико-технологические.** Любое рабочее задание — это совокупность задач или обязанностей, подлежащих выполнению. Нанятый работник должен обладать определенной квалификацией для решения поставленных перед ним задач с привлечением необходимого оборудования и технологических систем. Сама сущность работы должна быть направлена на трансформацию исходных ресурсов в требуемую готовую продукцию. Сложность рабочего задания не должна выходить за рамки разумного уровня квалификации работника или его физической и умственной выносливости. Правильный выбор технологических процессов и оборудования, так же как и надлежащее комплектование и подготовка персонала, способствует обеспечению технической осуществимости рабочих заданий.
- **Экономические.** Совокупность рабочих заданий, подлежащих выполнению в рамках компании, должна оставаться в рамках возможностей предприятия выплачивать за них вознаграждение. Затраты на оплату труда работников, на обеспечение их оборудованием, необходимым для выполнения работы, а также на обслуживание зданий и инфраструктуры, в пределах которых выполняется работа, не должны быть слишком большими.

- **Психофизиологические (поведенческие).** Некоторые характеристики трудового процесса могут повлиять на восприятие работником своих собственных действий, на его восприятие действий других работников компании, на характер взаимоотношений членов коллектива компании. Задача, поставленная перед работником, может вызвать у него чувство значимости своего труда как важного элемента деятельности всей компании. Ощущения, получаемые в процессе выполнения трудовых обязанностей, оказывают влияние на заинтересованность работников компании в максимально эффективном выполнении поставленных перед ними задач. Любое рабочее задание представляет собой нечто большее, чем совокупность простых движений, подлежащих выполнению. Рабочие задания, не имеющие четкой структуры, требуют активизации творческих и умственных способностей человека, поэтому положительная оценка его работы играет жизненно важную роль в обеспечении достаточного уровня производительности труда. Даже рутинная работа, имеющая четкую, фиксированную структуру, требует от работника определенной заинтересованности в ее выполнении и приложения к этому необходимых усилий.

Помимо личностных поведенческих аспектов выполнение трудовых обязанностей сопровождается взаимодействием членов коллектива, которое может в конечном итоге привести к проявлению группового поведения. Неформальные объединения или группы рабочих и служащих могут оказывать значительное влияние на эффективность работы компании в целом. Отношение к работе быстро распространяется между членами коллектива, поэтому взаимоотношения работников компании, имеющих одинаковый ранг, или давление со стороны вышестоящих коллег по работе могут стать причиной для многих мотивированных поступков работников компании.

### **Согласование различных целей, формулируемых в ходе планирования трудового процесса**

Чтобы выстоять в конкурентной борьбе, компания должна добиться экономической осуществимости поставленных перед ней задач в целом и трудового процесса в частности. Такая необходимость может стать причиной того, что техническая эффективность будет повышаться за счет снижения удовлетворенности и заинтересованности работников компании в выполнении возложенных на них обязанностей. Вознаграждение за выполнение рабочего задания может оказаться при этом неудовлетворительным и привести к невыполнению работы или к ее выполнению без должной мотивации и отдачи. Равнодушное отношение рабочих и служащих к работе, невыход на работу без уважительных причин, большая текучесть кадров и/или забастовки могут привести к чрезмерному увеличению объема затрат на выпуск продукции и к неосуществимости поставленных перед компанией задач с экономической точки зрения. С другой стороны, компания не может допустить критического снижения эффективности рабочих заданий только на том основании, что их необходимо сделать максимально удобными для персонала. Необходимо планировать трудовой процесс таким образом, чтобы он приносил удовлетворение рабочим и служащим и чтобы не снижалась эффективность трудового

процесса в целом. Более того, уровень мотивации рабочих должен быть таким, чтобы он способствовал повышению качества продукции.

Менеджеры и социологи продолжают поиск способов оптимального распределения трудовых обязанностей между работниками компании. Проблема осложняется тем, что у каждого человека существует свой собственный набор способностей, ожиданий и стремлений, обусловленный определенным воспитанием. С другой стороны, каждой компании свойственны специфические потребности и корпоративная культура. Следовательно, одна и та же концепция планирования трудового процесса не может быть универсальной и с одинаковым успехом применяться во всех ситуациях без исключения. Многие из предложенных концепций ориентированы на предупреждение или преодоление чрезмерной специализации труда. Один из факторов, которые следует тщательно проанализировать в процессе распределения трудовых обязанностей, — это приемлемый уровень специализации труда.

### Специализация труда

Специализация предполагает выполнение работником повторяющихся операций. Специализация имеет как сильные, так и слабые стороны (табл. 14.1). С одной стороны, специализация способствует достижению высокой производительности и снижению издержек производства. С другой стороны, специализация оказывает негативное влияние на рабочих. К недостаткам специализации для работников можно отнести монотонность труда, незначительный вклад работника, то, что работа практически не позволяет совершенствовать профессиональные навыки. При планировании трудового процесса многие компании применяют разные подходы, такие как, например, система труда с расширенными обязанностями и социотехническая система труда.

**Таблица 14.1.** Возможные преимущества и недостатки специализации труда

<b>Преимущества</b>
Легче найти квалифицированных рабочих для выполнения того или иного рабочего задания, поскольку требуется меньше навыков, которыми должен обладать рабочий
Требуется меньше времени для подготовки рабочих
Из-за «эффекта кривой производительности труда», обусловленного повторяемостью одних и тех же операций, сокращается продолжительность производственного цикла
Тарифные ставки ниже из-за невысоких требований к уровню квалификации
Упрощена процедура календарного планирования времени выполнения операций и определения должностных обязанностей, поскольку эти операции уже выполнялись ранее
В большинстве случаев возможен более высокий уровень механизации и автоматизации производственного процесса
<b>Недостатки</b>
Низкий уровень гибкости; во многих случаях достаточно трудно изменить объем работ, подлежащий выполнению тем или иным рабочим, поскольку он не обладает разнообразными навыками
Фактический уровень квалификации рабочих может оказаться слишком высоким для выполнения рабочих заданий, что может вызвать у рабочих чувство несоответствия того, чем они заняты, их возможностям

Таблица 14.1. Продолжение

У рабочих может отсутствовать чувство вовлеченности в дела компании, поскольку на своих рабочих местах они не вносят большого вклада в выпуск готовой продукции или в предоставление услуг
Многочисленное повторение одних и тех же операций может вызвать у рабочих чувство однообразности труда
Неудовлетворенность рабочих своими трудовыми обязанностями может найти выражение в невыходах на работу без уважительных причин, в высокой текучести кадров, в недовольстве работой, в требованиях более высокой оплаты труда, в забастовках, саботаже и т. д.

## 14.5. Некоторые подходы к организации труда

Существует несколько подходов к организации трудового процесса, позволяющих добиться оптимального уровня специализации труда. Некоторые из этих подходов, применение которых дало положительные результаты во многих (хотя и далеко не во всех) компаниях, рассматриваются ниже.

Иерархическая теория Маслоу служит надежным инструментом управления. Каждый руководитель должен четко знать, полагает Самуэль Дип, какие потребности можно удовлетворить:

- за счет или на уровне всей организации;
- на отдельном рабочем месте;
- с помощью изменения стиля руководства, лидерства.

Для этого можно построить несложную таблицу (табл. 14.2).

Таблица 14.2. Взаимосвязь производственной среды и потребностей

Производственная среда	Иерархия потребностей				
	физические	безопасность	социальные	оценка	самореализация
Рабочее место	Чистота на рабочем месте	Безопасные условия труда	Хорошее взаимодействие с товарищами	Работа, бросающая вызов	Проекты с высоким индивидуальным вкладом в общество
Организация	Приемлемый уровень заработка	Система пенсий	Общие собрания, коллективный отдых за счет компании	Как можно меньше правил и инструкций	Стимулирование индивидуального участия в управлении
Лидер	Позволять, где необходимо, делать перерывы и паузы	Быть защитой для рабочих	Создавать дружественную атмосферу	По достоинству оценивать результаты труда	Побуждать к творчеству и выдвижению новых идей

## Двухфакторная теория Герцберга

Во второй половине 1950-х гг. Фредерик Герцберг с сотрудниками разработал новую модель мотивации, основанную на потребностях, и предложил несколько общих способов повышения уровня мотивации и удовлетворенности рабочих. Согласно выводам Герцберга, существуют две основные группы факторов, сопро-

вождающих процесс организации труда, которые он назвал «*факторами условий труда*» («гигиеническими») и «*мотивирующими факторами*».

*Факторы условий труда* связаны с окружающей средой, в которой осуществляется работа, а мотивации — с самим характером и сущностью работы. Согласно этой модели, при отсутствии или недостаточном проявлении факторов условий труда у рабочего возникает неудовлетворенность работой. Однако если они достаточны, то сами по себе не вызывают удовлетворения работой и не могут мотивировать работника на что-либо. В отличие от этого отсутствие или неадекватность мотиваций не приводит к неудовлетворенности работой. Однако их наличие в полной мере вызывает удовлетворение и мотивирует работников на повышение эффективности деятельности.

Гигиенические факторы носят внешний характер по отношению к самой работе и имеют отношение главным образом к среде, в которой выполняется работа. Политика компании, условия труда, методы контроля, формы оплаты труда, взаимоотношения членов коллектива — все эти аспекты трудового процесса можно отнести к наиболее важным гигиеническим факторам. Если факторы такого типа не учитываются в процессе организации труда, рабочие и служащие вряд ли будут удовлетворены возложенными на них трудовыми обязанностями. Гигиенические факторы способствуют достаточно усердному выполнению работниками своей работы, но не стимулируют их к существенному повышению производительности труда.

Другая группа факторов — *мотивирующие факторы* — обеспечивает наличие у рабочих и служащих реальных стимулов к тому, чтобы стремиться к превышению общепринятых норм производительности труда или выполнять возложенную на них работу на исключительно высоком уровне. Эти факторы имеют внутренний по отношению к работнику характер. Признание, ответственность, карьерный рост, а также ощущение личного роста — все эти факторы можно отнести к числу наиболее эффективных мотивов, побуждающих людей прикладывать максимальные усилия к выполнению своих трудовых обязанностей.

## **14.6. Модель распределения трудовых обязанностей на базе характеристик работы**

Стимулирующие факторы позволяют определить те аспекты трудового процесса, которые мотивируют рабочих и служащих на эффективное выполнение трудовых обязанностей. Однако перечень стимулирующих факторов не позволяет сформулировать конкретные рекомендации по поводу схемы распределения трудовых обязанностей. Модель распределения трудовых обязанностей на базе характеристик работы позволяет организовать трудовой процесс таким образом, чтобы включить в него максимальное количество стимулирующих факторов. Согласно этой модели, существует пять характеристик трудового процесса, представляющих особое значение для формирования мотивационной структуры той или иной работы:

- разнообразие профессиональных навыков исполнителя, или степень активизации различных способностей исполнителя, требуемых для выполнения той или иной работы;

- тождественность рабочих заданий, или возможность выполнения соответствующей работы как совокупности идентифицируемых операций, направленных на получение видимых результатов;
- значимость рабочих заданий, или степень осознания исполнителем важности влияния результатов его работы на жизнь других людей, имеющих или не имеющих отношения к самой компании;
- автономность исполнителя, или степень свободы его действий в процессе календарного планирования и определения конкретных процедур выполнения рабочих заданий;
- обратная связь, или возможность получения исполнителем исчерпывающей информации об уровне производительности его труда.

Существует несколько подходов к распределению и перераспределению трудовых обязанностей, которые используются для того, чтобы обеспечить перечисленными выше характеристиками ту работу, которую будут выполнять члены персонала компании.

### **Ротация рабочих заданий**

Ротация рабочих заданий сводится к периодическому чередованию выполняемых заданий среди рабочих с целью снижения однообразности ежедневного выполнения одной и той же работы. Этот метод позволяет внести некоторое разнообразие в действия, выполняемые работниками, но он не дает реального улучшения структуры распределения трудовых обязанностей. С течением времени у рабочего может появиться ощущение того, что выполнение двух различных чрезмерно специализированных рабочих заданий ничем не лучше, чем выполнение одного такого задания. Тем не менее в некоторых случаях ротация рабочих заданий, позволяющая рабочим развивать дополнительные профессиональные навыки, может активизировать их интерес к работе и повысить самооценку рабочих.

### **Кружки качества и рабочие группы по улучшению качества продукции**

Кружки качества — это рабочие группы, функционирующие на добровольных началах и имеющие в своем составе от пяти до двенадцати представителей одной и той же сферы деятельности компании, которые регулярно встречаются с целью идентификации и решения проблем, связанных с их работой. Участие в подобных группах позволяет рабочим получить тот практический опыт, который нужен для реализации поставленных перед ними задач. Участники кружков качества имеют возможность использовать в своей работе такие профессиональные навыки, которые они не получают на основном месте работы. Кроме того, успешное решение конкретных проблем позволяет участникам подобных рабочих групп осознать значимость своей деятельности, повысить свой профессиональный уровень. Для идентификации потенциальных проблем и успешного их решения таким группам необходима информация о том, насколько эффективны усилия, направленные на решение возникающих проблем, и насколько успешно продвигается выполнение соответствующих работ.

Рабочим, принимающим участие в кружках качества, предоставляется определенная свобода действий, которая выражается в возможности высказать свое мнe-

ние по поводу проблемных моментов в их работе и внести свой вклад в решение возникших проблем.

**Рабочие группы по улучшению качества продукции** функционируют не на постоянной основе, а формируются как специальные команды для решения конкретных проблем. Участие в таких группах имеет те же преимущества, что и участие в кружках качества. Кроме того, назначение в группу по улучшению качества продукции представляет собой одну из форм признания, что также входит в число стимулирующих факторов.

### **Горизонтальное расширение трудовых обязанностей**

Горизонтальное расширение трудовых обязанностей предполагает включение в состав рабочих заданий, подлежащих выполнению тем или иным рабочим, дополнительных заданий аналогичного профиля, не связанных ни с предварительным планированием хода работ, ни с проверкой результатов выполнения заданий. Горизонтальное расширение трудовых обязанностей позволяет рабочему выполнять всю возложенную на него работу при наличии таких ее характеристик, как тождественность и значимость рабочих заданий. Помимо этого, горизонтальное расширение трудовых обязанностей позволяет повысить разнообразие профессиональных навыков исполнителя.

### **Вертикальное расширение трудовых обязанностей**

Вертикальное расширение трудовых обязанностей, так же как и горизонтальное расширение, предполагает увеличение количества и разнообразия рабочих заданий, подлежащих выполнению тем или иным работником. Однако вертикальное расширение подразумевает еще и ответственность исполнителя за предварительное планирование хода работ и/или проверку результатов выполнения рабочих заданий. В случае вертикального расширения трудовых обязанностей рабочий должен быть обеспечен обратной связью, позволяющей получить информацию о содержании работы, если предполагается, что он несет ответственность за ее предварительное планирование и за результаты выполнения. Вертикальное расширение трудовых обязанностей позволяет организовать трудовой процесс, обеспечивающий наличие всех пяти характеристик рабочих заданий.

### **Социотехнические системы**

Термин «социотехнические системы» отображает взаимосвязь технологической системы, требуемой для выполнения рабочих заданий, и социальной организации коллектива, в котором осуществляется трудовой процесс. Любая производственная система представляет собой сочетание технологической и социальной систем. В производственной системе должен быть предусмотрен технологический процесс преобразования исходных ресурсов в требуемую продукцию. С другой стороны, производственная система — это также и группа людей, взаимодействующих с целью выполнения необходимых технологических операций. Поскольку в обязанности операционных менеджеров входит координация усилий групп работников по выполнению различных технологических операций, они должны в равной степени проявлять интерес к обоим аспектам социотехнической системы.

Концепция социотехнических систем распределения трудовых обязанностей имеет обобщенный характер и не определяет точных подходов к организации труда. Как правило, планирование трудового процесса в соответствии с концепцией социотехнических систем сводится к формированию автономных рабочих групп, каждая из которых отвечает за какой-либо важный участок работы. Члены автономных рабочих групп принимают совместные решения по вопросам планирования хода работ в рамках группы, по вопросам выбора методов труда. Задача группы состоит в создании системы тесных взаимосвязей ее членов, в выработке коллективной ответственности за выполнение работы. Таким образом, многие аспекты социотехнических систем, отображающие межличностные взаимоотношения членов коллектива, вырабатываются в процессе функционирования рабочих групп, а не предписываются в формальном порядке. Члены рабочих групп имеют возможность обмениваться трудовыми обязанностями, которые они выполняют в процессе работы группы. В результате может сформироваться компактная социальная группа, которая способна эффективно выполнять поставленные перед ней технические задачи.

Существует ряд рекомендаций по вопросу организации труда в рамках рабочих групп. В частности, эти рекомендации касаются выполнения следующих требований:

- ответственность за выполнение рабочих заданий должна носить обоснованный характер;
- разнообразие трудовых обязанностей должно укладываться в разумные пределы;
- выполнение рабочих заданий должно основываться на обеспечении возможностей обучения исполнителей;
- членам рабочей группы должна быть предоставлена свобода действий в процессе принятия решений;
- трудовые обязанности членов группы должны быть в определенной степени согласованы с их общественной жизнью;
- у членов рабочей группы должно быть ощущение того, что их работа приведет к достижению желаемых целей в будущем.

Кроме того, в числе дополнительных рекомендаций можно назвать следующие:

- обеспечение минимума конкретных требований к способам выполнения задач, поставленных перед коллективом рабочей группы;
- разрешение разногласий между членами рабочей группы на уровне, максимально приближенном к источнику их возникновения;
- обеспечение обратной связи от более высоких уровней иерархической системы управления с теми отделами и участками, в которых, собственно, и выполняется то или иное действие в рамках трудового процесса.

Рабочие группы могут вносить свой вклад в функционирование вспомогательных служб, таких как подбор и подготовка персонала, оценка производительности труда и продвижение продукции на рынок. Все эти виды деятельности, доступ-

ные для членов рабочих групп, позволяют сформировать такой стиль поведения членов коллектива, который необходим для обеспечения успешной деятельности компании.

Во многих авторитетных компаниях сформированы рабочие группы, которые функционируют на принципах социотехнических систем. За счет использования рабочих групп и других форм организации труда в сочетании с передовой технологией производства товаров или предоставления услуг на некоторых предприятиях удалось обеспечить производительность труда, которая на 30–50% выше, чем на предприятиях с традиционной организацией труда. Такой рост производительности достигнут главным образом на новых предприятиях, созданных специально с учетом требований социотехнических систем организации труда и осуществляющих процесс создания ценностей на базе передовых технологий.

В табл. 14.3 представлена сравнительная характеристика устаревшего и нового подходов к организации трудового процесса.

**Таблица 14.3.** Сравнительная характеристика организационного и распределительного подхода к планированию трудового процесса

<b>Характеристика</b>	<b>Устаревший подход</b>	<b>Новый подход</b>
Предположительная оценка пожеланий исполнителей	Рабочие преимущественно продают свое время за определенную плату. Отсутствует заинтересованность в процессе принятия решений и в ответственности за них. Действиями рабочих необходимо руководить	У рабочих есть желание внести свой вклад в работу компании. Рабочие стремятся к самостоятельности действий, к участию в делах компании и к ответственности за свои действия
Стиль руководства и структура организации труда	Жесткий контроль над действиями рабочих; ограниченная сфера контроля, за которую несут ответственность менеджеры. Разветвленная система организации труда со множеством уровней управления	Рабочие обеспечены большей свободой действий в процессе выполнения своих обязанностей. Система организации труда имеет горизонтальный характер и минимальное количество уровней управления
Распределение трудовых обязанностей	Имеет место упрощение трудовых обязанностей с целью обеспечения возможности более легкого обучения рабочих. Работник вносит незначительный вклад в выпуск конечной продукции	Планирование хода работ входит в обязанности исполнителя. Имеет место горизонтальное и вертикальное расширение трудовых обязанностей. Существует возможность чередования рабочих заданий
Гарантия занятости и лояльность	Работник обеспечен работой до тех пор, пока поддерживается достаточный уровень спроса на продукцию, которую выпускает компания. В период спада деловой активности компании за старшими специалистами сохраняются их рабочие места	Трудовые обязанности специалистов, работающих по найму, при необходимости меняются. Работники рассчитывают на гарантию занятости в случае, если они продолжают повышать свою квалификацию и вносят свой вклад в создание ценностей для потребителей
Способ оплаты труда	Почасовая оплата труда; возможно дополнительное вознаграждение отдельных работников за высокую производительность труда	Работники получают твердый оклад и дополнительное вознаграждение за повышение коллективной производительности труда по результатам деятельности рабочих групп

## **Возможности вертикального расширения трудовых обязанностей на предприятиях различных типов**

Организация труда в некоторых промышленных предприятиях и предприятиях, принадлежащих к сфере услуг, уже сама по себе обеспечивает персонал этих предприятий значительной свободой действий в процессе выполнения достаточно разнообразных трудовых обязанностей. Это касается как работников, занятых поддержанием контактов с потребителями, так и работников, занятых непосредственно производством продукции.

Трудовой процесс на предприятиях единичного производства состоит из совокупности производственных заданий нескольких типов; квалифицированные рабочие, задействованные в единичном производстве продукции, во многих случаях должны самостоятельно определять способы выполнения операций. Для некоторых сервисных предприятий также характерно определенное разнообразие операций, которые выполняет персонал отдела обслуживания потребителей и работники отдела сбыта продукции в процессе поддержания контактов с клиентами и выполнения других служебных обязанностей.

Предприятия по мелкосерийному производству изделий выпускают определенный ассортимент продукции. В случае если производственный процесс на предприятиях такого типа организован по функциональному принципу, работник может выполнять свои производственные обязанности с использованием только одной единицы производственного оборудования. Выпуск изделий крупными партиями приводит к тому, что рабочий выполняет одну и ту же работу на протяжении длительного промежутка времени. Производство изделий более мелкими партиями позволяет оператору чаще менять тип выполняемых им операций. Организация производственного процесса по принципу формирования технологических ячеек позволяет рабочим освоить несколько операций, образующих процесс изготовления изделия. В случае внедрения гибкого автоматизированного производства на предприятиях по выпуску изделий партиями рабочие получают возможность заниматься выполнением операций по изготовлению всей детали или сборочного узла. Таким образом, в этом случае рабочие задания обладают такими характеристиками, как тождественность и значимость.

На предприятиях массового производства, а также в компаниях сферы обслуживания с узкой специализацией предоставляемых услуг горизонтальное расширение трудовых обязанностей чрезвычайно затруднено, особенно при отсутствии специального оборудования. Решить проблему может вертикальное расширение трудовых обязанностей. Тем не менее организация рабочих групп позволяет обеспечить трудовой процесс на этих предприятиях всеми необходимыми характеристиками. В обязанности каждой рабочей группы входит выполнение работ на определенном участке сборочной линии. Рабочие, входящие в состав каждой рабочей группы, приблизительно знают свои трудовые обязанности, однако дальнейшим совершенствованием работы на данном участке сборочной линии занимается уже вся группа на базе коллективных действий всех ее членов. Через определенные промежутки времени рабочие, входящие в состав одной группы, могут чередовать выполняемые ими операции. Обратная связь позволяет обеспечить рабочую группу информацией о том, насколько эффективна ее работа, какова производитель-

ность работы предприятия в целом. Таким образом, подобная организация труда предполагает такое распределение трудовых обязанностей, которое требует от рабочих определенного разнообразия профессиональных навыков, обеспечивает их обратной связью, определенным уровнем автономности и участием в процессе принятия решений.

Менеджеры должны осознавать, что вертикальное расширение трудовых обязанностей не является некой волшебной палочкой, которая поможет решить все проблемы мотивации работников компании. Для того чтобы увеличить вероятность успешной реализации программы вертикального расширения трудовых обязанностей, в рамках компании необходимо проанализировать некоторые условия организации трудового процесса. Технология выпуска изделий или предоставления услуг должна быть достаточно гибкой, чтобы обеспечить возможность расширения трудовых полномочий работника. Кроме того, рабочие должны быть положительно настроены по отношению к расширению их обязанностей и должны воспринимать это расширение как часть процесса совершенствования деятельности компании в целом. Помимо всего прочего, успеху реализации программы вертикального расширения трудовых обязанностей должен сопутствовать адекватный уровень гигиенических факторов организации труда.

Далеко не каждый трудовой процесс можно реструктурировать таким образом, чтобы на его основе можно было реализовать процедуру вертикального расширения трудовых обязанностей. Кроме того, не все рабочие стремятся к подобному расширению своих полномочий. Тем не менее все рабочие хотят, чтобы с ними обращались как с людьми, обладающими разумом и эмоциями, а не только парой рук. Именно этот принцип является основополагающей идеей многих концепций организации труда. В хороших компаниях обязательно учитывается тот факт, что рабочие независимо от того, насколько специализированным трудом они заняты, положительно настроены по отношению к компании, если их держат в курсе происходящих событий, если с ними обращаются уважительно. Теперь, получив представление о том, каким образом можно организовать трудовой процесс на принципах удовлетворенности исполнителей своей работой и их мотивации, необходимо проанализировать вопрос повышения эффективности работы. В следующем разделе рассматривается один из важнейших аспектов планирования трудового процесса — автоматизация или механизация труда.

## 14.7. В каких случаях используются технические средства

В процессе организации и реорганизации трудового процесса руководству компаний во многих случаях приходится решать вопрос о целесообразности использования технических средств, предназначенных для выполнения всей совокупности рабочих заданий (или части этих заданий). В современных условиях компании стремятся к получению конкурентных преимуществ самыми разными способами, в том числе посредством внедрения автоматизации производства на своих предприятиях. Точно так же, как страны с низким уровнем оплаты труда стремятся к увеличению своего присутствия на глобальных рынках, страны с высоким уровнем оплаты труда ищут способы сокращения затрат на оплату труда посредством применения автоматизации. Разнообразные технические средства могут найти

свое практическое применение во многих ситуациях. В предыдущей главе представлены некоторые идеи относительно того, каким образом автоматизация и компьютеризация производственного процесса позволяют повысить эффективность работы компании. В табл. 14.4 представлены некоторые общие характеристики средств механизации труда, которые используются для получения компанией конкурентных преимуществ. Существует ряд причин, которые могут стать основанием для применения автоматизации в компаниях различных типов. В числе этих причин назовем следующие аспекты включения машин и механизмов в трудовой процесс.

### Увеличение скорости и оперативности выполнения операций

В гастрономах с целью сокращения количества служащих и времени ожидания покупателей у касс используются сканеры штрихкодов. В компаниях, занимающихся розничной и оптовой торговлей, а также на промышленных предприятиях для установления связи между компьютерами этих фирм и компьютерами поставщиков используется электронный обмен данными (EDI). Система EDI позволяет осуществлять быстрый обмен заказами и подтверждениями между заказчиками и поставщиками, а также сократить количество ошибок, допускаемых служащими.

**Таблица 14.4.** Некоторые потенциальные преимущества механизации, автоматизации или компьютеризации

Возможность применения в процессе выполнения стандартных повторяющихся рабочих заданий с параллельным обеспечением возможности восприятия и реагирования на предварительно заданные условия
Отсутствие необходимости в перерывах на отдых, сон, праздники, отпуск; не требуется пенсионного обеспечения или возможностей карьерного роста
Отсутствие чувства однообразия выполняемых операций; сохранение внимательности на требуемом уровне; необходимость профилактического обслуживания или ремонта
Выполнение большего количества операций
Стабильный режим выполнения точных повторяющихся движений
Наличие специальных приборов для индикации превышения допустимых уровней радиации и шума
Возможность мгновенного сохранения данных и их извлечения, оперативного реагирования на запросы, вывода на экран компьютера полученных результатов и передачи в адрес получателя больших объемов данных
Возможность функционирования в неблагоприятной окружающей среде (жара, холод, испарения, невесомость, избыточные перегрузки, недостаток кислорода или продовольствия)

### Выполнение работы с применением современного оборудования

Технические средства могут использоваться для выполнения многократно повторяемых, неинтересных для человека рабочих заданий; для выполнения работы на тех участках, где испарения, электрические разряды, горячие искры или радиация делают эту работу опасной для человека; наконец, для подъема слишком тяжелых грузов. Например, на автомобильных заводах роботы используются на тех производственных участках, на которых выполняется слишком много работ по точечной сварке, где по причине слишком интенсивного искрообразования человеку работать опасно.

### **Снижение объема затрат на выпуск продукции**

В некоторых случаях автоматизация производственных операций позволяет сократить объем затрат на выпуск продукции. Это касается прежде всего простых повторяющихся операций, которые выполняются на протяжении двух или трех смен за один рабочий день.

### **Совершенствование качества продукции**

Станки и оборудование могут обеспечить выполнение рабочих заданий, требующих многократного повторения одних и тех же операций. Следовательно, они позволяют выпускать продукцию с обеспечением минимальных отклонений от заданных параметров, что очень важно для предприятий, занимающихся выпуском больших объемов продукции. Обеспечение точности при изготовлении деталей позволяет, в свою очередь, быстрее и качественнее монтировать готовые единицы продукции.

Некоторые участки производственного процесса по изготовлению полупроводников требуют применения автоматизации по той причине, что на этих участках необходимо обеспечить чрезвычайно высокий уровень чистоты окружающей среды, исключив при этом загрязненность микроскопическими частицами, попадающими в атмосферу от человеческого дыхания, из волос и кожи.

### **Поиск потенциальных возможностей практического применения некоторых систем и методов автоматизации**

Руководству компаний следует непрерывно пересматривать возможности практического применения различных систем и методов автоматизации по мере изменения условий конкурентной борьбы, требований к выполнению рабочих заданий, совершенствования доступных технологий.

С появлением в компаниях более доступных технологий требования к выполнению рабочих заданий будут изменяться. В промышленном производстве продолжится снижение количества живого труда, затраченного непосредственно на изготовление изделий. Новые рабочие места будут создаваться в сфере разработки новых прикладных систем автоматизации оборудования, в сфере его профилактического обслуживания. Возрастет также количество рабочих мест для специалистов, занятых разработкой, модификацией и сопровождением прикладных программ управления автоматизированным оборудованием. По мере дальнейшего совершенствования систем с элементами искусственного интеллекта все больше офисных и сервисных операций будет выполняться с привлечением средств автоматизации.

Подготовка и переподготовка специалистов, которые уже сейчас должны учитываться в процессе планирования трудового процесса в условиях стремительно меняющегося делового мира, в дальнейшем будут играть еще более важную роль в процессе организации труда.

Когда трудовой процесс организован таким образом, что часть работ выполняет оборудование, а часть — человек, целесообразно проанализировать проблему, взаимодействия для того, чтобы разработать оптимальную модель организации трудового процесса.

## **Взаимодействие рабочих и оборудования**

Во многих случаях трудовой процесс разрабатывается таким образом, чтобы в выполнении рабочих заданий были задействованы взаимодополняющие характеристики рабочих и оборудования. Планировщик заданий должен в первую очередь проанализировать вопрос о том, в каких случаях машины могут расширить возможности рабочих в процессе выполнения возложенных на них трудовых обязанностей. Кроме того, он должен определить способы наиболее продуктивного сочетания труда рабочих и функций оборудования, количество и тип единиц оборудования в расчете на одного рабочего.

## **Построение карт выполнения операций**

Для определения количества единиц оборудования, подлежащих обслуживанию одним рабочим, используются **карты выполнения операций**, которые иногда называют картами «рабочий — машина». В одном столбце такой карты фиксируются все действия, выполняемые рабочим, а в другом столбце — все действия, выполняемые единицей (единицами) оборудования. Такие же карты могут использоваться для отображения операций, выполняемых группой рабочих; в таком случае для каждого рабочего должен быть выделен отдельный столбец.

Построение карты выполнения операций имеет перед собой две цели. Во-первых, карта описывает рассматриваемый метод выполнения операций таким образом, что это описание позволяет составить оценку осуществимости всего рабочего задания. Во-вторых, такая карта представляет собой основу для проведения анализа процесса изготовления изделий на предмет усовершенствования этого процесса, сравнения различных вариантов внесения усовершенствований и выбора наиболее приемлемого из них. Карты выполнения операций можно использовать для оценки первоначальной схемы организации труда, для периодической проверки этой схемы в дальнейшем, чтобы определить, нужно ли менять существующую схему организации труда или усовершенствовать ее.

## **14.8. Экономия трудовых движений и эффективность труда**

Большинство рабочих избегают выполнения холостых движений, особенно если это приводит к излишней усталости. Безусловно, человек должен получать за выполненную работу социальное и психологическое вознаграждение. Однако при этом работа должна выполняться с обеспечением разумного уровня эффективности. Несмотря на то что теория изучения трудовых движений была разработана еще на заре становления научного менеджмента, она до сих пор используется в качестве одного из основных инструментов снижения усталости рабочих в процессе выполнения трудовых обязанностей и для сокращения непроизводительного расходования рабочего времени. В некоторых случаях рабочих обучают принципам повышения эффективности труда и возлагают на них ответственность за разработку своих собственных результативных методов выполнения трудовых обязанностей.

Для анализа операций, выполняемых рабочими на постоянных рабочих местах, проводится подробное изучение движений и микродвижений. В соответствии

с процедурой исследования каждое движение правой и левой руки рабочего фиксируется в карте, которая называется операционной картой или картой движений правой и левой руки. Движения рук могут перечисляться с разным уровнем детализации, однако в большинстве случаев для описания движений используются такие их элементы, как протягивание руки, захват, перемещение и размещение детали, сборка изделия. В карту может быть включено схематическое описание рабочего места; в ней могут быть указаны расстояния перемещения рук, которые можно использовать для описания и анализа схемы выполнения рабочих заданий.

Задача изучения трудовых движений состоит в исследовании операций, выполняемых рабочими, и в отыскании возможностей оптимизации совершаемых движений с целью повышения их эффективности (т. е. с целью сокращения трудоемкости операций) и/или для снижения утомляемости рабочих в процессе выполнения операций. Оптимизация трудовых движений заключается в устранении всех ненужных элементов и в определении наилучшего порядка выполнения оставшихся элементов. Каждый шаг выполнения операции должен быть проанализирован на предмет того, можно ли устранить или упростить соответствующее движение, объединить его с каким-либо другим движением, заменить более простым или перегруппировать элементы операций таким образом, чтобы получить улучшенную схему выполнения движений.

Пятнадцать принципов повышения эффективности труда, перечисленные в табл. 14.5, могут быть использованы в процессе разработки рациональных схем выполнения движений. Эти принципы или правила могут выгодно применяться для повышения эффективности труда в магазинах, на сервисных предприятиях, а также для оптимизации административно-управленческих работ. Не все пятнадцать принципов применимы к выполнению каждой возможной операции; тем не менее они действительно представляют собой базу для повышения эффективности труда и сокращения утомляемости рабочих, занятых ручным трудом. В компаниях может быть внедрена практика обучения рабочих и служащих принципам повышения эффективности труда и приемам совершенствования методов труда. В таком случае работники компании будут лучше подготовлены к самостоятельной организации труда и к внесению предложений по совершенствованию методов выполнения операций.

**Таблица 14.5.** Принципы повышения эффективности труда

<b>Принципы оптимального использования возможностей человеческого тела</b>
1. Работа должна выполняться машинами в случае, если машины больше подходят для выполнения операций или если данная работа опасна для человека
2. Инструменты и материалы должны располагаться в фиксированных местах в порядке, позволяющем поддерживать естественный ритм движений; инструменты и материалы должны находиться достаточно близко друг от друга для того, чтобы движения были быстрыми, а время зрительной фиксации движений — минимальным
3. Руки должны начинать и завершать движения по возможности синхронно, и ни одна из рук не должна простаивать (за исключением времени отдыха)
4. Движения рук должны быть синхронными и симметричными
5. Следует отдавать предпочтение плавным дугообразным движениям перед прямолинейными движениями с последующей резкой сменой направления

Таблица 14.5. Продолжение

<p>6. Движения должны быть классифицированы таким образом, чтобы в процесс их выполнения вовлекались только те группы мышц, которые необходимы для удовлетворительного выполнения рабочего задания. В порядке возрастания эти группы выглядят следующим образом:</p> <p>а) только пальцы;</p> <p>б) пальцы и запястья;</p> <p>в) пальцы, запястья и нижняя часть руки;</p> <p>г) пальцы, запястья, нижняя и верхняя часть руки;</p> <p>д) кисти рук, руки, тело</p>
<p><b>Принципы организации рабочего места, ориентированной на повышение производительности труда рабочих</b></p>
<p>7. Безопасность рабочего — вопрос первостепенной важности, который необходимо решить в процессе планировки рабочего места</p>
<p>8. Стулья, кабели, вентиляция, освещение, а также другие элементы рабочего места должны быть подходящими как для конкретного рабочего задания, так и для оператора, который его выполняет</p>
<p>9. Для доставки обрабатываемых деталей в места их использования целесообразно применять, там, где это возможно, наклонные желоба для подачи изделий под силой их собственного веса или другие средства автоматической транспортировки</p>
<p>10. Инструменты, материалы и органы управления оборудованием должны иметь фиксированное положение недалеко от мест использования, а также должны располагаться в порядке, обеспечивающем оптимальную последовательность и маршрут выполнения движений</p>
<p><b>Принципы использования оборудования с целью повышения производительности труда рабочих</b></p>
<p>11. Следует по возможности применять компьютеры, а также другие средства автоматизации и механизации ручного труда с целью повышения производительности</p>
<p>12. Тиски и другие зажимные приспособления можно использовать для точного фиксирования деталей в определенном положении, освобождая тем самым руки для выполнения более важной работы, чем простое удерживание объекта</p>
<p>13. Механические направляющие устройства можно использовать в процессе установки обрабатываемых деталей в заданное положение, чтобы сократить время, усилия и необходимость сосредотачивать внимание</p>
<p>14. Применение (где это возможно) устройств с автоматическим управлением и устройств, приводимых в действие с помощью ног, способствует освобождению рук для выполнения более важной работы или снижению утомляемости рабочих</p>
<p>15. Механизированные системы должны проектироваться таким образом, чтобы их обслуживание требовало минимального количества движений оператора и приложения усилий только в разумных пределах</p>

### Изучение микродвижений

Изучение микродвижений — это способ детализированного анализа трудовых движений, который в некоторых случаях используется для исследования рабочих заданий, выполняемых в процессе массового производства продукции. Для осуществления анализа микродвижений используется так называемая карта семнадцати движений, аналогичная карте движений правой и левой руки. Отличие состоит только в том, что движения в данной карте описываются на основе семнадцати базовых элементарных движений, которые называются **треблигами**. Треблиги — это очень мелкие элементы движений, которые могут быть упорядочены определенным способом для выполнения любого задания точно так же, как

различные комбинации и последовательности всего 26 букв алфавита образуют любое слово английского языка. Термин «треблиги» образован в результате обратного прочтения фамилии Гилберт (Gilberth); такое словообразование термина является своеобразным признанием вклада Фрэнка Гилберта и его жены Лилиан (Frank, Lilian Gilberth) в теорию изучения трудовых движений и временных затрат на самой заре ее становления.

Изучение микродвижений используется не очень широко, поскольку дополнительные расходы, которые требуются для подобного анализа трудового процесса, не всегда оправданы. Кроме того, запись движений на пленку во многих случаях искажает реальный ход выполнения операций, над которыми ведется наблюдение, может отвлекать внимание других рабочих от выполнения ими своих трудовых обязанностей.

Неэффективное использование рук можно определить как с помощью изучения трудовых движений, так и посредством анализа микродвижений. Специалисты, занимающиеся подобными исследованиями, обращают особое внимание на длительные простои, перемещение рук на большое расстояние или без особой необходимости, на использование рук для выполнения действий, которые могли бы выполняться с применением таких механических устройств, как различные зажимные приспособления. Пересмотр этих движений и их модификация могут привести к повышению производительности труда и/или к выполнению операций при более низком уровне утомляемости рабочих.

## 14.9. Человеческий фактор и эргономика

В процессе распределения трудовых обязанностей наряду с социальными и психологическими факторами трудового процесса необходимо учитывать и физическое воздействие работы на человека, который ее выполняет. **Инженерная психология**, или эргономика, — это практическое применение информации о характеристиках человека в процессе разработки используемого им оборудования, способов применения этого оборудования, в процессе формирования среды (окружения), где работники выполняют свои трудовые обязанности.

Все люди отличаются друг от друга по таким параметрам, как физические характеристики и имеющиеся навыки. Скорость протягивания руки к объекту, точность установки объекта в нужное положение, количество энергии, расходуемой рабочим на выполнение операций, — все это зависит от того, каким образом спланировано и оборудовано рабочее пространство. Специалисты по изучению трудовых движений составили специальные таблицы, содержащие данные о выполняемых человеком движениях по таким параметрам, как дальность перемещения, амплитуда движений, расход энергии, скорость реагирования, рабочая высота, и по некоторым другим переменным. Поскольку все люди разные, эти данные представлены вместе с диапазоном возможных отклонений, свойственных большинству людей. Данные такого типа, которые называют «антропометрическими данными», можно использовать в процессе разработки оборудования, максимально совместимого с характеристиками человека.

Точно так же, как сиденье водителя в автомобиле может быть установлено в разные положения в зависимости от параметров водителей, на рабочем месте произ-

водственного рабочего сиденье также должно допускать изменение положения. Необходимо предусмотреть способы переустановки обрабатываемых деталей в зависимости от характеристик конкретного рабочего или наоборот, рабочий должен иметь возможность изменять свое собственное положение относительно объекта труда. В некоторых компаниях разработка принципов эргономики основана на непосредственном вовлечении рабочих, участвующих в производственном процессе, поэтому рабочие имеют возможность улучшить условия труда, которые причиняют им особое неудобство или создают излишние трудности.

Один из аспектов трудового процесса, который привлекает в настоящее время все больше внимания, — это проблема получения травм в результате чрезмерных нагрузок. Уровень травматизма высок среди работников, трудовые обязанности которых связаны с интенсивным использованием клавиатур, кассовых аппаратов и электронных сканеров для считывания штрихкодов. У некоторых из этих работников начинают болеть пальцы, кисти рук, запястья, локти или плечи. Уровень травматизма этих органов в большинстве случаев выше на тех рабочих местах, где работникам приходится многократно повторять одни и те же усилия и/или где есть большая нагрузка на суставы. Во многих случаях увеличению количества подобных травм способствует вибрация. Поскольку травматизм суставов связан с выполнением повторяющихся операций, опасность его появления представляет собой еще одну причину для организации перерывов в работе, ротации рабочих заданий, регулярного приспособления рабочего пространства к физическим особенностям оператора.

В процессе формирования среды, в которой рабочие могли бы наиболее эффективно выполнять свою работу, необходимо учесть и другие аспекты физиологии человека. Температура в помещении должна по возможности поддерживаться в допустимых пределах, желательно — на уровне, комфортном для конкретного рабочего. При выполнении работы в экстремальных условиях необходимо предоставлять рабочим дополнительные перерывы на отдых и на другие нужды. Уровень шума на промышленных предприятиях может быть слишком высоким или даже разрушительным для человеческого слуха. Следовательно, работа в экстремальных условиях требует обеспечения рабочих средствами защиты органов слуха. Интенсивность и контрастность освещения должны соответствовать типу операций, выполняемых рабочими. Особую заботу необходимо проявлять о том, чтобы не допускать слишком яркого освещения или других условий, которые могут вызвать перенапряжение зрения. Изложенный выше материал иллюстрирует тот факт, что существует множество обстоятельств, которые необходимо тщательно проанализировать в процессе планирования трудового процесса и распределения трудовых обязанностей.

## **14.10. Разработка методов оплаты труда**

Одна из частей планирования трудового процесса — это его стимулирование. Поведение человека можно активизировать, направлять и поддерживать посредством его мотивации. Мотивация работников в определенной степени связана с вознаграждениями, получаемыми ими в процессе работы на компанию.

## Основные формы оплаты труда

Основными формами оплаты труда являются *почасовая, окладная, сдельная и коммиссионные*.

Почасовая и окладная основаны на времени, затрачиваемом на выполнение работы и тарифных ставках. Сдельная оплата основывается на сменной выработке, иногда сдельную оплату дополняют гарантированной ставкой. Коммиссионные, как правило, можно рассматривать как сдельную заработную плату за количество продаж. В табл. 14.6 приведены типы систем оплаты труда, их преимущества и недостатки.

**Таблица 14.6.** Преимущества и недостатки применения разных типов оплаты труда

Тип системы	Применение	Преимущества	Недостатки
Оплата по заслугам	Индивидуальное	Поощряет выполнение конкретной работы, легко выработать критерии оплаты за сверхурочную работу	Субъективизм, плохо связана с целями экономической деятельности
Участие в прибыли	Групповое	Связывает результаты экономической деятельности с вознаграждением работника	Часто групповая или индивидуальная деятельность не коррелируется с экономическими результатами
Участие в доходах	Групповое	Вознаграждение напрямую связано с групповым выполнением конкретной работы	Контролю издержек придается излишнее значение. Мало-пригодно для стратегических изменений
Аккордные и индивидуальные премии	Групповое или индивидуальное	Дает возможность вознаграждать за конкретную деятельность и отношение к работе	Не всегда связаны с целями и результатами
Поощрения за квалификацию	Индивидуальное	Позволяет поощрять повышение квалификации и рост профессионализма	Может не влиять на результаты экономической деятельности
Сдельная оплата	Индивидуальное или групповое	Поощряет конкретные достижения по выпуску продукции	Нежелательное соперничество среди рабочих, необходимо соблюдать нормы

Системы стимулирования разбивают на две группы: оплата индивидуальных исполнителей и системы стимулирования, охватывающие всю организацию.

## Некоторые типы систем индивидуальной оплаты труда

Существует множество разнообразных способов индивидуальной оплаты труда на базе производительности труда исполнителя. Цель систем индивидуального поощрения состоит в стимулировании каждого работника к выпуску как можно большего количества готовой продукции. В некоторых случаях эта цель может противоречить задачам компании в целом. Концепция организации производства продукции «точно в срок» (JIT) предполагает выпуск только такого количества изделий, которое позволяет удерживать на самом низком уровне объем материальных запасов и в то же время сохранять гибкость производственного процесса компании. Выплата надбавок к заработной плате за производство дополнитель-

ной продукции, влекущее за собой увеличение затрат на хранение материальных запасов, не согласуется с задачей сокращения непроизводительных затрат. На многих предприятиях, работающих по схеме организации производства продукции «точно в срок», особое внимание уделяется коллективной работе, взаимной поддержке и обеспечению высокого уровня качества. Системы коллективного поощрения (которые рассматриваются далее) представляются более приемлемыми для оплаты труда на предприятиях подобного типа, в особенности если существует тесная взаимозависимость различных рабочих заданий. В случае если оплата труда работников зависит от количества выпущенной ими продукции, следует позаботиться о том, чтобы такая оплата осуществлялась с учетом качества этой продукции.

### ***Сдельная оплата труда***

В соответствии с системой сдельной оплаты труда рабочему выплачивается определенная сумма за единицу продукции независимо от объема выпущенной продукции. Главное преимущество сдельной оплаты труда состоит в ее простоте: ни у компании, ни у работника не возникает никаких сложностей с подсчетом суммы, причитающейся ему за выполненную работу.

### ***Система оплаты труда по нормо-часам***

Система оплаты труда по нормо-часам аналогична сдельной оплате труда, но отличается от нее тем, что каждому работнику гарантируется выплата базовой тарифной ставки, даже если среднее количество продукции, выпущенной им за период платежа, ниже норм выработки для данного вида работ. Производительность рабочего может быть выражена количеством нормо-часов, потраченных на изготовление продукции. Оплата за определенный промежуток времени эквивалентна производству базовой тарифной ставки на количество нормо-часов, израсходованных на выпуск продукции на протяжении данного периода.

Чаще всего объем продукции, выпущенной рабочим, подсчитывается за весь промежуток времени, на протяжении которого он работает над изготовлением одного и того же изделия. Система оплаты труда по нормо-часам — это система оплаты «один к одному», поскольку рабочему выплачивается 100% причитающейся ему суммы за каждую единицу продукции, выпущенную в соответствии с нормой выработки, плюс надбавки за каждую дополнительную единицу продукции. Труд рабочих, нанятых на условиях оплаты труда по принципу «один к одному» и выпускающих продукцию сверх уровня, на котором начинается выплата надбавок, оплачивается точно так же, как и при сдельной оплате труда. Оплата при любом уровне производительности начисляется по следующей формуле:

$$\text{Оплата} = \text{Почасовая базовая тарифная ставка} \times \text{Количество отработанных часов} \times \text{Выплачиваемая надбавка.}$$

Оплата труда рабочего ниже уровня, на котором начинается выплата надбавок, вычисляется по формуле:

$$\text{Оплата} = \text{Почасовая базовая тарифная ставка} \times \text{Количество отработанных часов.}$$

### ***Оплата труда по принципу участия рабочих и служащих в доходах компании***

Система участия в доходах гарантирует оплату труда по базовым тарифным ставкам при одновременном увеличении оплаты не более чем на 1% за каждую процентную точку перевыполнения норм выработки. Таким образом, работник и компания разделяют между собой доход или добавочный дивиденд за работу, выполненную сверх нормы.

Работник может получать 70, 50% или любой другой процент премиальной оплаты; остаток может поступать в распоряжение компании на покрытие затрат на нормирование труда, на учет выпущенной продукции, на другие административные расходы.

В некоторых случаях та часть доходов, которая не выплачивается рабочим, непосредственно занятым производством продукции, распределяется между членами руководящего звена и вспомогательными рабочими, которые обеспечивают поддержку производственного процесса.

Участие в доходах предполагает выплату надбавок на каком-либо уровне производительности, превышающем 100% от нормы выработки. В таком случае сумма, подлежащая выплате работнику, вычисляется как произведение коэффициента участия в доходах на объем продукции, выпущенной сверх нормы, с последующим прибавлением полученного результата к тарифной заработной плате за данный период.

Некоторые системы оплаты труда основаны на нелинейном соотношении между объемом производства и заработной платой. В большинстве случаев по мере роста объема производства размер премиальной оплаты за превышение нормы увеличивается при достижении оплаты, равной двум тарифным ставкам.

### ***Системы коллективного поощрения труда***

Денежное вознаграждение за выполненную работу может выплачиваться как отдельным работникам, так и рабочим коллективам. Системы коллективной оплаты труда существенно упрощают процесс нормирования труда и начисления заработной платы, в особенности если группа исполнителей работает над производством продукта или предоставлением услуги на базе выполнения взаимосвязанных функций.

### ***Системы коллективного поощрения на базе прямой оплаты труда***

Системы коллективного поощрения устанавливают прямую оплату труда в зависимости от совокупного для данной группы объема продукции, позволяют упростить процедуру учета выпущенной продукции и процесс управления, позволяют сократить количество накладных расходов.

Система коллективного поощрения данного типа сводится к распределению премиального вознаграждения между членами рабочей группы пропорционально базовой тарифной ставке каждого работника. Подобная система оплаты труда может привести к давлению со стороны рабочих одного ранга в том смысле, что за каждым из работников группы осуществляется наблюдение на предмет выполнения им своей доли работы. Однако успех системы коллективного поощрения в значительной степени зависит от действий руководящего звена в плане мотивации рабочих и служащих.

### ***Системы оплаты труда по принципу участия в прибылях и на основе достигнутого сокращения затрат на выпуск продукции***

Менеджмент компании заинтересован в получении прибылей, которые гарантировали бы его жизнеспособность и развитие. Эту цель должны в равной степени ставить перед собой как владельцы компании, так и работающие в ней менеджеры и рядовые работники. Существуют системы оплаты труда по принципу участия в прибылях, имеющие своей целью обеспечение заинтересованности работников компании в ее устойчивости, в формировании оптимальной схемы получения прибылей. Оплата труда по принципу участия в прибылях упрощает администрирование системы поощрительных вознаграждений, поскольку не требует оценки вклада каждого работника в производство продукции. При системе оплаты труда по принципу участия в прибылях рабочие и служащие не ощущают прямой зависимости между усилиями, которые они прилагают к выполнению трудовых обязанностей, и материальным вознаграждением за эти усилия. Следовательно, участие в прибылях в одинаковой степени представляет собой и программу урегулирования отношений между членами коллектива, и систему поощрительных вознаграждений.

**Участие в прибылях** — это любая процедура, согласно которой работодатель в дополнение к существующим ставкам заработной платы выплачивает или предоставляет постоянным работникам (при условии их соответствия обоснованным критериям пригодности) дополнительные текущие или отсроченные платежи, определяемые на основании прибылей, получаемых компанией. В мировой практике система оплаты по принципу участия в прибылях применяется все более широко. Премияльное вознаграждение может выплачиваться один раз в квартал, в полгода, в год или в любой другой промежуток времени. В соответствии с некоторыми системами данного типа премияльное вознаграждение выплачивается в качестве прямого дохода; по другим системам доля работника перечисляется в пенсионный фонд; возможны также комбинированные системы оплаты труда по принципу участия в прибылях.

Оплата труда по принципу участия в прибылях может зависеть не только от производительности труда работников, но и от других параметров, которые в большинстве случаев находятся вне контроля рабочих. Изменения уровня спроса, ассортимента изделий, технологии, стоимости материалов, заработной платы и премияльных вознаграждений должностных лиц оказывают влияние на оставшуюся часть дохода, подлежащую распределению между владельцами компании и ее работниками. Может сложиться ситуация, когда на протяжении определенного промежутка времени рабочие получают премияльное вознаграждение, не прилагая дополнительных усилий к выполнению трудовых обязанностей. В то же время на протяжении другого периода они могут работать в очень напряженном режиме и не получать при этом никакого дополнительного вознаграждения. Этапы экономического цикла, на котором находится хозяйственная система, конкурентная борьба могут стать причиной формирования неблагоприятных условий для наемных рабочих, получающих заработную плату по системе участия в прибылях. В то же время сотрудничество с менеджерами и другими рабочими, которое возникает и укрепляется благодаря использованию подобной системы оплаты, может привести к усовершенствованию методов труда и соответственно к дальнейшему укреп-

плению позиций компании на рынке. Увеличение доли компании на рынке, в свою очередь, позволит каждому члену коллектива компании почувствовать большую уверенность в будущем.

### **План Скэнлона**

Участие в прибылях и доходах — главные системы финансового стимулирования, распространяющиеся на всю организацию. Участие в доходах предусматривает выплату бонусов всем работникам организации, отличается от системы участия в прибылях двумя важными аспектами: оцениваются контролируемые издержки, учитывается степень участия в управлении.

Под системами участия работников в прибыли своей компании понимается в первую очередь разделение между ними и компанией той дополнительной прибыли, которая была получена в результате повышения производительности или качества. При этом рассматриваются производительность всего предприятия или производственного участка, т. е. групповая или коллективная эффективность и соответственно результаты работы, и случаи, когда премируются все работники, а не несколько избранных. Отметим, что все эти системы ориентированы на работников, получающих почасовую заработную плату, индивидуальные трудовые усилия которых не всегда напрямую связаны с конечным результатом. Это и служащие, и рабочие-повременщики.

Среди таких систем наиболее известной системой распределения доходов является план Скэнлона.

**План Скэнлона** (*Scanlon plans*) — система стимулирования, предусматривающая выплату работникам премий в том случае, если отношения трудозатрат к выручке от продаж окажется меньше планового норматива, причем величина премии пропорциональна достигнутой экономии затрат. Система Скэнлона основана на распределении между работниками и компанией экономии издержек на заработную плату, полученных в результате повышения производительности труда, конкретно — выработки в расчете на одного работника. Первоначально определяется доля фонда заработной платы в стоимости объема реализованной продукции. В случае снижения данного показателя за определенный период, когда доля фактического фонда заработной платы в стоимости продукции будет меньше доли фонда заработной платы, сумма экономии, подлежащая распределению, исчисляется как разница между фондом заработной платы.

Полученная экономия распределяется в пропорции 1 : 3 между компанией и работниками. Из суммы, предназначенной для премирования работников, часть направляется в резервный фонд, а оставшаяся часть распределяется между работниками в зависимости от их трудового вклада в увеличение объема реализованной продукции. Как и любая другая система участия работников в распределении прибыли, система Скэнлона предполагает активное вовлечение рядовых рабочих и служащих в управление, особенно в определение путей повышения производительности труда. Сам изобретатель системы Джозеф Скэнлон, один из функционеров профсоюза металлургов, верил, что рабочие смогли бы, если их должным образом стимулировать, предоставить руководству информацию о том, как повысить эффективность работы предприятия. Сама методика, применяемая в системе Скэнлона, предопределяет сферу ее эффективного использования. В сущности,

система Скэнлона направлена на снижение доли издержек на заработную плату в стоимости продукции, на обеспечение опережающих темпов роста производительности труда по отношению к заработной плате и поэтому применима на тех предприятиях или производственных участках, где доля живого труда велика (равно как и в тех непроизводственных службах, где много ручной работы). Там же, где доля издержек на заработную плату в стоимости продукции низкая, размер премий работникам, исчисленный по системе Скэнлона, будет мизерный и эффективность такого метода стимулирования производительности — ничтожная.

## Резюме

В данной главе проанализирован ряд методов мотивации работников и удовлетворения их требований к трудовому процессу. Такие характеристики трудового процесса, как разнообразие профессиональных навыков исполнителя, тождественность рабочих заданий, значимость рабочих заданий, автономность исполнителя и обратная связь, способствуют повышению мотивации работников. Вертикальное расширение трудовых обязанностей делает труд рабочих более разнообразным и позволяет им принимать участие в процессе принятия решений.

Экономия трудовых движений и инженерная психология — это более традиционные подходы к повышению эффективности трудового процесса, которые фокусируют внимание главным образом на технико-физических аспектах труда.

В компании не должны прекращаться усилия, направленные на совершенствование методов труда. Менеджерам следует постоянно стремиться к тому, чтобы поощрять персонал своих компаний к непрерывному поиску усовершенствований. Изменения, затрагивающие технологию производства, объем и ассортимент выпускаемой продукции, а также изобретательность человека, являются основанием для внесения усовершенствований в трудовой процесс. Конкурентное давление и/или потенциальный рост прибылей служит мотивом к изучению различных методов повышения эффективности труда.

Индивидуальные и коллективные системы прогрессивной оплаты труда применяются в некоторых компаниях в качестве средств мотивации рабочих, в качестве способа участия рабочих в прибылях, полученных в результате повышения производительности их труда. В соответствии с системой индивидуального поощрения труд работника может оплачиваться по полной тарифной ставке за выпуск единиц продукции сверх нормы. Система оплаты труда по принципу участия в прибылях, а также другие системы коллективного поощрения применяются в случаях, когда, например, администрирование системы индивидуального поощрения было бы обременительным или когда успешное выполнение работы зависит от выполнения рабочими группами совокупности взаимосвязанных операций. Среди систем коллективного поощрения, которые были успешно внедрены на некоторых предприятиях, можно назвать план Скэнлона.

## Ключевые термины

Внутренние вознаграждения

Внешние вознаграждения

Планирование трудового процесса и распределение трудовых обязанностей

Рабочая группа, команда  
Стимулирующие факторы  
Гигиенические факторы  
Разнообразие профессиональных навыков исполнителя  
Тождественность рабочих заданий  
Значимость рабочих заданий  
Автономность исполнителя  
Обратная связь  
Ротация рабочих заданий  
Кружки качества  
Рабочие группы (команды) по совершенствованию методов труда  
Горизонтальное расширение трудовых обязанностей  
Вертикальное расширение трудовых обязанностей  
Социотехнические системы  
Автономные рабочие группы  
Карта выполнения операций  
Изучение трудовых движений  
Изучение микродвижений  
Треблиги  
Инженерная психология (эргономика)  
Получение травм в результате чрезмерных нагрузок  
Мотивация  
Почасовая оплата труда  
Сдельно-почасовая оплата труда  
Системы прогрессивной оплаты труда  
Сдельная оплата труда  
Система оплаты труда по нормо-часам  
Система оплаты труда по принципу участия в доходах  
Система оплаты труда по принципу участия в прибылях  
План Скэнлона

## Упражнения с использованием сети Интернет

1. Многие компании на своих web-сайтах размещают информацию о возможностях трудоустройства в этих компаниях и о возможностях карьерного роста, которые предлагает компания. Посетите сайт интересующей вас компании. Перейдите по ссылке на ту страницу, которая содержит информацию о возможностях трудоустройства, и ознакомьтесь с этой информацией. Затем составьте список внутренних и внешних вознаграждений, которые компания предположительно стремится обеспечить посредством соответствующей организации труда. На основании полученной информации ответьте на вопрос, может ли у вас появиться желание работать на данную компанию. Обоснуйте свой ответ.
2. Компания ЗАО «Мултон» размещает на своем web-сайте [www.career.multon.ru](http://www.career.multon.ru) подробное описание должностных обязанностей по ряду рабочих мест. Выберите должность, которая вас интересует, оцените состав трудовых обязанностей в соответствии с одним из подходов к организации труда, рассмотренных в данной главе (двухфакторная теория Герцберга, модель организации труда в соответствии с характеристиками работы или концепция социотехнических систем). Проанализируйте выбранную должность по такому параметру, как уровень специализации, которого она требует, в том числе положительные и отрицательные аспекты такого уровня специализации.

## Литература

1. *Дафт Р.* Менеджмент / Пер. с англ. 6-е изд. СПб.: Питер, 2007.
2. *Лидерство* / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
3. *Пауто В. П.* Организация, оплата и нормирование труда на предприятии. М.: КНОРУС, 2005.
4. *Системы оплаты труда* / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.
5. *Управленческое консультирование. Введение в профессию (Managament Consulting)* / Пер. с англ.; науч. ред. А. А. Гладышев. М.: Планум, 2004.
6. *Чейз Р. Б., Эквилайн Н. Д., Якобс Р. Ф.* Производственный и операционный менеджмент. М.: Вильямс, 2001.
7. *Энциклопедия систем мотивации и оплаты труда* / Пер. с англ.; под ред. Д. Бергер, Л. Бергера. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009.
8. *Dilworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.

# ГЛАВА 15

## Нормирование труда и нормативы времени

### 15.1. Нормирование труда и нормативы времени

Организация рабочего процесса и других элементов операционной системы компании в значительной мере сводится к распределению трудовых обязанностей между рабочими и служащими этой компании. По ряду причин, которые рассматриваются ниже, важнейшим фактором успешной организации рабочего процесса считается время, требуемое для выполнения различных производственных и сервисных операций. Здесь представлен краткий обзор наиболее широко распространенных методов хронометража времени выполнения рабочих заданий.

Нормирование труда — это основанная на применении специальных методов оценка времени, которое требуется квалифицированному рабочему для выполнения того или иного рабочего задания или его элемента. Время, которое предположительно потребуется для выполнения задания, называют «нормативом времени», «нормативом труда», «нормой выработки», или просто «нормативом». Норматив времени задает точную продолжительность выполнения конкретного рабочего задания (или его элемента) квалифицированным рабочим при нормальной интенсивности труда. Норматив времени может быть выражен в количестве минут на единицу готовой продукции, в количестве единиц готовой продукции, выпускаемых за один час, или любым другим соотношением между временем и выполненной работой.

#### Применение нормативов времени

Нормативы времени могут найти свое применение на нескольких участках деятельности компании, в частности:

- Планирование объема производственных мощностей. Нормативы времени используются для определения объема производственных мощностей предприятия, необходимого для выпуска требуемого количества готовой продукции.
- Календарное планирование. Нормативы времени позволяют определить, когда будет выполнена та или иная работа для заказчика и когда работники смогут перейти к выполнению других заданий.
- Определение требуемой загрузки процессов. Нормативы времени позволяют отслеживать оптимальный уровень загрузки процессов, реализуемых в рамках предприятия, равномерно распределять всю совокупность заданий между работниками.
- Определение структуры затрат. На основании нормативов времени определяется, какая часть затрат, пошедших на производство товаров и предоставление услуг, приходится на оплату труда персонала.

- Оценка альтернативных вариантов в процессе принятия решений. Нормативы времени представляют собой критерий, в соответствии с которым на основании сравнительного анализа различных направлений улучшения работы компании (таких, как применение альтернативных методов работы или технологий) оценивается их способность обеспечить более высокий уровень производительности. Кроме того, нормативы времени позволяют определить, в какой степени квалификация работников соответствует базовому уровню.

### **Сферы применения нормирования труда**

Многие операции, выполняемые рабочими и служащими на предприятиях и в учреждениях, подлежат измерению и нормированию. Существуют три общих критерия, на основании которых можно определить те виды работ, которые поддаются нормированию:

1. Работа должна поддаваться учету в разрезе количества операций, выполненных одним работником.
2. Выполнение рабочих заданий должно носить стабильный характер.
3. Для того чтобы хронометраж трудового процесса и ведение учета было экономически оправданными, объем работ должен быть достаточно большим.

На промышленных предприятиях, где выполнение рабочих заданий или по крайней мере определенной их части носит повторяющийся характер, нормирование труда применяется достаточно интенсивно. Совсем иначе обстоит дело с предприятиями сферы услуг — здесь применение нормирования труда встречает определенные трудности. Прежде всего это объясняется некоторыми базовыми характеристиками предприятий сферы обслуживания, среди которых стоит упомянуть многообразие сервисных операций, а также их интеллектуальную насыщенность — достаточно трудно измерить количество или производительность интеллектуального труда.

## **15.2. Методы нормирования труда**

Существует несколько методов нормирования труда. Рассмотрим их.

### **Хронометраж**

По существу, расчет продолжительности выполнения рабочих заданий с помощью секундомера, или хронометраж, выполняется посредством совокупности следующих действий.

- Измерение продолжительности выполнения работником конкретного элемента рабочего задания.
- Суммирование продолжительности выполнения всех элементов данного рабочего задания.
- Внесение поправки в полученный результат в случае, если имело место нарушение темпов работы.
- Прибавление к полученной сумме дополнительного времени на краткие перерывы и отдых во время работы.

Для хронометража процессов используются специалисты-нормировщики, имеющие соответствующий уровень квалификации и выполняющие свои обязанности с использованием адекватных методов работы.

Нормировщик должен сообщить рабочему, что на протяжении определенного количества рабочих циклов его действия будут подвергнуты тщательному измерению и хронометражу. При этом следует приложить максимум усилий к тому, чтобы избежать любых негативных реакций рабочего. После идентификации и хронометража отдельных операций, выполненных рабочим, нормировщик должен составить перечень всех элементов рабочего задания с указанием продолжительности выполнения каждого из них.

Разделение рабочего задания на элементы может оказаться целесообразным по нескольким причинам:

1. Перечень элементов рабочего задания с указанием продолжительности их выполнения представляет собой основу для описания метода работы и наглядно демонстрирует, каким образом необходимо распределить время, выделенное для выполнения рабочего задания, между его элементами. Элементы рабочих заданий, продолжительность выполнения которых достаточно велика, являются объектом совершенствования методов работы, поскольку именно эти элементы составляют основную часть всего рабочего задания.
2. Один и тот же рабочий может выполнять элементы одного рабочего задания с разным уровнем производительности. Нормировщик должен оценить поправку, которую необходимо внести в продолжительность выполнения рабочего задания конкретным оператором для того, чтобы получить значение, приемлемое для среднего рабочего. Если оператор выполняет некоторые элементы рабочего задания намного быстрее, чем типичный рабочий, этим элементам должно быть присвоено значение уровня производительности, отличающееся от уровня производительности для тех элементов, которые выполняются более медленно.
3. Элементы рабочего задания, которые могут быть выполнены с применением автоматического оборудования, должны быть отделены от тех элементов, которые находятся под управлением оператора.
4. Некоторые элементы рабочего задания могут повторяться не на протяжении каждого рабочего цикла, а во время каждого десятого, шестнадцатого цикла или с любой другой периодичностью.
5. Сравнительный анализ продолжительности выполнения сходных элементов различных рабочих заданий позволяет установить единые нормы выполнения этих элементов.
6. Данные о продолжительности выполнения элементов рабочих заданий могут быть сведены в одну таблицу нормативов времени, на основании которой можно получить нормативы выполнения других рабочих заданий без необходимости повторного выполнения процедуры хронометража.

Чтобы правильно оценить время задержек и прерываний, с которыми сталкиваются рабочие, период хронометража должен быть достаточно продолжительным.

### **Определение количества рабочих циклов, подлежащих хронометражу**

Количество рабочих циклов, на протяжении которых необходимо измерить продолжительность выполнения элементов рабочих заданий, находится в прямой зависимости от требуемого уровня точности нормативов времени и от абсолютной погрешности проведенных измерений. После измерения продолжительности выполнения элементов рабочих заданий на протяжении 10–15 рабочих циклов и после выполнения предварительных подсчетов общее количество рабочих циклов можно определить посредством соответствующей формулы или графика. Экстремальные значения, будь то высшие или низшие значения, должны быть отброшены и не должны учитываться в процессе оценки разброса данных, поскольку данные об экстремальной продолжительности выполнения рабочих заданий могут оказаться ошибочными.

### **Формула для вычисления объема выборки**

При условии, что выборка подчиняется нормальному распределению, можно рассчитать такой доверительный интервал, в который с определенной степенью вероятности попадет значение, соответствующее средней фактической продолжительности выполнения рабочего задания. Доверительный интервал, равный 95%, означает, что промежутки времени, полученные в результате выборочных наблюдений, будут содержать фактическое среднее в 95 случаев из 100. Эта цифра, в свою очередь, указывает на то, что вероятность оценки фактического среднего с требуемой точностью  $A$ , выраженной долей от значения фактического среднего, равна 0,95. Уравнение для вычисления требуемого количества вычислений выглядит следующим образом:

$$n = \left( \frac{Zs}{Ax} \right)^2, \quad (15.1)$$

где  $n$  — общее количество наблюдений, которые должны быть выполнены для обеспечения необходимого уровня точности;  $\bar{x}$  — среднее значение среди всех показателей продолжительности выполнения операций, полученных на данный момент;  $A$  — показатель требуемой точности, выраженный долей от фактического значения;  $Z$  — нормализованное стандартное отклонение и равно  $(1 - \text{доверительный интервал})/2$ ;  $s$  — рассчитанное среднеквадратическое отклонение от диапазона значений продолжительности выполнения элементов рабочих заданий, которые получены в результате наблюдений, выполненных на данный момент.

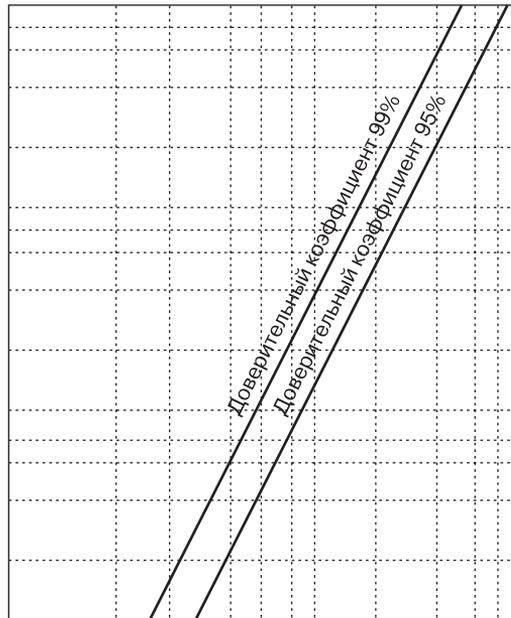
Нормировщик, осуществляющий процедуру выборочных наблюдений, выполняет наблюдения на протяжении, скажем, 10–15 рабочих циклов, после чего вычисляет значение  $n$  на основании данных, полученных на текущий момент. Далее выборочные наблюдения за выполнением операций необходимо продолжать до тех пор, пока не будет получено  $n$  наблюдений. Если значения, полученные в результате выборочных наблюдений, используются для создания таблицы, которая содержит значения продолжительности выполнения элементов рабочих заданий, значение  $n$  должно рассчитываться на основании данных по наиболее ограничивающему элементу рабочего задания, а именно по тому элементу, который требует наибольшего количества наблюдений — по элементу с максимальным коэффициентом вариации.

### **Определение объема выборки с помощью графика**

Кроме упомянутого выше способа определения требуемого количества наблюдений существует и другой способ – с помощью графика, пример которого представлен на рис. 15.1. Предположим, было выполнено 10 наблюдений за выполнением одного из рабочих заданий. При этом было определено предварительное значение средней продолжительности выполнения задания – 4,21 мин при среднеквадратическом отклонении 0,73 мин. Коэффициент вариации для этих данных равен  $0,73/4,21 = 0,173$ , или около 17%. По специальному графику можно определить, что необходимо выполнить около 40 наблюдений, чтобы расчетная средняя продолжительность выполнения рабочего задания попадала в 5%-ный диапазон от фактического среднего значения с вероятностью 95% (при доверительном интервале 95%).

### **Корректировка нормативов времени с учетом темпов работы, свойственных конкретному рабочему**

Задача анализа временных затрат на выполнение различных элементов рабочих заданий состоит в том, чтобы установить такие нормативы времени, которые были бы приемлемы для среднего рабочего. В то же время может случиться так, что рабочий, на примере которого осуществляется хронометраж, выполняет элементы заданий с не свойственной ему скоростью. Для того чтобы приспособить расчетные нормативы времени к естественным темпам работы отдельных рабочих,



**Рис. 15.1.** Схема для оценки объема выборки, требуемого для получения значений, попадающих в максимальный диапазон доверительного интервала  $\pm 5\%$  при заданных значениях коэффициента вариации

в измеренные значения вносится поправка, которую называют **уровнем производительности**, уровнем интенсивности труда, коэффициентом выравнивания или нормирующим коэффициентом. Общий уровень производительности определяется в результате сопоставления уровня производительности труда отдельного рабочего со значением производительности, соответствующим представлениям хронометриста о нормальном темпе работы при выполнении того или иного рабочего задания. Следует обратить внимание на то, что уровень производительности присваивается каждому элементу рабочего задания до вычисления нормального времени выполнения элементов. Как правило, нормативы времени устанавливаются на таком уровне, что большинство рабочих способны выполнить их без чрезмерного напряжения. **Нормальный темп работы** — это такой темп выполнения рабочих заданий, при котором квалифицированные рабочие способны выполнять свои обязанности на протяжении всего рабочего дня без переутомления.

Определение нормального темпа работы — это вопрос, решение которого относится исключительно к прерогативе компании. Тем не менее для компании очень важно привести в соответствие свою оценку темпа работы с объективными возможностями всех ее работников.

### **Нормальное время**

**Нормальное время** выполнения рабочего задания — это промежуток времени, необходимый квалифицированному рабочему для выполнения основных элементов этого рабочего задания при нормальном темпе работы. Фактическая продолжительность выполнения рабочего задания — это количество времени, которое требуется конкретному рабочему для выполнения элементов рабочего задания со свойственным ему темпом работы, имеющим место во время хронометража. Нормальное время выполнения рабочего задания ( $NT$ ) можно вычислить посредством умножения измеренной фактической продолжительности выполнения основных элементов ( $AT$ ) на соотношение между общим уровнем производительности при выполнении рабочего задания и базовым показателем эффективности выполнения операций (обычно равным 100%):

$$NT = AT \times (\text{Уровень производительности} / \text{Базовый показатель эффективности}). \quad (15.2)$$

Рабочему, который выполняет свои операции на 15% быстрее нормального темпа работы, будет присвоено значение уровня производительности 115%. Согласно уравнению 15.2, к продолжительности выполнения рабочего задания этим работником необходимо прибавить 15%, чтобы получить расчетную продолжительность выполнения того же задания другим рабочим, выполняющим операции при нормальном темпе работы.

Если предположить, что, согласно измерениям хронометриста, фактическая продолжительность выполнения данного рабочего задания составляет 4,23 мин, нормальная продолжительность будет равна:

$$NT = 4,23 \times 1,15 = 4,86 \text{ мин.}$$

Следовательно, для выполнения данного задания при нормальном темпе работы рабочему потребуется 4,86 мин.

### **Дополнительные затраты времени**

Согласно приведенным выше расчетам, среднему рабочему при нормальном темпе работы потребуется всего 4,86 мин для того, чтобы выполнить рабочее задание. Однако в реальной ситуации в процессе расчета продолжительности рабочего цикла необходимо учитывать не только это время. На протяжении рабочего дня каждому работнику требуется перерыв на отдых и на личные нужды. Кроме того, в процессе выполнения задания неизбежно возникают объективные, не зависящие от рабочего, задержки в работе. В нормативы времени, которые используются в процессе календарного планирования производственного процесса, во время калькуляции себестоимости выпускаемой продукции должны быть включены дополнительные затраты времени на вынужденные простои, на перерывы для удовлетворения личных нужд и для отдыха. Дополнительные затраты времени на личные нужды, на отдых и на вынужденные простои прибавляются к нормальному времени выполнения рабочих заданий с целью получения норматива времени. Таким образом, норматив времени, необходимого для выполнения того или иного задания, можно вычислить посредством уравнения 15.3:

$$ST = NT(1 + \text{Дополнительные затраты времени}), \quad (15.3)$$

где дополнительные затраты времени представлены в виде десятичной дроби, соответствующей доли от нормальной продолжительности выполнения рабочего задания.

Простои в работе могут происходить и не по вине оператора, выполняющего рабочее задание, а по объективным причинам. В компании должна быть предусмотрена возможность включения вынужденных простоев в нормативы времени. И напротив, простои по вине оператора не должны включаться в нормативы времени. Допустимое количество вынужденных простоев (в процентах) можно определить посредством выборочного наблюдения за трудовым процессом или анализа потерь рабочего времени.

### **Определение поправки на простой методом выборочного наблюдения**

Метод выборочных наблюдений широко используется для определения поправок, которые вносятся в нормальную продолжительность выполнения рабочих заданий с целью получения нормативов времени. Такая поправка эквивалентна той части стандартной продолжительности рабочего дня, которая выделяется на объективные потери рабочего времени. Метод выборочного наблюдения состоит в исследовании труда рабочего на протяжении рабочего дня, причем количество наблюдений и их продолжительность определяются в произвольном порядке. Во время наблюдения за трудовым процессом нормировщики фиксируют все действия, выполнением которых заняты рабочие. Основой метода выборочных наблюдений является теория выборок, согласно которой произвольная выборка имеет достаточный объем, если количество наблюдений за выполнением производственных операций пропорционально продолжительности выполнения этих операций. В процессе анализа рабочего времени с целью определения корректного размера поправки необходимо выполнить ряд наблюдений за действиями рабочих в произвольно выбранные моменты времени. Цель этих наблюдений состоит в идентификации действий рабочего в тот или иной момент времени, а именно: занят ли он

выполнением обычных производственных операций; или в выполнении этих операций происходит вынужденная задержка; или в этот момент работник прервал выполнение операций по какой-либо субъективной причине (перерыв на отдых или на другие личные нужды) (табл. 15.1). Объектом исследования в данном случае является соотношение между продолжительностью вынужденных простоев и нормальным временем. Зная это соотношение, можно вычислить период, который необходимо прибавить к продолжительности выполнения стандартных производственных операций, чтобы получить продолжительность выполнения рабочих заданий с учетом простоев, которые находятся вне контроля оператора.

**Таблица 15.1.** Количество действий рабочего по трем категориям расходования рабочего времени, полученное в результате выборочных наблюдений

Действие	Частота
Стандартные производственные операции	112
Простои по вине рабочего	22
Вынужденные простои	10
Общее количество наблюдений	150

Предположим, за работой оператора, обслуживающего токарный станок, выполнено 150 случайно выбранных наблюдений. На протяжении некоторых из этих 150 наблюдений может происходить потеря рабочего времени оператора по следующим причинам: ожидание указаний мастера или контролера относительно дальнейших действий по выполнению операций или по проверке результатов; получение инструментов и приспособлений, необходимых для выполнения рабочих заданий, на инструментальном участке; ожидание чьей-либо помощи в том, чтобы поместить изделие на станок или снять его со станка. Эти промежутки времени фиксируются как вынужденные простои. Во время каждого наблюдения регистрируется время, потраченное рабочим на действия различных типов. Затем вычисляется суммарное количество действий, выполненных рабочим по каждой из категорий. Очевидно, что в нормальную продолжительность рабочего дня должна быть внесена поправка только на простои, которых нельзя избежать.

Некоторые рабочие задания, выполняемые в рамках процесса, могут состоять из одних и тех же элементов. В случае если приемлемый норматив времени, требуемого для выполнения этих заданий, уже был определен ранее, нет необходимости еще раз выполнять процедуру хронометража этих элементов.

Информацию о нормативной продолжительности выполнения часто повторяющихся элементов рабочих заданий, или стандартные данные, целесообразно хранить в специальной базе данных. Если нормативы времени, необходимые для определения продолжительности выполнения всех элементов нового рабочего задания, уже имеются в такой базе данных, их можно просто суммировать, чтобы получить нормальную продолжительность выполнения всего задания в целом. Нормативы времени, необходимого для выполнения данного рабочего задания, можно определить путем прибавления к полученной сумме поправки на дополнительные затраты времени, расходуемого рабочим на личные нужды, на отдых и просто по объективным причинам.

В некоторых случаях продолжительность выполнения того или иного элемента рабочего задания определяется посредством интерполяции стандартных данных на множество существующих данных о времени выполнения других элементов того же рабочего задания. Например, в компании, занимающейся производством столярных изделий, можно было бы отобразить в виде графика данные о продолжительности выполнения операции шлифования поверхности полок нескольких размеров. Полученный график можно использовать для определения продолжительности шлифования поверхности полок других размеров.

Использование стандартных данных имеет ряд преимуществ по сравнению с измерением времени выполнения заданий с помощью секундомера (хронометража). Поскольку нормативы времени, на основании которых составлена база данных продолжительности выполнения элементов рабочих заданий, уже применялись для организации производственного процесса ранее, существует большая вероятность того, что эти нормативы приемлемы как для руководства компании, так и для рабочих. Использование стандартных данных позволяет снизить себестоимость продукции, сократить количество прерываний производственного процесса, обусловленных тем, что нормировщику необходимо подойти к рабочему месту, побеседовать с оператором, изучить процесс выполнения рабочих заданий. Кроме того, некоторые рабочие выражают свое недовольство тем, что за их действиями наблюдают во время работы.

Еще одно преимущество использования стандартных данных состоит в том, что нормативы времени могут быть установлены для тех рабочих заданий, которые еще не включены в производственный процесс. Это позволяет организовать выпуск новой продукции или внести изменения в методы работы без нарушения нормального хода производства и без затрат времени и материальных ресурсов, которые могли бы иметь место в случае, если бы пришлось испытывать новые операции на практике.

### 15.3. Микроэлементы системы нормирования

Любое рабочее задание, требующее применения ручного труда, состоит из ряда базовых движений, таких как протягивание руки, захват, перемещение и поворот детали, движений других типов, выполняемых в определенной последовательности. Точно так же, как любое слово может быть составлено из букв, имеющих в алфавите того или иного языка, большинство операций, выполняемых вручную, можно представить в виде последовательности относительно небольшого количества базовых движений, имеющих место и повторяющихся в определенной последовательности. Посредством тысяч измерений, совершенных в контролируемых условиях, исследователям удалось зафиксировать время, необходимое для выполнения каждого базового движения. Нормировщик может вычислить продолжительность выполнения различных операций, требующих применения ручного труда, посредством простого суммирования необходимых значений из таблиц, содержащих данные о поэлементных нормативах затрат времени на выполнение базовых движений. Не имеет значения, до какого предмета необходимо дотянуться работнику — до карандаша, скальпеля или гаечного ключа: время, необходимое для того, чтобы протянуть руку на определенное расстояние, приблизительно

но одинаковое во всех случаях. Внесение поправки позволяет учесть конкретные условия, в которых происходит такое действие. Чтобы рассчитать норматив времени, требуемого для выполнения всего рабочего задания, необходимо к сумме продолжительности выполнения базовых движений прибавить приемлемую поправку на особые условия.

Микроэлементная система нормирования трудового процесса существенно отличается от системы нормирования на основании стандартных нормативов времени, полученных в результате выборочных наблюдений за выполнением операций. Микроэлементная система нормирования подразумевает разбиение рабочего задания на гораздо более мелкие элементы, чем элементы, продолжительность выполнения которых является объектом выборочных наблюдений. Кроме того, стандартная продолжительность выполнения базовых движений определяется посредством наблюдения за действиями большого количества работников, не являющихся сотрудниками конкретной компании.

### **Метод измерения продолжительности выполнения неделимых операций**

Одна из наиболее распространенных микроэлементных систем нормирования — это метод измерения продолжительности неделимых операций (*methods-time measurement* — МТМ). Существуют специальные таблицы, содержащие данные о продолжительности некоторых базовых движений и об условиях, при которых эти движения выполняются. Воспользовавшись такими таблицами, хорошо обученный специалист выполняет разбиение рабочего задания, требующего применения ручного труда, на базовые движения и оценивает условия, при которых эти движения будут выполняться. Чтобы получить продолжительность выполнения всего рабочего задания, необходимо суммировать продолжительность выполнения соответствующих базовых движений.

### **Нормирование труда на основании данных за прошедший период**

В некоторых случаях нормативы времени разрабатываются на основании данных о деятельности компании за прошедший период, на протяжении которого выполнялись одни и те же производственные операции. При таком подходе к определению нормативов времени необходимо подсчитать объем готовой продукции, выпущенной компанией за тот или иной период, а затем разделить полученную цифру на количество рабочих часов, потраченных на производство этой продукции. Этот метод достаточно прост, однако по сравнению с другими методами он дает не такие точные результаты, поскольку не позволяет учитывать в нормативах времени темпы работы, свойственные отдельным рабочим, и вносить поправки на вынужденные простои. В процессе определения нормативов времени на основании данных за предшествующий период предполагается, что рабочие проявляли достаточное усердие на протяжении того промежутка времени, за который были собраны данные.

Точность нормативов времени, установленных по данному методу, может быть увеличена посредством применения метода выборочных наблюдений в период сбора данных, что позволит оценить процентное соотношение потерь рабочего времени и вынужденных простоев за этот период. В таком случае существует воз-

возможность вносить в нормативы времени поправки на простои и на отклонения в темпах выполнения операций различными рабочими.

### Метод выборочных наблюдений

Как было отмечено выше, метод выборочных наблюдений — это метод исследования трудового процесса посредством осуществления большого количества наблюдений за действиями рабочего с целью определения частоты этих действий. Общее количество случаев, когда работник занят выполнением той или иной операции, приблизительно равняется общей продолжительности рабочего времени, которое требуется для выполнения этой операции.

Предположим, что на протяжении 2-часового периода наблюдатель выполнил 50 наблюдений, причем в 10 случаях им были сделаны записи в журнале. На основании этих наблюдений можно сделать вывод, что 20% рабочего времени потрачено на внесение записей в регистрационный журнал. 20% рабочего времени от 2 ч — это 24 мин.

За время проведения наблюдений в журнал было внесено 30 записей, можно предположить, что на каждую запись понадобилось  $24/30 = 0,8$  минуты. Наблюдатель может внести это время в качестве поправки в оценку интенсивности труда, полученную во время проведения наблюдений.

Часто в качестве аппроксимации биномиального распределения доли выборки используется нормальное распределение. Если предположить, что выборка подчиняется нормальному распределению, ее объем, необходимый для обеспечения заданного уровня точности при заданном доверительном интервале, определяется с помощью уравнения 15.4:

$$n = \frac{Z^2}{A^2} \left( \frac{1-p}{p} \right), \quad (15.4)$$

где  $A$  — требуемый уровень точности (выраженный десятичной дробью), значение которого равно допустимому отклонению от реальной доли выборки;  $p$  — доля выборки;  $Z$  — значение, полученное из стандартизованного нормального распределения и необходимое для обеспечения приемлемого интервала доверительности;  $n$  — объем выборки.

В качестве начального значения  $p$  может быть использовано небольшое количество случайных наблюдений (около 50). На основании этого значения по формуле 15.4 можно вычислить, каким должен быть общий объем выборки. Дальше взятие выборок необходимо продолжать до тех пор, пока общий объем выборки не обеспечит требуемого уровня точности.

Помимо формулы для определения объема выборки можно использовать специальную таблицу случайных чисел. Предположим, в соответствии с такой таблицей на протяжении одного дня необходимо выполнить 100 наблюдений за работой медсестер. Поскольку во время каждого из этих наблюдений будет исследована работа нескольких медсестер, вся процедура наблюдений не потребует слишком много времени. С другой стороны, если обязанности медсестер меняются на протяжении недели или месяца, наблюдения должны охватывать репрезентативный промежуток времени.

**Таблица 15.2.** Преимущества и недостатки определения нормативов времени по методу выборочных наблюдений по сравнению с хронометражем

<b>Преимущества</b>
В качестве наблюдателя можно использовать специалиста без специальных навыков
Существует возможность выполнять наблюдения за работой нескольких операторов
Данный метод требует меньше времени и материальных затрат, особенно в случае анализа продолжительного рабочего цикла
Наблюдения охватывают более длительный период, поэтому больше учитываются отклонения от нормального времени выполнения рабочих заданий
<b>Недостатки</b>
Данный метод не обеспечивает детальной разбивки рабочего задания на элементы.
Наблюдение за работой группы рабочих дает возможность получить средние значения, но не позволяет учесть индивидуальные отличия
Рабочие могут преднамеренно изменить интенсивность выполнения операций в момент наблюдения, хотя такое искажение более трудно реализовать по сравнению с хронометражем, когда наблюдение проводится непрерывно на протяжении определенного периода

## 15.4. Автохронометраж рабочих заданий

В некоторых случаях нормативы времени определяются на основании данных о продолжительности выполнения рабочих заданий, зафиксированных самими работниками. Для записи таких данных достаточно простого бланка с таблицей, состоящей из двух колонок: одна — для записи продолжительности выполнения заданий, другая — для перечисления выполненных за это время операций. В некоторых компаниях составляются списки всех возможных операций, каждой из которых присваивается определенный код, что позволяет еще более упростить процедуру автохронометража. Каждый раз, когда начинается или завершается выполнение той или иной операции, работник отмечает время и либо код операции, либо краткое описание выполненных действий. Кроме того, ведется учет количества единиц продукции, обработанных во время выполнения той или иной операции. Впоследствии необходимо свести воедино все полученные данные, чтобы составить таблицу распределения или упорядоченный массив данных о продолжительности выполнения каждой операции. На следующем этапе представители руководящего звена компании должны принять решение о том, какое значение следует использовать в качестве норматива времени.

Метод определения нормативов времени на базе автохронометража достаточно прост и не требует особой подготовки. Этот метод позволяет определить общий показатель результатов деятельности компании за определенный промежуток времени. Следовательно, его целесообразно применять для нормирования интеллектуального труда, а также в сфере предоставления услуг, т. е. там, где нет возможности четко зафиксировать начало и конец выполнения заданий. С другой стороны, данный метод не позволяет учесть в нормативах времени те факторы трудового процесса, которые могли привести к неэффективному расходованию рабочего времени за промежуток времени, на протяжении которого осуществлялся сбор данных. Сам процесс внесения данных о продолжительности выполнения

той или иной операции в специальные бланки может стать причиной нарушения нормального рабочего процесса, поскольку большую часть сбора данных выполняют сами работники.

## Резюме

Производительность предприятия является жизненно важным фактором деятельности любой компании, активно участвующей в рыночном процессе. Компании должны поддерживать умеренные, конкурентоспособные цены на свою продукцию, оперативно реагировать на изменения спроса на выпускаемые изделия или предоставляемые услуги. Для поддержания конкурентоспособности компании на должном уровне большое значение имеет как производительность труда, так и эффективность вложения капитала. За последние годы темпы повышения уровня производительности предприятий в нескольких промышленно развитых странах превысили темпы данного процесса, что привело к потере многими компаниями своей доли на рынке. В настоящее время как промышленные компании, так и компании сферы услуг активно работают над тем, чтобы повысить уровень производительности, что, в свою очередь, должно привести к улучшению общего уровня экономических возможностей страны в целом.

На уровне отдельно взятого рабочего производительность труда определяется нормативами времени, или *нормами выработки*, которые отображают объем выполненной работы за единицу времени. Нормативы труда определяются посредством одного из следующих методов нормирования труда:

- хронометраж времени выполнения рабочих заданий с помощью секундомера;
- поддержка базы данных, содержащей стандартные данные;
- система микроэлементного нормирования труда;
- нормирование труда на основании данных за прошедший период;
- метод выборочных наблюдений;
- автохронометраж.

Измерение продолжительности выполнения рабочих заданий с помощью секундомера, или просто *хронометраж* трудового процесса, — это наиболее распространенный метод определения нормативов времени. Предварительно проинформировав рабочего о проведении этой процедуры, нормировщик наблюдает за его действиями на протяжении достаточно длительного промежутка времени для того, чтобы идентифицировать отдельные элементы рабочих заданий, определить корректность методов выполнения производственных операций, выбранных рабочим. Нормировщик измеряет продолжительность выполнения необходимых элементов рабочих заданий на протяжении достаточного количества рабочих циклов. Нормальная продолжительность выполнения рабочего задания эквивалентна фактической продолжительности, скорректированной с учетом темпов работы, свойственных отдельному рабочему. Чтобы определить нормативы времени, к нормальному времени выполнения рабочего задания прибавляется дополнительное время на личные нужды, на отдых и на вынужденные простои.

## Ключевые термины

Нормирование труда  
Хронометраж  
Элементы рабочих заданий  
Уровень производительности  
Нормальный темп работы  
Нормальное время; нормальная продолжительность выполнения рабочего задания  
Фактическая продолжительность выполнения рабочих заданий  
Норматив времени, стандартная продолжительность выполнения рабочих заданий  
Дополнительное время (поправка) на личные нужды  
Дополнительное время (поправка) на отдых  
Дополнительное время (поправка) на простои  
Анализ потерь рабочего времени (выборочное наблюдение)  
Дополнительное время (поправка)  
Стандартные данные  
Микроэлементное нормирование трудового процесса  
Нормирование труда посредством измерения продолжительности выполнения неделимых операций

## Контрольные вопросы

1. Что такое нормативы труда? Назовите два способа выражения этих нормативов.
2. Перечислите четыре основных критерия идентификации рабочих заданий, наиболее подходящих в качестве базы для осуществления процесса нормирования труда.
3. Назовите этапы процедуры хронометража времени выполнения рабочих заданий с помощью секундомера.
4. Какие факторы следует учесть в процессе определения нормативов времени?
5. Какова цель разбиения рабочих заданий на элементы?
6. Назовите различия между фактической, нормальной и стандартной продолжительностью выполнения рабочих заданий (нормативом времени).
7. Что такое система микроэлементного нормирования труда?
8. Назовите различия между выборочным наблюдением за трудовым процессом и хронометражем.
9. Каким образом для определения нормативов времени можно использовать данные за прошлый период?
10. Что такое стандартные данные? Каковы преимущества использования стандартных данных в процессе нормирования труда?
11. Назовите некоторые характеристики, отличающие работу в офисе от работы на предприятии.

## Литература

1. *Дафт Р.* Менеджмент / Пер. с англ. 6-е изд. СПб.: Питер, 2007.
2. *Лидерство* / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2006.
3. *Пацуто В. П.* Организация, оплата и нормирование труда на предприятии. М.: КноРус, 2005.
4. *Системы оплаты труда* / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008.

5. Управленческое консультирование. Введение в профессию (Management Consulting) / Пер. с англ.; науч. ред. А. А. Гладышев. М.: Планум, 2004.
6. Чейз Р. Б., Эквилайн Н. Д., Якобс Р. Ф. Производственный и операционный менеджмент. М.: Вильямс, 2001.
7. Энциклопедия систем мотивации и оплаты труда / Под ред. Дороти Бергер, Ланса Бергера; пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2009.
8. Dilworth J. B. Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.

## ПО МАТЕРИАЛАМ WWW.CLOGIC.RU

Перед проведением наблюдений необходимо провести квалифицированное разъяснение целей и задач сотрудникам, участвующим в наблюдении, и их руководителям. Функции контроля интенсивности складских работ во время наблюдений целесообразно возложить на руководителей участков и подразделений склада. Это снизит риск возникновения искусственного увеличения или уменьшения интенсивности выполняемых складских операций.

В зависимости от стабильности временных затрат на те или иные операции и процессы и требований к точности замеров наблюдения следует повторять от 6 до 15, а то и более раз, чтобы выборка получилась репрезентативной. Во избежание получения искаженных данных участник наблюдений (рабочий/бригада) должен иметь достаточную квалификацию и использовать исправную технику. Хронометраж рекомендуется начинать как минимум через 40 мин после начала рабочего дня и спустя 20 мин — после окончания обеденного перерыва, а заканчивать не позднее, чем за 30 мин до завершения рабочего дня и за 20 мин до начала обеденного перерыва.

Приведенная форма наблюдательного листа может быть использована как для фотографии рабочего дня, так и для хронометража. Следует отметить, что при проведении фотографии рабочего дня в наблюдательном листе информация о товаре не отражается, колонка «Действие (процесс)» заполняется последовательно непосредственно во время проведения наблюдений. А вот при проведении хронометража колонка «Действие (процесс)» заполняется заранее в соответствии с утвержденными технологиями обработки товаропотока. Окончание одного действия или процесса является началом следующего, поэтому в наблюдательном листе фиксируется только время начала действия или процесса. По завершении наблюдений сотрудник, их проводивший, высчитывает временные затраты по действиям/процессам и записывает их в соответствующую колонку наблюдательного листа, после чего подписывает его у участника процесса и его руководителя.

### Обработка результатов наблюдений

Все полученные данные группируются в соответствии с характеристиками товара и технологией обработки товаропотока, после чего заносятся в таблицу для дальнейшего определения среднего значения. Из этой информации необходимо исключить ошибочные замеры, а также данные по нестандартным ситуациям. Если возникают затруднения с определением таких значений, то используют коэффициент устойчивости наблюдений:

$$K_{уст} = T_{max} / T_{min},$$

где  $T_{max}$  — максимальное значение временных затрат;  $T_{min}$  — минимальное значение временных затрат.

Расчетный коэффициент не должен превышать принятый допустимый коэффициент для данного вида замеров. Значение допустимого коэффициента устойчивости находится в обратной зависимости от продолжительности рассматриваемого действия и определяется в интервале от 1,05 (для действий продолжительностью более 1 ч) до 2 (для действий продолжительностью менее одной минуты).

Средние затраты определяются как сумма результатов используемых замеров, деленная на количество используемых замеров:

$$T_{средн} = (JT_i) / n \text{ замеров.}$$

Дата		Количество обрабатываемого товара			
Зона		Характеристики обрабатываемого товара			
Процесс		Исполнитель (должность)			
Номер наблюдения		Наблюдатель (должность)			
Особые отметки и комментарии					
№	Действие (процесс)	Начало действия (процесса)		Дополнительная информация	Временные затраты
		ч	мин, с		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
Общие временные затраты					
Примечание: колонка «Временные затраты» заполняется после окончания наблюдений и перед визированием участников наблюдений					
Исполнитель _____ (Ф. И. О., подпись)					
Руководитель зоны _____ (Ф. И. О., подпись)					
Наблюдатель _____ (Ф. И. О., подпись)					

**Рис. 15.2.** Пример наблюдательного листа для проведения фотографии рабочего времени и хронометража

**Пример обработки результатов хронометража**

По полученным данным определяем временные затраты работника на отборку одного заказа:

$$t_{\text{зак}} = V_{\text{зак средн}} \times t_{\text{оп отн}} + t_{\text{пз}},$$

где  $V_{\text{зак средн}}$  — средний объем заказа (0,42 м<sup>3</sup>);  $t_{\text{оп отн}}$  — относительные оперативные затраты времени (54,4 мин/м<sup>3</sup>);  $t_{\text{пз}}$  — временные затраты на выполнение подготовительно-заключительных операций для одного заказа (4,3 мин).

$$t_{\text{зак}} = 0,42 \times 54,4 + 4,3 = 27,1 \text{ мин} = 0,45 \text{ ч.}$$

Норма времени для одного отборщика составит:

$$B_{\text{отб}} = t_{\text{зак}} / V_{\text{зак средн}} = 1,07 \text{ ч/м}^3.$$

Норма выработки (производительность) одного отборщика составит:

$$Q_{\text{отб}} = V_{\text{зак средн}} / t_{\text{зак}} = 0,93 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

При этом суточная производительность отборщика составит:

$$Q_{\text{отб суг}} = (K_{\text{оп}} + K_{\text{пз}}) \times T_{\text{работ}} \times Q_{\text{отб}},$$

где  $(K_{\text{оп}} + K_{\text{пз}})$  — суммарная доля временных затрат на оперативные и подготовительно-заключительные работы от общего времени работы смены (0,67);  $T_{\text{работ}}$  — общее время работы смены (8 ч).

$$Q_{\text{отб суг}} = 0,67 \times 8 \times 0,93 = 5 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

После определения нормативов производительности труда необходимо провести их согласование и утверждение с трудовым коллективом. По мере изменения технологий и характеристик товаропотока принятые нормы времени устаревают и нуждаются в обновлении.

**Таблица 15.3**

Технологические данные	
процесс	обработка заказа
Краткое описание процесса	Коробочная обработка товара в зоне палетного хранения
Товарная группа	Портативная техника
Исполнитель	Отборщик
Техника	Ручная гидравлическая тележка
Основные и вспомогательные операции	Изъятие коробки с места хранения, установка коробки на палете, внесение отметки в сборочный лист, перемещение к следующей точке отбора
Подготовительно-заключительные операции	Получение задания, перемещение в зону хранения, перемещение из зоны хранения, передача отобранного товара, оформление документации

**Пример практического использования данных нормирования в управлении складом**

Цель — определение требуемого количества отборщиков при планируемом увеличении товаропотока и доли розничных заказов.

Исходные данные и ограничения:

- виды отборки (коробочная, штучная);
- средняя производительность отборщика в зоне штучного отбора  $Q_{\text{штучн}} = 0,6 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- средняя производительность отборщика в зоне коробочного отбора  $Q_{\text{кор}} = 1,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ ;
- общее время работы смены  $T_{\text{общ}} = 8 \text{ ч}$ ;

- сумма оперативного и подготовительно-заключительного времени составляет 71% от общего рабочего времени смены;
- имеющийся товаропоток в смену  $V_{\text{смен}} = 104 \text{ м}^3$ ;
- процент штучной отборки от общего объема товаропотока равен 23;
- процент коробочной отборки от общего объема товаропотока равен 77;
- планируемый товаропоток в смену  $V_{\text{смен}} = 146 \text{ м}^3$ ;
- планируемый процент штучной отборки от общего объема товаропотока равен 52;
- планируемый процент коробочной отборки от общего объема товаропотока равен 48.

Определим требуемое количество отборщиков в смену для обработки имеющегося товаропотока:

$$N_{\text{отборщиков штучн}} = (104 \times 0,23) / (0,6 (8 \times 0,71)) = 7,0 = 7 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{отборщиков короб}} = (104 \times 0,77) / (1,8 \times 8 \times 0,71) = 7,8 = 8 \text{ чел.}$$

На текущий момент общая потребность в отборщиках составляет 15 чел. в смену.

Определим количество отборщиков, которое потребуется для обработки планируемого товаропотока:

$$N_{\text{отборщиков штучн}} = (146 \times 0,51) / (0,6 \times 8 \times 0,71) = 21,8 = 22 \text{ чел.};$$

$$N_{\text{отборщиков короб}} = (146 \times 0,49) / (1,8 \times 8 \times 0,71) = 6,7 = 7 \text{ чел.}$$

Общая потребность в отборщиках для обработки планируемого товаропотока составит 29 чел. в смену.

Таким образом, мы видим, что в нашем случае при увеличении количества товаропотока в 1,4 раза и значительном качественном его изменении потребность в отборщиках увеличится почти в 2 раза.

### **Заключение**

Описана методика проведения мероприятий по нормированию труда, определению и анализу временных затрат, рассмотрен пример использования результатов нормирования в расчетах требуемого количества персонала на складе. Следует добавить, что данные, полученные в результате нормирования труда, являются не только основанием для принятия управленческих решений, но и показателем уровня технологического и логистического потенциала склада.

*Андрей Иванов,*  
руководитель проектов ООО «Концепт Лоджик»

# Часть V

## УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

### ГЛАВА 16

#### Статистический контроль качества

Обеспечение требуемого уровня качества является одной из главных задач производственного менеджмента. Операционный менеджмент вопросы контроля качества сводит к трем составляющим: установление планового уровня качества, определение фактического уровня качества и сопоставление полученных результатов с плановыми показателями. На основании полученных данных производятся корректирующие действия, если фактические показатели не попадают в диапазон допустимых отклонений. Чтобы получить информацию о фактическом уровне качества продукции, используется выборочный контроль или другие статистические методы. Такой подход называют статистическим контролем качества (*statistical ququality control – SQC*).

Эту задачу рассматривают по трем направлениям: качество изделия, степень соответствия изделия запросам потребителей и уровень обслуживания. Существуют методы контроля качества, позволяющие обеспечить соответствие качества продукции.

Настоящий раздел посвящен в основном анализу статистических методов контроля качества, которые позволяют обеспечить соответствие между фактическими и целевыми уровнями качества.

#### 16.1. Качество в системе производственного менеджмента

Понятие «качество продукции», имеющее большое значение с точки зрения операционного менеджмента, регламентировано ГОСТом 15467–79 «Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения». Согласно этому нормативному документу, под качеством понимается совокупность свойств

продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением.

В соответствии с международным стандартом ИСО 9000: 2000 качество — это совокупность свойств и характеристик продукции, которые придают ей способность удовлетворять обусловленные или предполагаемые потребности.

Международный стандарт определяет качество как совокупность характерных свойств, формы, внешнего вида и условий применения, которыми должны быть наделены товары для соответствия своему назначению. Все эти элементы должны соответствовать требованиям к качеству, которые воплощены на этапе проектирования в технической характеристике изделия, в конструкторской документации и технических условиях, определяющих качество сырья, конструктивные размеры, сочетание оттенков, глянец и т. д.

Свойством называется объективная способность продукции, которая может проявляться при ее создании, эксплуатации и потреблении.

Дефект — это отдельное несоответствие продукции требованиям, установленным нормативно-технической документацией.

Брак — это дефектная единица продукции, т. е. продукция, имеющая хотя бы один дефект.

Под уровнем качества изделия понимается относительная оценка качества, основанная на сравнении совокупности характеристик рассматриваемого изделия с базовыми, т. е. изделиями конкурентов, перспективными образцами, стандартами, опережающими стандартами.

Внутренние затраты на дефект — затраты, понесенные внутри организации, когда оговоренный уровень качества не достигнут, т. е. до того, как продукт был продан (внутренние потери).

Внешние затраты на дефект — затраты, понесенные вне организации, когда оговоренный уровень качества не достигнут, т. е. после продажи продукта (внешние потери).

Качество продукции окончательно проявляется при эксплуатации или потреблении. Бывает, что уровень качества изготавливаемой продукции ниже реально необходимого. Например, металлорежущий станок не обеспечивает требуемой точности. В этом случае потребитель при эксплуатации должен выделить дополнительные средства на доработку, ремонт и обслуживание продукции. Возможно и обратное, когда уровень качества продукции больше необходимого.

Полное соответствие уровня качества требованиям потребителя, когда эти требования удовлетворяются с наименьшими затратами и для потребителя, и для производителя, — оптимальный вариант, поскольку сумма затрат на изготовление и эксплуатацию минимальна. Таким образом, оптимальный уровень качества — это такой уровень, выше или ниже которого производить продукцию и/или удовлетворять потребности потребителя экономически нецелесообразно. Поэтому в одних случаях качество можно повышать, в других оставлять неизменным, в третьих возможно даже понижать в целом или по отдельным показателям, чтобы сократить затраты на изготовление изделий.

Необходимо, чтобы все непроизводительные расходы, связанные с эксплуатацией продукции, несло предприятие-изготовитель. Это значительно повышает его заинтересованность в выпуске продукции оптимального уровня качества.

При изготовлении изделий с заданным уровнем качества может обнаружиться разброс значений показателей качества, т. е. отклонения от требований нормативно-технической документации. Степень соответствия показателей качества изготовленных изделий нормам качества, заданным в конструкторской документации, называют степенью соответствия техническим требованиям.

Превосходство в качестве предлагаемой продукции приводит к увеличению прибыли. На увеличение прибыли воздействуют два основных фактора:

- первый — это удовлетворенность потребителей тем, что продукция и услуги, полученные ими, более высокого качества и как следствие при более высокой удовлетворенности потребителей можно устанавливать более высокую цену на товары;
- второй — снижение затрат на производство из-за отсутствия несоответствий (дефектов) и, следовательно, уменьшение затрат на их доработку.

Предприятия, выпускающие качественную продукцию, кроме более высоких цен получают и другие важнейшие преимущества. Например, при одинаковых ценах, используя элемент более высокой удовлетворенности клиентов, вместо повышения цены можно расширить долю рынка благодаря выгодному соотношению между ценой и характеристиками продукции. Этой стратегии обычно придерживаются японские предприниматели, при этом в большинстве случаев увеличение доли рынка в результате «эффекта масштаба» ведет к значительному уменьшению производственных затрат.

Но изготовление продукции более высокого качества может иметь также и отрицательные стороны, так как может потребоваться больше времени на технологический цикл, более дорогостоящее оборудование, могут быть повышены требования к квалификации сотрудников и уровню их заработной платы. Все это приводит к увеличению себестоимости изделий, но динамика результирующих показателей фирм показывает, что при взвешенном подходе к уровню качества продукции такие затраты не только окупаются, но и приносят значительные доходы.

## 16.2. Планирование уровня качества

Успешная реализация программы контроля качества продукции требует от менеджмента компании планирования такой программы. Поскольку неизменное качество является одной из стратегических целей компании, планирование осуществляется на всех уровнях иерархической системы управления компанией. Высшее руководство отвечает за общий менеджмент компании, за формирование такой корпоративной культуры, которая поощряла бы каждого сотрудника уделять особое внимание качеству. Кроме того, в процессе стратегического планирования, которое осуществляется на этом уровне управления, определяются целевые задачи компании для обеспечения надлежащего качества, конкретизируется реальная роль высокого уровня качества продукции в получении конкурентных преимуществ компании. На функциональных уровнях управления происходит более детальное планирование методов и процедур обеспечения качества. В планах этого уровня необходимо также предусмотреть способы контроля, определить,

по каким параметрам должна выполняться проверка качества продукции, какие измерения должны осуществляться при этом, как часто следует выполнять эти измерения. В процессе планирования, на оперативном уровне системы управления, разрабатывают программы обучения работников требуемым профессиональным навыкам, определяют методы работы и состав рабочих заданий, выполнение которых приведет в конечном итоге к созданию качественного продукта — изделия или услуги.

Основой планирования требуемого уровня качества является понимание нужд и ожиданий потребителей. Без оценки спроса, анализа и осмысления нужд потребителей практически невозможно формирование наиболее приемлемого состава услуг и процесса их предоставления, или разработка нового продукта и процесса его изготовления. Для этого в компании должна быть построена информационная система и предусмотрены методы постоянного получения и анализа информации об этих нуждах. На этапе формирования ассортиментной политики необходимо определить, какие товары или услуги планируется предоставлять в распоряжение потребителя, и только после этого определять разработку и проектирование продукции компании.

Обычно на этапе проектирования планирование уровня качества продукта сводится к определению таких целевых характеристик продукта, как надежность, долговечность, удобство обслуживания, эстетические характеристики, дизайн, упаковка и др. Планирование уровня качества обслуживания предполагает определение типа и количества обслуживающего персонала, объема сервисных мощностей, состава оборудования, которые могут потребоваться для обеспечения неизменно высокого уровня обслуживания, отвечающего ожиданиям потребителей.

В зависимости от того, как менеджмент компании формулирует концепцию обслуживания и проектирования новых продуктов, определяются задачи компании по разработке производственных процессов и способов предоставления услуг. В обязанности менеджеров, инженеров-технологов и, возможно, других специалистов входит планирование деталей процесса выполнения соответствующих работ по производству продукции или предоставлению услуг. Важную роль на этом этапе планирования играет согласованность с другими планами и в связи с этим предотвращение возможного рассогласования планов. Одним из важных этапов планирования, которые оказывают влияние на уровень качества, является создание обучающих программ для повышения квалификации и подготовки высококвалифицированных работников с соответствующими навыками.

Философия всеобщего контроля качества требует особого отношения к планированию его уровня в каждом подразделении компании и по всем направлениям деятельности. Часто бывает целесообразно создать специальную организационную единицу, отвечающую за обеспечение качества, и тщательным образом распределить трудовые обязанности лиц, ответственных за реализацию этой задачи. В этом случае отдел, который можно было бы назвать «отделом управления качеством», будет координировать все действия компании, направленные на обеспечение качества выпускаемой продукции или предоставляемых услуг. Одной из важных функций такого отдела будет разработка документации по вопросам обеспечения качества.

### 16.3. Роль статистического контроля качества

Процедуры статистического контроля качества должны стать неотъемлемой частью деятельности каждой компании. Проблема удовлетворения нужд потребителей и в связи с этим проблема качества в настоящее время стоит столь остро, что контроль процессов рассматривается руководством современных производственных компаний как нечто само собой разумеющееся.

Статистический контроль качества позволяет обнаруживать проблемы, связанные со снижением качества товаров или услуг сразу же после их возникновения, а также предотвращать их. Естественно, предотвращение проблем обходится компании дешевле, чем устранение последствий их возникновения. Статистический контроль качества (SQC) может существенно повысить уровень качества и сократить общий объем затрат. Компании, которые быстро обнаруживают и устраняют возникшую проблему, расходуют меньше мощностей на выпуск бракованных изделий или предоставление некачественных услуг и соответственно на исправление допущенного брака, что существенно повышает надежность их товаров и услуг.

Для обеспечения соответствующего уровня качества необходимо запланировать следующие действия:

- хранение самых последних версий чертежей, технических характеристик продукта и процедур его изготовления, инструкций по выполнению работ и предоставление этих документов в распоряжение соответствующих специалистов;
- проверка всех материалов по найму и подготовке работников, всех договоров купли-продажи на предмет их соответствия концепции обеспечения качества;
- предоставление всех необходимых чертежей, технических требований и стандартов в распоряжение поставщиков и разъяснение поставщикам поставленных перед ними задач;
- проверка и подтверждение возможностей поставщиков в плане доставки такой продукции, которая соответствовала бы ожиданиям потребителей;
- отслеживание соответствия всех материалов, доставляемых поставщиками, и всех работ, выполняемых по субконтрактам, предъявленным к ним требованиям;
- идентификация и проверка всех сырьевых материалов и компонентов, имеющая своей целью подачу требуемых материальных запасов на каждый участок работ;
- идентификация потенциально слабых мест в процессах производства продукции или предоставления услуг; разработка процедур или методов предотвращения проблем; строгая проверка хода выполнения процессов;
- поддержание в хорошем состоянии, тарирование всех измерительных и испытательных приборов, необходимых для проверки работы оборудования в соответствии с установленными нормами и для проверки соответствия продуктов предъявленным требованиям;

- сбор информации о рейтинговых оценках уровня удовлетворенности потребителей, о рекламациях по гарантии, о количестве возвращенных товаров, ведение записей о проведении проверок качества и регистрация других данных, имеющих отношение к качеству;
- использование имеющейся информации с целью идентификации возникающих проблем и передача сведений, имеющих отношение к той или иной проблеме, в адрес соответствующих отделов или специалистов;
- контроль за устранением всех отбракованных материалов и изделий или исправление дефектов в них с целью предотвращения возврата бракованных изделий в запасы готовой продукции;
- отслеживание работы поставщиков в плане идентификации и устранения ими причин возникновения проблем;
- планирование и выполнение проверки качества готовой продукции и сборочных узлов, функциональное тестирование готовых изделий.
- разработка и внедрение стандартов и инструкций относительно упаковки и отгрузки продукции.

Необходимо провести инструктаж работников, в обязанности которых будет входить выполнение всех этих действий, продумать эффективный способ мотивации специалистов. Удовлетворительное выполнение действий такого типа позволяет осуществлять успешный контроль качества продукции. В табл. 16.1 приводится более детальный анализ контроля качества, в частности контроль качества с применением статистических методов.

**Таблица 16.1.** Виды методов статистического контроля качества

Статистический контроль процессов	Выборочный контроль	Традиционные статистические методы
Выявление критических параметров процесса	Отбор партий изделий с целью обнаружения и отделения дефектных изделий	Гистограммы
		Корреляция
		Регрессия
		Анализ результатов экспериментов

### Применение статистических методов для контроля качества

Из табл. 16.1 видно, что статистические методы могут применяться для контроля качества по трем основным направлениям. Они могут быть использованы во время статистического контроля процессов с целью отслеживания их критических параметров, что, в свою очередь, позволяет обеспечить выполнение этих процессов на уровне, приводящем в результате к изготовлению качественной продукции или предоставлению качественных услуг. Статистические методы могут быть использованы в процессе выборочного контроля качества, имеющего своей целью отбор партий изделий, в которых содержится недопустимое количество изделий с дефектами, и отделение этих партий от партий продукции приемлемого качества. Дефектные изделия, имеющиеся в отбракованных партиях, списываются за негодностью или переделываются, чтобы можно было продолжать их обработку или продать потребителям. Помимо упомянутых двух методов статистического

контроля качества для анализа и повышения его уровня могут быть использованы и стандартные статистические методы, такие как гистограммы, корреляция, регрессия, анализ результатов экспериментов.

Выборочный приемочный контроль представляет собой корректирующий подход к обеспечению качества. Это означает, что в компании уже произведена часть изделий с дефектами и теперь необходимо отобрать бракованные изделия и устранить исправимые дефекты. Очевидно, что процесс устранения дефектов потребует дополнительных ресурсов. Более разумно сосредоточить усилия на организации и проведении предупреждающих мероприятий, которые обеспечат корректное выполнение всех процессов, предотвращающих выпуск бракованных изделий. В связи с этим во многих компаниях предпринимаются усилия, направленные на более интенсивное применение статистического контроля процессов. Глобальные изменения в экономике, рост конкуренции вынуждают руководство компаний проявлять большую заинтересованность в планировании экспериментов и других методик исследования, которые могли бы быть полезны для обеспечения высокого уровня качества продукции. В текущей главе главным образом рассматривается применение выборок для осуществления статистического контроля процессов и использование выборочного приемочного контроля.

## 16.4. Некоторые аспекты статистического контроля процессов

Процессом называют последовательность действий, выполнение которых позволяет увеличить стоимость вложенных ресурсов с целью создания изделий и услуг — ценностей для внутренних и внешних потребителей. Выполнение таких действий, как тщательная технологическая подготовка производства, обучение работников, усовершенствование оборудования, позволяет компании поддерживать такой ход процессов, который обеспечивает надежное выполнение работ по созданию ценностей для потребителей и удовлетворению их нужд. Некоторые процессы очень сложны и состоят из большого количества шагов, необходимых для выполнения намеченного объема работ. Руководство компаний стремится к тому, чтобы сделать все процессы, выполняемые в рамках компании, более устойчивыми. Это позволяет допускать некоторые отклонения от идеального уровня эффективности работы компании на каждом рабочем шаге без риска снижения уровня качества выпускаемой продукции. В некоторых случаях для оценки различных наборов параметров процессов практикуется проведение заранее спланированных экспериментов. По их результатам можно определить, в какой степени уровень качества зависит от параметров процесса, а в какой — от незначительных отклонений при их выполнении. Такие эксперименты позволяют определить оптимальный режим выполнения процесса таким образом, чтобы он был более устойчивым, позволяют определить, какие шаги процесса являются более уязвимыми в плане возможного появления проблем с обеспечением качества. Те шаги процесса, которые могут нанести наибольший урон качеству выпускаемой продукции и эффективности всего процесса, необходимо контролировать самым тщательным образом. После идентификации основных шагов процесса и тех параметров процесса, которые необходимо контролировать во время выполнения этих шагов, можно приступить к разработке процедур контроля процесса. Задача этих процедур состоит в том,

чтобы гарантировать высокое качество продукции, получаемой в результате выполнения процесса.

Тщательный мониторинг некоторых шагов процесса может осуществляться, даже несмотря на то, что эти шаги не имеют непосредственного отношения к обеспечению качества продукции. Проверку изделий можно проводить непосредственно перед выполнением наиболее дорогостоящего шага процесса, что позволит исключить выполнение дорогостоящих операций с дефектными изделиями. Кроме того, необходимо обязательно проследить, чтобы бракованные изделия не попадали в «узкие места» производственного процесса (на участки с ограниченной мощностью). Это позволит предотвратить использование мощностей, объем которых всегда ограничен, на обработку бракованных изделий.

### **Обеспечение защиты от ошибок**

В компаниях, которые стремятся превзойти конкурентов по уровню качества продукции, предпринимаются шаги, направленные на защиту своих продуктов и процессов от ошибок. Такая защита позволяет обеспечить высокий уровень качества продукции и предотвратить появление брака. Один из способов защиты от ошибок состоит в том, чтобы разработать такую конструкцию, которая допускает только один способ сборки готовых изделий из составных компонентов. В некоторых случаях технологическое оборудование конструируется таким образом, чтобы исключить возможность неправильного использования того или иного устройства. Например, устройство, которое удерживает деталь в то время, когда выполняется ее обработка на станке, может быть сконструировано так, чтобы деталь можно было закрепить только одним способом. В некоторых случаях на станках устанавливаются автоматические датчики, которые в случае подачи бракованной детали начинают подавать звуковой сигнал или выключают станок. В Японии этот метод называется методом «рока-юке» — «защита от ошибок».

Для защиты некоторых операций от ошибок можно применить простую логику. Рабочие, которые занимаются сборкой одних и тех же изделий много раз на протяжении одного дня, по завершении сборки иногда забывают, были ли установлены все необходимые компоненты в требуемом количестве. Крайне простой метод предотвращения ошибок состоит в том, чтобы размещать все компоненты, необходимые для сборки того или иного изделия, в специальном лотке, в котором есть отдельные отсеки для каждого компонента. Перед началом сборки изделия такой лоток подается на рабочее место с необходимым количеством соответствующих компонентов. Если после завершения сборки изделия лоток оказывается пустым, значит, были установлены все необходимые детали.

Когда проверка качества является неотъемлемой частью каждого шага обработки изделия, это позволяет обеспечить стопроцентную проверку качества. Подобный подход позволяет прекратить дальнейшую обработку изделий, в которых невозможно устранить дефекты, предотвращает необходимость переделывать больше изделий, чем было обработано на предыдущем шаге технологического процесса. В случае когда внедрение процедуры автоматической самопроверки является экономически целесообразным, такое внедрение может привести к обеспечению чрезвычайно высокого уровня качества при минимальных затратах на его обеспечение. Разумное применение таких методов контроля качества может

сократить объем затрат на необходимые меры по предупреждению брака, который будет меньше объема затрат, связанных с внешними и с внутренними проблемами. В других случаях качество изделий проверяется не на каждом шаге технологического процесса; именно в таких случаях используется выборочный приемочный контроль качества изделий.

## 16.5. Основания для использования выборочного контроля

Чтобы сделать вывод о качестве партии продуктов или о том, насколько правильно выполняется тот или иной процесс, во многих случаях используется статистический выборочный контроль. Существует несколько причин, по которым проверке качества продукции было бы более целесообразно выполнять посредством взятия выборок, а не с помощью проверки качества каждого изделия или постоянного измерения параметров процесса во время изготовления каждой единицы продукции. Ниже представлен перечень этих причин.

1. Во многих случаях выполнение процедуры выборочного контроля требует меньше времени. Не всегда нужны точные данные по той или иной характеристике изделия. Иногда достаточно просто знать, попадает ли эта характеристика в некоторый приемлемый диапазон. В этом случае может понадобиться как можно более оперативное получение соответствующих данных, чтобы, если нужно, внести коррективы в процесс изготовления изделия. Взятие выборки необходимого объема позволяет быстро получить достаточно точную информацию о качестве изделий.
2. Некоторые испытания, которые проводятся с целью проверки качества продукции, требуют частичного или полного разрушения изделия. Разрушающие испытания сводятся к тому, что изделие закрепляется на специальном зажимном приспособлении, после чего нагрузка на изделие увеличивается до тех пор, пока оно не выйдет из строя. Величина нагрузки, при которой происходит разрушение изделия, фиксируется, а полученный результат сравнивается со стандартной нагрузкой. В других случаях (например, на предприятиях сферы обслуживания) данные об удовлетворенности потребителей можно получить посредством проведения опросов. Не исключено, что такой способ получения информации может раздражать потребителей; следовательно, и в этом случае предпочтение следует отдать выборочному контролю.
3. Испытания могут потребовать больших затрат. Выборочный контроль лишь некоторых изделий может быть намного более эффективным с экономической точки зрения по сравнению с проверкой всей совокупности изделий.
4. Данные, полученные в результате стопроцентной проверки изделий, могут оказаться не совсем точными. Когда проводится проверка качества изделий на предприятиях серийного производства продукции, работники, выполняющие проверку, достаточно часто пропускают некоторые отклонения и погрешности. В процессе различных исследований было определено, что контролеры обнаружили только 80% дефектов, имеющихся в крупной партии изделий. Когда те же контролеры осуществляли проверку качества на

меньшем количестве изделий (например, на основании выборки из крупной партии изделий), точность их оценок оказывалась значительно выше.

Поскольку взятие выборок является полезным инструментом контроля качества, ниже приводится более детальный анализ способов применения выборочного контроля. Один из таких методов — статистический контроль процессов.

## 16.6. Статистический контроль процессов

Данные, полученные на основании выборочного контроля, могут быть использованы во время **статистического контроля процессов** (*statistical process control* — *SPC*) для того, чтобы определить корректность функционирования процессов, с помощью которых изделия были обработаны или с помощью которых изделия предстоит обрабатывать. Статистический контроль процессов имеет большое значение для контроля качества продукции, поскольку он способствует поддержанию корректного протекания процессов, что, в свою очередь, практически исключает выпуск бракованных изделий. SPC помогает обеспечить успешную работу предприятий, на которых высокий уровень качества является неотъемлемой частью продукта с самого начала его производства. Проверка качества и проведение соответствующих испытаний не повышают уровень качества продукции. Проверка качества изделий после их изготовления может только показать, есть ли какие-либо дефекты в этом изделии. Статистические данные, полученные в процессе тестирования изделий, можно использовать для определения корректности выполнения процессов после изготовления изделий.

Выполнение процедуры статистического контроля с целью обеспечения требуемого уровня качества товаров или услуг требует от специалистов компании идентификации всех ключевых характеристик, по которым должна выполняться проверка. Необходимо тщательно продумать способ измерения этих характеристик, после чего остается только выполнять соответствующий процесс при тщательно контролируемых условиях, чтобы исключить появление каких бы то ни было идентифицируемых причин отклонений от нормального хода выполнения процесса. Повторяющиеся измерения некоторых параметров процесса или характеристик самих изделий, которые проходят обработку на одном и том же шаге процесса, непременно покажут наличие отклонений, даже если выполнение процесса происходит в контролируемых условиях.

### Случайные и закономерные причины появления отклонений

Не все результаты выполнения процесса являются идентичными, даже если процесс выполняется корректно, не происходит никаких изменений методов работы, наладочных параметров станков или других факторов, которые могли бы повлиять на конечный результат. Наличие отклонений обусловлено устоявшейся системой **возникновения отклонений под влиянием случайных факторов**, которая, в свою очередь, приводит к формированию внутренней изменчивости процесса. Отклонение, возникающее под влиянием случайных факторов, является в результате незначительных изменений значений многих переменных. Избежать подобных изменений очень трудно или даже невозможно, поэтому они считаются неотъемлемой частью процесса. В качестве примера можно рассмотреть операцию

шлифования, с помощью которой обрабатываются изделия из металла, чтобы довести их до требуемых размеров. Даже если рабочая процедура выполнения этой операции, а также настроечные параметры станка остаются неизменными, в процессе шлифования все равно могут возникнуть многочисленные незначительные отклонения, обусловленные такими факторами, как изменения температуры, вибрация станка, степень изношенности шлифовального круга и даже небольшие отличия химического состава и твердости металла. Тщательное измерение параметров отшлифованных изделий из металла показало бы наличие отклонений от требуемых размеров. Тем не менее, если процесс отвечает предъявленным к нему требованиям (этот вопрос рассматривается в главе 3), если выполнена правильная настройка процесса на обеспечение требуемых размеров обрабатываемых деталей, все размеры обработанных изделий попадут в приемлемое поле допуска.

Выполнение процесса можно организовать таким образом, чтобы в нем реализовывалась только устоявшаяся система возникновения отклонений под влиянием случайных факторов и чтобы можно было измерить дисперсию внутренней изменчивости, присущей данному процессу. На основании дисперсии внутренней изменчивости процесса можно вычислить границы допуска, которые в данном контексте называются контрольными. Значения этих границ должны быть очень близкими к экстремальным значениям случайных отклонений тех параметров, по которым должен осуществляться контроль качества. Как правило, эти границы отображаются на **контрольной карте** контролируемых параметров, построенной с помощью плоттера. Построение контрольных карт — это простой графический метод отображения в хронологическом порядке ряда точек ввода данных на шкале, которая показывает контрольные границы для того или иного параметра. Общий вид контрольной карты представлен на рис. 16.1.

Контрольная карта используется для записи и сопоставления данных, сбор которых производится во время выполнения процесса. Взятие выборки происходит в специально выбранные моменты времени. Значения, полученные на взятых выборках, отображаются на контрольной карте с помощью плоттера и сопоставляются со значениями контрольных границ. Такое сопоставление позволяет определить, функционирует ли процесс в пределах нормальной дисперсии параметров. Если данные, полученные на основании выборок, попадают в контрольные границы и показывают наличие только случайных отклонений, то в этом случае есть все

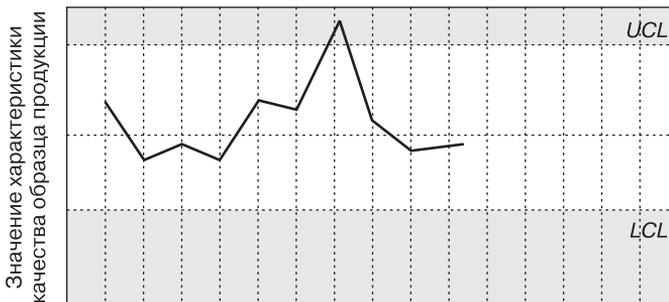


Рис. 16.1. Пример контрольной карты

основания считать, что процесс функционирует нормально. При таких условиях говорят, что процесс находится под контролем.

В случае если данные, полученные на основании выборок, выходят за контрольные пределы или когда в этих данных наблюдается какая-либо закономерность, вызывающая опасения, тогда говорят, что процесс находится вне контроля. Это означает, что процессу свойственно появление каких-либо отклонений под влиянием закономерных факторов. Закономерное отклонение — это такое изменение параметров процесса, которое не попадает в категорию случайных отклонений. Как правило, при получении сигнала о наличии закономерных отклонений выполнение процесса приостанавливается и выполняется проверка процесса на наличие проблем. В случае обнаружения каких-либо проблем предпринимаются действия, направленные на их устранение, после чего выполнение процесса возобновляется.

Следует обратить внимание на то, что на рис. 16.1 значение выборки с порядковым номером 7 находится выше верхней контрольной границы (*upper control limit* — *UCL*). На основании такого события исполнители могут сделать вывод о том, что процесс, возможно, оказался «вне контроля» (т. е. что при выполнении процесса возникли какие-то отклонения). Аналогичный вывод был бы сделан и в случае, если бы значение выборки вышло за пределы нижней контрольной границы (*lower control limit* — *LCL*). Сигнал о выходе процесса из-под контроля для ответственных лиц является основанием для принятия решения о поиске закономерных причин появления отклонений с последующим устранением этих причин. Иногда складывается ситуация, когда процесс функционирует должным образом, но ошибка выборки может привести к получению данных, вызывающих опасения, однако при этом никаких закономерных отклонений в процессе не будет обнаружено.

### **Ошибки первого и второго рода**

Использование результатов выборочного контроля в качестве основания для принятия решений предполагает наличие определенной степени риска, связанного с тем, что из-за ошибок выборок могут быть сделаны неправильные выводы относительно корректности выполнения процесса. Объем выборки может настолько отличаться от генеральной совокупности, что это может привести к появлению ошибок, подразделяемых на два типа: ошибки первого рода и ошибки второго рода. Программа контроля качества должна быть разработана таким образом, чтобы вероятность ошибок, допущенных в процессе выборочного контроля, была достаточно низкой. Ниже представлен более детальный анализ ошибок первого и второго рода.

**Ошибки первого рода.** На основании данных выборочного контроля результатов выполнения процесса можно сделать вывод о выходе процесса из-под контроля, в то время как на самом деле процесс функционирует корректно. Такая ошибка может привести только к дополнительным затратам на повторную проверку некоторых параметров процесса, тогда как в этом нет никакой необходимости. С другой стороны, такая ошибка может привести к выполнению очень дорогостоящих и трудоемких действий (например, к изъятию всех изделий, изготовленных за период, прошедший со времени взятия последней выборки). Вероятность ошибки

первого рода должна устанавливаться с учетом того, какие издержки повлечет за собой эта ошибка.

**Ошибки второго рода.** Ошибки второго рода имеют место в тех случаях, когда процесс не функционирует, как следует, однако на основании данных выборочного контроля был сделан вывод о том, что процесс выполняется удовлетворительно. На промышленных предприятиях ошибка второго рода может повлечь за собой вложение большого количества денежных средств в дальнейшую обработку бракованных изделий. Кроме того, против компании может быть возбужден судебный иск по поводу недоброкачества товара, если дефекты в изделиях так и не были обнаружены и выпущенный товар нанес потребителю ущерб. Издержки, обусловленные ошибкой второго рода, должны приниматься во внимание при установлении контрольных границ.

### **Качественные и количественные данные**

Основополагающие концепции построения контрольной карты, изложенные выше, представляют собой важный элемент контроля за ходом выполнения процессов. Осуществление контроля качества на должном уровне во многом зависит от корректного построения контрольной карты, правильного расчета контрольных границ, от уровня точности данных, полученных при взятии выборки. Выполнение всех этих действий позволяет получить информацию, необходимую для того, чтобы полностью контролировать ход выполнения процесса. При обнаружении той или иной проблемы выполнение процесса должно быть немедленно приостановлено, а закономерные причины отклонений должны быть устранены. Могут быть использованы различные контрольные карты для осуществления контроля с использованием данных двух типов: качественных и количественных.

*Качественные* данные позволяют определить наличие у изделия той или иной характеристики, или принадлежность изделия к той или иной категории. Качественные данные просто показывают, имеет ли изделие, по которому выполняется проверка, определенную характеристику, или как часто эта характеристика проявляется у данного изделия. При этом выполняется двоичное сравнение: либо событие имеет место, либо — нет. Электрический выключатель либо работает, либо нет. Деталь либо соответствует техническим требованиям, либо нет. Потребитель либо предъявляет претензии, либо нет. Иногда качественные данные представляют собой результат подсчета, сколько раз имело место то или иное событие. Во многих случаях получить такие оценки гораздо проще по сравнению с получением количественных данных. Для контроля хода выполнения процессов по качественным показателям используются либо *p*-карты, либо *c*-карты. Более подробно контрольные карты этих типов рассматриваются ниже (табл. 16.2).

**Таблица 16.2.** Четыре общепринятых типа контрольных карт

Карта	Тип данных	Параметр, для контроля которого используется карта
X-карта	Количественные	Центр распределения количественных данных
R-карта	Количественные	Диапазон отклонений как мера разброса количественных данных
p-карта	Качественные	Доля дефектных изделий (не удовлетворяющих техническим требованиям)
c-карта	Качественные	Количество дефектов (несоответствий техническим требованиям), обнаруженных в заданном количестве готовых изделий

*Количественные* данные отображают результаты измерений конкретных параметров изделий, которые могут принимать только одно значение из определенного диапазона возможных значений. С той степенью точности, которую обеспечивает измерительное устройство, эти данные показывают, какие значения из множества возможных имели место. Количественные данные позволяют определить степень отклонения фактических значений параметров изделий от некоторого идеального целевого значения. Кроме того, они показывают, попадают ли фактические значения того или иного параметра изделия в приемлемый диапазон значений. В качестве примера количественных данных можно привести информацию о температурных режимах сушильной камеры, о продолжительности выполнения операций кассиром банка или о размерах детали, которая должна быть установлена в сборочном узле (например, диаметр оси подшипника электрического вентилятора).

Если качественная характеристика описывается количественными данными, необходимо контролировать как среднее значение, так и диапазон отклонений этой характеристики. Контрольная карта для среднего значения, или  $\bar{X}$ -карта, используется для того, чтобы определить соотношение между средним распределением параметров изделий, полученных в результате выполнения процесса, и целевыми значениями этих параметров. Контрольная карта для диапазона значений, или  $R$ -карта, во многих случаях используется для отслеживания изменчивости процесса.

В табл. 16.2 приведен список контрольных карт всех типов, упомянутых выше, а также тип данных, для отображения которых используются эти карты.

Проведем анализ процедур построения и использования этих карт в процессе статистического контроля процессов. Перед рассмотрением подробностей построения контрольных карт различных типов приводится краткий анализ некоторых базовых понятий из области статистики, имеющих отношение к статистическому контролю процессов.

### **Базовые понятия**

Допустим, что качественная характеристика  $X$  генерируется процессом, параметры которого распределены по нормальному закону со средним значением, равным  $\mu$ , и стандартным отклонением, равным  $\sigma$ . Из генеральной совокупности значений многократно осуществляется взятие произвольных выборок из  $n$  элементов (объем выборки равен  $n$ ). Для каждой взятой выборки вычисляется среднее значение  $\bar{X}$ . Значения  $\bar{X}$  также распределены по нормальному закону. Среднее значение распределения всех возможных значений  $\bar{X}$ , обозначенное символом  $\mu_{\bar{X}}$ , равно среднему значению всей генеральной совокупности, а стандартное отклонение распределения значений  $\bar{X}$  равно:

$$\sigma_{\bar{X}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}. \quad (16.1)$$

Следовательно, если из генеральной совокупности взять произвольную выборку и вычислить значение  $X$  для этой выборки, это значение будет одним из элементов распределения возможных значений  $\bar{X}$ . Вероятность того, что значение  $\bar{X}$  попадет в диапазон отклонений на величину  $Z_{1-\alpha/2}$  от значения  $\mu_{\bar{X}}$  (и соот-

ответственно от среднего значения генеральной совокупности  $\mu$ ), равна  $1-\alpha$ . Это свойство распределения значений выборок является основой использования произвольной выборки для проверки предположения, что  $\mu$  равно тому или иному конкретному значению. Это предположение не отклоняется, если разность между предполагаемым значением среднего и значением  $\bar{X}$  произвольной выборки меньше произведения  $Z_{1-\alpha/2}$  на стандартное отклонение распределения значений  $\bar{X}$ .

Результат, полученный на данной выборке, отличается от предполагаемого значения не настолько, чтобы доказать ложность принятого предположения. Предположение отклоняется, если значение  $\bar{X}$  для произвольной выборки отличается от предполагаемого значения среднего на величину, превышающую указанное значение. Значение  $\alpha$  определяет риск того, что предположение будет отклонено, тогда как на самом деле значение среднего  $\mu$ , совпадает с предполагаемым значением.

### **Контрольные карты для количественных данных: $\bar{X}$ -карты и R-карты**

Рассмотрим вначале контрольные карты для количественных данных. Контрольная карта для значений  $\bar{X}$  аналогична проведению серии проверок предположения о том, что среднее значение параметров процесса соответствует норме. По мере выполнения процесса проверка этого предположения выполняется многократно посредством сбора ряда значений  $\bar{X}$  и сравнения этих значений с контрольными границами. Предполагается, что значения  $\bar{X}$  приблизительно будут распределены по нормальному закону. Контрольные границы, как правило, отображаются на контрольной карте в виде горизонтальных линий.

Если целевое значение среднего (эквивалентное предполагаемому значению) равно  $\mu$ , а стандартное отклонение генеральной совокупности измерений равно  $\sigma$ , тогда значения контрольных границ вычисляются по формулам 16.2 и 16.3:

$$UCL_{\bar{x}} = \mu + Z_{1-\alpha/2}\sigma_{\bar{x}}, \quad (16.2)$$

$$LCL_{\bar{x}} = \mu - Z_{1-\alpha/2}\sigma_{\bar{x}}, \quad (16.3)$$

где  $\sigma_{\bar{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ .

Достаточно часто при вычислении контрольных границ для переменной  $Z$  используется значение 3; в таком случае эти границы обозначают символом  $3\sigma$  и называют «трехсигмовыми границами». При нормальном распределении значений в эти границы попадает 99,7% площади под распределением вероятностей для значений  $\bar{X}$ . В таком случае вероятность того, что произвольное значение  $\bar{X}$  попадет в область, находящуюся за этими границами (при условии, что среднее генеральной совокупности близко к целевому значению), равна всего 0,003. Если встречается значение  $\bar{X}$ , которое находится за этими границами, то это означает, что либо среднее генеральной совокупности существенно отличается от целевого значения, либо была взята выборка на значениях, вероятность которых равна 0,003.

### **Необходимость оценки параметров генеральной совокупности**

В большинстве случаев значения  $\mu$  и  $\sigma$  не известны точно, поэтому существует необходимость в оценке этих значений на основании выборок, взятых из генеральной

совокупности. Даже если распределение значений генеральной совокупности не совсем соответствует нормальному распределению, распределение значений  $\bar{X}$ , согласно центральной предельной теореме, будет более близким к нормальному по сравнению с распределением генеральной совокупности. Таким образом, вероятностная оценка возможных значений  $\bar{X}$  основывается на предположении, что эти значения распределены по нормальному закону. До тех пор пока распределение генеральной совокупности близко к нормальному распределению, это предположение является приемлемым даже для выборок небольших объемов. На рис. 16.2 показано, что до тех пор, пока распределение генеральной совокупности не является чрезмерно асимметричным, распределение значений  $\bar{X}$  будет близким к нормальному для выборок, для которых  $n = 5$ . В случае если распределение генеральной совокупности является существенно асимметричным, необходимо использовать выборки большего объема.

Выборки, составленные на основании всего 4 или 5 наблюдений ( $n = 4$  или  $5$ ), используются в процессе контроля качества достаточно часто. Возможность взятия небольших выборок позволяет сократить затраты времени и средств на выполнение наблюдений в расчете на каждую выборку, поэтому взятие выборок можно выполнять чаще при тех же затратах. Кроме того, при взятии небольших выборок меньше вероятность того, что во время проведения выборочного контроля в процессе произойдут изменения, которые, в свою очередь, приведут к повышению внутривыборочной изменчивости процесса.

### Вычисление пробных границ

Предположим, необходимо определить контрольные границы для процесса, для которого неизвестны значения  $\mu$  и  $\sigma$ . Выполнение этого процесса должно осуществляться с особой тщательностью, чтобы не допустить никаких закономерных причин для появления отклонений. Для этого необходимо взять ряд предварительных выборок.

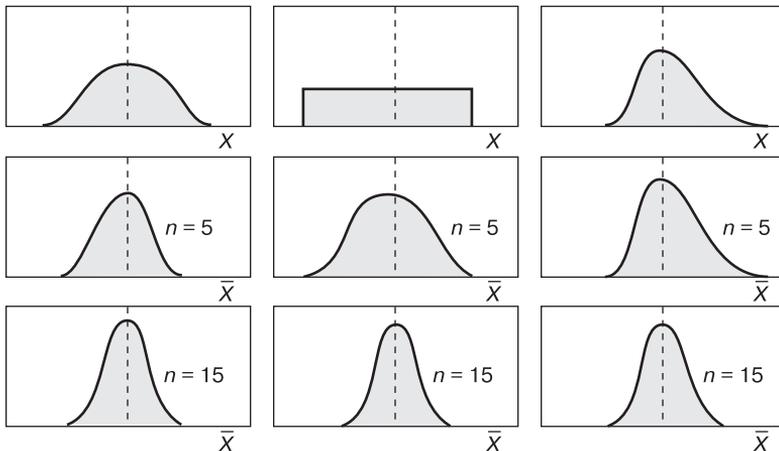


Рис. 16.2. Выборочное распределение приближается к нормальному, а стандартное отклонение увеличивается по мере увеличения значения  $n$

На промышленных предприятиях, например, опытный рабочий должен использовать только надлежащую технологию обработки деталей; оборудование, на котором выполняются операции, должно быть в хорошем рабочем состоянии; в процессе изготовления продукции необходимо использовать только качественное сырье. В этом случае для осуществления выборочного контроля процесса производства продукции необходимо взять от 20 до 25 выборок заданного объема. Предположим, объем выборки равен 4. Для каждой выборки необходимо вычислить значение  $\bar{X}$  (среднее из четырех наблюдений, входящих в состав выборки), а также значение  $R$  (максимальное значение  $\bar{X}$  в данной выборке минус минимальное значение  $\bar{X}$  в этой же выборке). Затем для всех взятых выборок по уравнениям 16.4 и 16.5 необходимо вычислить общее среднее  $\bar{\bar{X}}$ , а также средний диапазон разброса значений всех выборок  $\bar{R}$ :

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{K}, \quad (16.4)$$

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{K}, \quad (16.5),$$

где  $K$  — количество выборок, используемых в процессе вычислений.

Взаимозависимость значений  $R$  и  $\sigma$  была определена для нормального распределения, чтобы контрольные границы можно было установить при исходном предположении, что соответствующие значения распределены по нормальному закону.

Пробные границы для  $R$ -карты определяются по формулам 16.6 и 16.7:

$$UCL_R = D_3 \bar{R}. \quad (16.6)$$

$$LCL_R = D_4 \bar{R}. \quad (16.7)$$

Диапазон значений предварительных выборок (значений  $R$ ) необходимо проверить на предмет их попадания в эти пробные контрольные границы. В случае если более 3 значений  $R$  не попадают в эти границы, необходимо проанализировать способы устранения закономерных причин отклонений в процессе, а после внесения корректировок в выполнение процесса необходимо взять новые выборки. (Если процесс не находится под контролем, не следует использовать данные о параметрах этого процесса для установления контрольных границ.) Если только 2 или 3 значения  $R$  находятся за пределами контрольных границ, необходимо осуществить поиск закономерных причин, почему значения взятых выборок указывают на выход процесса из-под контроля. Когда эти причины обнаружены, значения  $R$  по этим выборкам необходимо исключить из рассмотрения, а оставшиеся значения  $R$  можно использовать для определения новых пробных границ. Значения  $\bar{X}$ , которые были вычислены на основании выборок с отброшенными значениями  $R$ , также должны быть исключены из рассмотрения. Если значения  $R$  попадают в контрольные границы, тогда их можно использовать для отображения контрольных границ на  $\bar{X}$ -карте.

Трехсигмовые контрольные границы для  $\bar{X}$  можно вычислить по формулам 16.8 и 16.9, если общее среднее  $\bar{X}$  является достаточно приближенным к требуемому целевому значению. Если существует необходимость в осуществлении контроля процесса по параметрам, центральное значение которых соответствуют какому-либо другому значению, это значение необходимо подставить в соответствующую формулу вместо общего среднего. Подобное действие целесообразно только при условии, что уровень изменчивости процесса не подвергнется модификациям, если произойдет перенастройка параметров процесса на это новое целевое значение:

$$UCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}, \quad (16.8)$$

$$LCL_{\bar{X}} = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}. \quad (16.9)$$

### **Использование $\bar{X}$ -карт и $R$ -карт**

В большинстве случаев контрольные границы для значений  $R$  наносятся на одну карту, а для значений  $\bar{X}$  — на другую карту. Взятие выборок осуществляется в назначенные моменты времени по ходу выполнения процесса, а значения  $R$ , полученные на основании этих выборок, отображаются на  $R$ -карте. Это позволяет определить, попадают ли эти значения  $R$  в контрольные границы. Если какое-либо из значений  $R$  находится за пределами контрольных границ, существует вероятность того, что процесс вышел из-под контроля. Для выборок, объем которых меньше 7, значение  $D_3$  равно нулю. Это, в свою очередь, означает, что нижняя контрольная граница для значений  $R$  будет равна нулю для выборок, значения которых взяты на основании менее 7 наблюдений. Возникает вопрос — почему не существует другого значения нижней контрольной границы в этом случае? Иными словами, почему не возникает необходимость в получении сигнала о том, что изменчивость процесса могла бы быть существенно ниже, хотя задача состоит именно в обеспечении стабильности процесса? Вполне вероятно, что в компании может возникнуть необходимость в обнаружении закономерных факторов повышения эффективности работы, а также в стандартизации усовершенствованного метода работы. Для того чтобы сохранить вероятность появления ошибок первого рода на установленном уровне, необходимо также вычислить новое значение  $R$  и установить новые границы для значений  $\bar{X}$ .

Средние значения выборок  $\bar{X}$  наносятся на  $\bar{X}$ -карту, чтобы определить, не выходят ли эти значения за контрольные границы, а также чтобы отметить наличие любой другой неслучайной закономерности, которая может появиться в полученных данных. На настоящий момент разработаны различные правила определения того, какие данные, отображенные в  $\bar{X}$ -карте, свидетельствуют о выходе процесса из-под контроля. Когда существует вероятность того, что процесс находится вне контроля, необходимо проанализировать этот процесс на наличие закономерных причин отклонений. С течением времени может быть накоплен достаточно большой объем данных о ходе выполнения процесса. Эти данные можно использовать для вычисления  $\sigma'$  как оценки  $\sigma$ , стандартного отклонения процесса. Это значение можно вычислить по формуле 16.10:

$$\sigma' = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{N - 1}}, \quad (16.10)$$

где  $N$  — общее количество наблюдений  $X$ , использованных в процессе вычислений.

Оценку стандартного отклонения генеральной совокупности также можно составить по данным о диапазоне значений выборки. Стандартное отклонение генеральной совокупности можно вычислить по формуле 16.11:

$$\sigma' = \frac{\bar{R}}{d_2}. \quad (16.11)$$

Здесь  $d_2$  — это постоянная, которая соответствует выборке заданного размера, используемой для сбора данных о значениях  $R$ .

Стандартное отклонение параметров процесса является полезным инструментом определения способности процесса удовлетворять требованиям к выполнению той или иной операции.

## Контрольные карты для качественных данных

### Контрольные карты для доли брака

Для контроля процессов по качественным показателям контрольные  $\bar{X}$ -карты и  $R$ , как правило, не используются. Качественные данные отображают только тот факт, попадает или не попадает изделие в ту или иную категорию, или позволяют подсчитать частоту появления того или иного дефекта. Например, корректность выполнения процесса можно определить по следующим фиксируемым признакам: прибывает ли автомобиль «скорой помощи» по вызову за 6 мин или нет, поступают ли жалобы от потребителей или нет, горит лампочка или нет и т. д. Следовательно, в данном случае не существует набора значений выборки, для которых можно было бы вычислить среднее и диапазон отклонений. По имеющимся качественным данным о протекании процесса можно определить, какое количество изделий, соответствующих взятой выборке, отвечает техническим требованиям и какое количество не отвечает этим требованиям. Эти данные могут быть использованы для вычисления значения  $p$ , или доли брака в каждой выборке; в некоторых случаях этот показатель называют долей изделий, не соответствующих техническим требованиям. Контрольная  $p$ -карта используется для того, чтобы контролировать тот или иной процесс на предмет выхода количества дефектных изделий за пределы статистических уровней естественной или внутренней изменчивости процесса.

На рис. 16.3 показан один из примеров контрольной карты для доли брака, или  $p$ -карты.  $p$ -карта может быть использована для того, чтобы проверить, является ли процесс стабильным, т. е. выдает ли этот процесс стабильные результаты в рамках нормальных отклонений. Значение  $\bar{p}$  (целевое значение доли брака) может быть определено на основании ретроспективных данных за промежутки времени, на протяжении которого процесс находился под контролем; кроме того, это значение может быть задано руководством компании в качестве цели, на достижение которой необходимо направить усилия персонала компании.

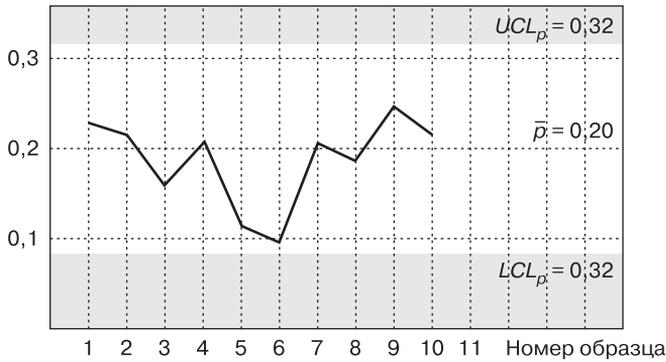


Рис. 16.3. Пример  $p$ -карты

В последнем случае следует особо позаботиться о том, чтобы установить значение  $\bar{p}$ , которое было бы достижимым; в противном случае работники не воспримут всерьез поставленную перед ними задачу. На самом деле постановка нереалистичных целей может создать в коллективе атмосферу враждебности между работниками и руководящим составом. Во многих случаях  $p$ -карты строятся на основании данных, полученных в процессе 100%-ной проверки качества. Объем выборки должен быть достаточно большим, чтобы можно было ожидать наличия хотя бы одного дефекта в изделиях, качество которых проверялось во время взятия этой выборки. Таким образом, если значение  $\bar{p}$  равно 0,05, объем выборки должен быть равным 20 единицам или более.

Трехсигмовые контрольные границы для значений  $\bar{p}$  устанавливаются на основании уравнений 16.12 и 16.13:

$$UCL_p = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}, \quad (16.12)$$

$$LCL_p = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}, \quad (16.13)$$

где  $\bar{p}$  – средний процент брака для данного процесса;  $n$  – объем выборок, используемых в процессе наблюдений за данным процессом.

### **Контрольные карты для количества дефектов в расчете на единицу продукции**

Еще один пример фиксируемого признака (в отличие от непрерывной переменной) – это количество дефектов, обнаруженных в заданном количестве единиц того или иного продукта. Такую дискретную переменную называют иногда количеством дефектов в расчете на единицу продукции, или количеством несоответствий в расчете на единицу продукции.

Следует различать термины «дефектное изделие» и «дефект». Дефектное изделие – это изделие, которое не соответствует техническим требованиям. Такое изделие может содержать один или несколько дефектов. Во многих случаях воз-

возможности появления дефектов в той или иной единице продукции неопределимы, поэтому идея определения доли брака теряет смысл. В подобной ситуации в компании может быть принято решение о построении **контрольной карты для количества дефектов в расчете на единицу продукции**, или **c-карты**.

Рассмотрим в качестве примера количество вздутий в слое краски, нанесенном на лист обшивки площадью  $4 \times 4$  метра. Количество мест, в которых могут появиться эти небольшие дефекты, неисчислимо; в то же время можно подсчитать количество обнаруженных дефектов. Еще один пример — количество преступлений, которые имеют место на определенной территории на протяжении, скажем, 1 недели. Никому не известно количество потенциальных преступлений, которые могло бы быть совершено на данной территории за данный период. Однако существует возможность отслеживать количество зарегистрированных преступлений. Таким образом можно отслеживать количество ошибок на одной странице печатного текста, количество аварий на одном из участков автомагистрали на протяжении месяца. c-карта используется для отображения данных выборки по количеству дефектов в расчете на одну единицу продукции.

Вычисление контрольных границ для количества дефектов в расчете на одну единицу продукции основывается на использовании распределения Пуассона, дисперсия которого эквивалентна среднему значению. Следовательно, стандартное отклонение  $\sigma$  вычисляется по формуле  $\sqrt{\bar{c}}$ , где  $\bar{c}$  — это среднее количество дефектов в расчете на одну единицу продукции. Трехсигмовые контрольные границы для значения  $c$  вычисляются по формулам:

$$UCL_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}, \quad (16.14)$$

$$LCL_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}, \quad (16.15)$$

где 0 — большее значение;  $c$  — среднее количество дефектов в расчете на одну единицу продукции.

## 16.7. Выборочный приемочный контроль

Выборочный приемочный контроль по качественным показателям сводится к взятию произвольной выборки из более крупной партии изделий: определяется, принять или забраковать всю партию или необходимо проверить все изделия данной партии и отделить качественные изделия от некачественных. Такая процедура может быть использована при проверке изделий и материалов, поступающих от поставщиков, при проверке промежуточных материалов и компонентов, при проверке качества готовой продукции. (Следует отметить, однако, что сам термин «приемочный контроль» больше всего подходит для описания первой ситуации — контроля при приеме продукции от поставщиков.)

Отбракованная партия может быть возвращена поставщику или за счет поставщика может быть выполнена стопроцентная проверка качества всех изделий, входящих в состав партии, чтобы впоследствии обязать поставщика заменить только изделия с дефектами. Высокий процент отбраковки продукции может обойтись

поставщику весьма дорого, даже если руководство компании-покупателя не принимает решения о том, чтобы воспользоваться другим источником получения товаров или услуг. Для поставщика может оказаться более выгодным увеличить объем затрат на предотвращение проблем с качеством продукции и затрат на оценку качества изделий. Все эти издержки могут быть в полной мере возмещены посредством сокращения потерь, обусловленных недостаточным уровнем качества продукции.

Многие компании ведут дела только с поставщиками, которые способны обеспечить неизменно высокий уровень качества поставляемой продукции. Руководство компаний-заказчиков рассчитывает на эффективный статистический контроль процессов, выполняемых на предприятиях компаний-поставщиков, и на то, что в этих компаниях качество выпускаемых изделий обеспечивается на уровне каждого рабочего места. Поставщик, который обеспечивает неизменно высокий уровень качества продукции, может получить статус сертифицированного поставщика. Продукция, поступающая от сертифицированных поставщиков, практически не проходит процедуру приемочного контроля. В некоторых случаях изделия от сертифицированных поставщиков поступают непосредственно на те участки, на которых они монтируются на изделиях компании-заказчика; в таком случае приемочный контроль отсутствует полностью. Взаимоотношения такого типа, рассчитанные на длительный период и основанные на взаимном доверии, формируются компаний, в которых проявляется особая забота о качестве продукции.

Когда предполагается, что продукция все-таки должна пройти процедуру выборочного приемочного контроля, руководство компании может выбрать один из ряда существующих методов такого контроля. Качество изделий, входящих в состав одной партии, может быть оценено на основании одной выборки (такая процедура называется **однократным выборочным контролем**), или на основании двух и более выборок (такая процедура называется **двукратным выборочным контролем**), или посредством процедуры **последовательного выборочного контроля**.

### **Однократный выборочный контроль**

Выборочный контроль является основой приемочного контроля качества продукции. С его помощью определяется процент выпущенных изделий, удовлетворяющих предъявляемым техническим требованиям. Приемочный контроль осуществляется с определенной схемой выборки.

Схема однократного выборочного контроля подразумевает, что качество продукции определяется на основе оценки одной выборки. План выборочного контроля, рассчитанного на взятие одной выборки, строится на основании двух показателей —  $n$  и  $c$ . Количество изделий из проверяемой партии, которое должно быть включено в одну произвольную выборку, представляет собой **объем выборки ( $n$ )**. **Приемочное число ( $c$ )** определяет максимальное количество дефектных изделий, которое может быть обнаружено в выборке, чтобы партия была принята.

Если в выборке будет найдено количество дефектных изделий, превышающее значение  $c$ , вся партия либо будет полностью отбракована, либо все изделия, входящие в состав партии, будут проверены на наличие дефектов.

## Двукратный выборочный контроль

В некоторых случаях качество партии продукции оказывается настолько высоким или настолько низким, что уровень качества можно определить посредством взятия выборки, объем которой намного меньше, чем в случае использования плана однократного выборочного контроля. Когда такие партии принимаются или отбраковываются на основании выборки небольшого объема, это позволяет сэкономить время и деньги. Тогда только те материалы и изделия, качество которых вызывает сомнения, подвергаются проверке с использованием более объемных выборок

Двукратный выборочный контроль качества сводится к выполнению следующей процедуры. Сначала берется произвольная выборка, объем которой равен  $n_1$ . Если количество дефектных изделий в этой выборке меньше  $c_1$ , партия принимается.

Если количество дефектных изделий в этой выборке превышает значение  $c_2$ , партия отбраковывается.

Если количество дефектных изделий в этой выборке попадает в диапазон от  $c_1$  до  $c_2$ , выполняется взятие произвольной выборки, объем которой равен  $n_2$ . Партия принимается, если суммарное количество дефектных изделий в двух взятых выборках не превышает значение  $c_2$ . В противном случае партия отбраковывается.

## Последовательный выборочный контроль

Концепцию двукратного выборочного контроля можно применить для осуществления выборочного приемочного контроля на основании трех или более выборок. Предел сокращения объема выборки и процесса выполнения выборочного контроля до тех пор, пока не будет принято однозначное решение о качестве партии продукции, — это выборочный контроль качества по одной единице продукции за один раз. В процессе последовательного выборочного контроля единицы продукции отбираются из партии в произвольном порядке и проверяются на наличие дефектов по одному; суммарный объем взятых выборок и суммарное количество дефектных изделий фиксируется.

Если суммарное количество дефектных изделий превышает установленный предельный показатель для данного суммарного объема выборок, партия отбраковывается. Партия принимается, если суммарное количество дефектных изделий оказывается меньше заданного предельного показателя для данного суммарного объема выборок.

В некоторых случаях партии, которые находятся достаточно близко к приемлемому уровню качества, могут быть подвергнуты стопроцентному выборочному контролю и в конечном итоге могут быть не отбракованы. Если партия не проходит приемочный контроль до того момента, когда суммарный объем выборок достигает определенного значения, некоторые планы многократного и последовательного выборочного контроля предусматривают отбраковку, которая может привести к стопроцентной проверке качества всех изделий партии. С другой стороны, партия может быть автоматически принята, если она не была отбракована при достижении суммарного объема выборок значения  $n$ . В таком случае объем издержек, обусловленных приемкой дефектных изделий, достаточно низок.

### Выбор плана однократного выборочного контроля по качественным показателям

Выборочный приемочный контроль достаточно часто используется для проверки входящего потока покупных изделий на наличие дефектов. Его применение особенно целесообразно в случае, когда такая проверка требует более крупного объема затрат по сравнению с ситуацией, когда допускается наличие дефектных изделий в производственном процессе или когда проверка качества требует разрушающих испытаний. В большинстве случаев предполагается, что партии продукции не всегда на 100% состоят из качественных изделий и что приемочный контроль могут пройти и партии, в которых содержится определенный процент дефектных изделий. Предположим, приемлемая доля (или процент) дефектных изделий в той или иной партии составляет 3%. Если бы методика приемочного контроля была идеальной, стопроцентная проверка партии продукции на наличие дефектных изделий показала бы вероятность 0 приемки партий, которые содержат процент дефектных изделий, превышающий приемлемый уровень. В то же время вероятность приемки партии, в которой процент дефектных изделий меньше приемлемого уровня, была бы равна 1.

Проверка качества партии изделий посредством выборочного контроля обеспечивает менее достоверные результаты по сравнению с идеальной дифференцирующей способностью методики приемочного контроля, так как в этом случае возможны ошибки выборок даже при условии, что процедура тестирования изделий дает стопроцентную точность результатов. Существует вероятность того, что произвольная выборка будет содержать намного меньше дефектных изделий по сравнению со средним показателем для данной партии. На основании такой выборки может быть сделан вывод о том, что изделия, входящие в состав партии, соответствуют требуемому уровню качества, тогда как на самом деле это не так. С другой стороны, может случиться, что в произвольную выборку попадет намного больше дефектных изделий по сравнению со средним показателем для данной партии, что может привести к отбраковке партии, соответствующей требуемому уровню качества. График, отображающий зависимость между вероятностью приемки партии и долей бракованных изделий в этой партии, представляет собой не

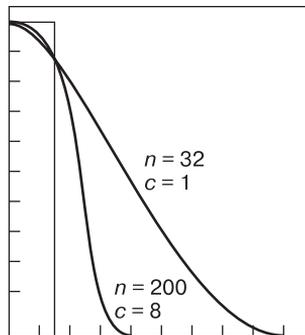


Рис. 16.4. Эффект от увеличения объема выборки и приемочного числа, наблюдаемый в поведении кривой оперативной характеристики

что иное, как кривую оперативной характеристики, построенную для того или иного плана выборочного контроля (рис. 16.4).

### Кривая оперативной характеристики

Как видно из рис. 16.4, кривая оперативной характеристики для плана выборочного контроля не будет иметь такую строго ступенчатую форму, как соответствующая кривая для стопроцентного выборочного контроля при полном отсутствии ошибок выборок. По мере увеличения объема выборок увеличивается крутизна кривой при условии, что сохраняется соотношение между приемочным числом и объемом выборки. Увеличение значения  $n$  при том же значении  $c$  приведет к увеличению крутизны кривой и к ее приближению к началу координат. Чтобы кривая оперативной характеристики плана выборочного контроля была приближена к идеальной, этот план должен основываться на взятии выборки достаточно большого объема, что обеспечит высокую вероятность адекватного представления состава данной партии, и на использовании достаточно большого значения приемочного числа, что обеспечит высокую вероятность того, что партии приемлемого или еще более высокого качества будут приняты. Эффект от одновременного изменения как объема выборки, так и приемочного числа, показан на рис. 16.4. Выбор оптимального варианта плана выборочного контроля, который подлежит использованию на том или ином участке контроля, зависит от компромисса между затратами на проверку изделий при взятии выборки большего объема и риском потерь, которые могут иметь место в результате взятия выборки меньшего объема.

### Риск производителя и риск потребителя

Произвольная выборка не всегда адекватно воспроизводит состав партии, из которой эта выборка была взята. Поэтому при использовании данных такой выборки в качестве основания для приемки или отбраковки всей партии существует определенная степень риска.

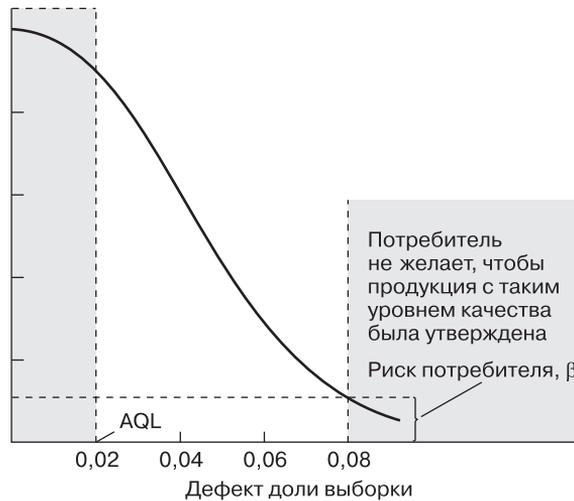
Может случиться так, что по ошибке будет отбракована партия, соответствующая требуемому уровню качества (ошибка первого рода); с другой стороны, возможна ситуация, когда будет принята партия, не соответствующая требованиям к качеству изделий (ошибка второго рода). Эти два типа риска принимаются во внимание в процессе выбора плана выборочного контроля. Приемлемый уровень качества (*acceptable quality level* — *AQL*) представляет собой максимальный процент (или долю) дефектных изделий, который считается приемлемым для использования в качестве общего среднего в процессе выборочного приемочного контроля. Значение *AQL* должно быть большим нулевого значения (хотя в некоторых компаниях используются очень небольшие значения *AQL*, например несколько дефектных изделий на миллион).

Производитель заинтересован в обеспечении высокой вероятности того, что партии изделий, удовлетворяющих этому уровню качества, будут приняты. Однако существует определенная вероятность того, что партия, соответствующая приемлемому уровню качества (*AQL*), будет отбракована в результате использования того или иного плана выборочного контроля. Эта вероятность называется *риском производителя* и обозначается символом  $\alpha$ . Не все партии будут характеризоваться степенью дефектности, равной среднему значению для всех партий, полу-

ченных в результате выполнения данного процесса. В некоторых партиях будет меньше дефектных изделий, в то время как в других партиях таких изделий будет больше среднего значения. Однако в случае выборочного приемочного контроля существует еще и верхний предел количества дефектных изделий в отдельно взятой партии, который был бы желателен для потребителя, хотя средний показатель качества продукции для всего процесса является приемлемым. Этот предел называется допустимым количеством дефектных изделий в партии (*lot tolerance percent defective* — *LPTD*), или допустимой долей изделий, не соответствующих требованиям. (В данной главе преимущественно используется термин *LPTD*, хотя время от времени встречается и термин «доля дефектных изделий».)

*Риск потребителя*, обозначаемый символом  $\beta$ , представляет собой вероятность того, что партия, содержащая процент (или долю) дефектных изделий, равный значению *LPTD*, будет принята в результате применения одного из планов выборочного контроля.

Как найти план выборочного контроля, который удовлетворял бы пожеланиям как потребителя, так и производителя? Установление значения  $a$  на уровне *AQL* определяет точку, которая должна попасть на кривую оперативной характеристики. Установление значения  $\beta$  равным тому или иному значению *LPTD* определяет еще одну точку, которая должна находиться на кривой оперативной характеристики для искомого плана. Дальнейшая задача состоит в том, чтобы найти план, кривая оперативной характеристики которого проходила бы через эти две точки или была бы максимально приближена к ним. Следует помнить о том, что если значения *AQL* и *LPTD* приблизительно равны, кривая оперативной характеристики будет иметь ступенчатую форму. Это, в свою очередь, означает, что объем выборки  $n$  может оказаться слишком большим, чтобы взятие выборки такого объема было целесообразным, поэтому в таком случае можно использовать 100%-ный



**Рис. 16.5.** Кривая оперативной характеристики, отображающая зависимость между значениями  $a$ , *AQL*,  $\beta$  и *LPTD*

выборочный контроль. На рис. 16.5 отображена кривая оперативной характеристики, а также значения  $a$ ,  $\beta$ , AQL и LPTD.

Поиск плана выборочного контроля с кривой оперативной характеристики, проложенной через требуемые точки, может повлечь за собой проведение ряда экспериментов и, следовательно, допущение ряда ошибок. Для отыскания плана выборочного контроля, имеющего требуемые характеристики, может понадобиться многократное решение соответствующего уравнения для вычисления вероятностей.

Существуют таблицы, по которым в большинстве случаев можно определить примерный план выборочного контроля без выполнения подробных расчетов. Поскольку при определении плана выборочного контроля используются целые числа  $n$  и  $c$ , кривая оперативной характеристики может не проходить точно через заданные точки; тем не менее искомый план должен иметь характеристики, достаточно близкие к требуемым характеристикам.

### **Средний уровень качества исходящей продукции и его пределы**

Предположим, продукция, полученная в результате реализации того или иного процесса, поступает партиями на участок контроля, где эти технологические партии проходят приемочный контроль в соответствии с одним из планов выборки. Если качество продукции, попавшей в выборку из партии, не удовлетворяет критериям приемки, все изделия этой партии проходят 100%-ную проверку, а дефектные изделия либо заменяются качественными, либо удаляются в зависимости от стратегии, принятой в данной компании. По прошествии продолжительного промежутка времени складывается ситуация, когда средний уровень качества исходящей продукции (*average outgoing quality* — AOQ), т. е. продукции, покидающей участок контроля, превышает уровень качества продукции, поступающей на этот участок, — если только качество входящей продукции не будет безупречным, что делает качество входящей продукции эквивалентным качеству исходящей продукции.

В случае выбора того или иного плана выборочного контроля вероятность того, что входящая партия будет отбракована, а качество продукции, входящей в ее состав, улучшено, зависит от количества дефектных изделий во входящей партии. Средняя доля дефектных единиц продукции, имеющих в себя входящей партии, обозначается символом  $p'$ . Если уровень качества входящей партии достаточно высок (если  $p'$  имеет маленькое значение), вероятность того, что в результате применения данного плана выборочного контроля будет отбраковано много партий и что потребуются выполнить большой объем работ по устранению брака, очень невелика. Уровень качества исходящей продукции по-прежнему будет достаточно высоким и даже несколько повысится, если качество некоторых партий будет улучшено. Если уровень качества входящей продукции очень низок, большинство партий будет отбраковано в соответствии с данным планом выборочного контроля, а качество продукции будет улучшено посредством удаления или замены дефектных изделий (в результате выполненных действий будет получено достаточно хорошее значение AOQ). Где-то посередине между очень высоким и очень низким уровнем качества входящей продукции анализируемый план выборочного контроля дает самый плохой результат в плане улучшения качества продукции.

В таком случае формируется так называемый предел среднего уровня качества исходящей продукции (*average outgoing quality limit* — AOQL). На этом уровне качества входящей продукции некоторые партии не вполне соответствуют требованиям к качеству, причем некоторые из некачественных партий не обнаруживаются в результате применения данного плана выборочного контроля. Один из методов оценки и отбора планов выборочного контроля состоит в сопоставлении значений AOQL для различных планов и в выборе того плана, который обеспечивает самую лучшую защиту качества продукции на длительный промежуток времени.

В случае несистематической закупки партий изделия менеджеры компании-заказчика могут принять решение относительно выбора плана выборочного контроля на основании значения LPTD, обеспечивающего заданный уровень защиты от приема партии некачественных изделий. В случае регулярных закупок партий серийных изделий, осуществляемых на протяжении длительного периода, компания может быть заинтересована прежде всего в контроле среднего уровня качества; в этом случае предпочтение может быть отдано выбору плана на основании значения AOQL с ориентацией на выбор плана в соответствии с заданным значением риска производителя. В данный стандарт включены планы однократного, двукратного и многократного выборочного контроля. Эти планы предусматривают получение нормальных выборок при нормальных обстоятельствах, со смещением в сторону усиленного выборочного контроля в случае ухудшения качества продукции. Они также позволяют сократить процедуру контроля качества в случае, если уровень качества продукции оказывается достаточно высоким на протяжении ряда предыдущих циклов выборочного контроля, а процесс производства этой продукции является достаточно стабильным.

## Резюме

Обеспечение качества требует выполнения всех действий, необходимых для того, чтобы гарантировать получение потребителем товаров или услуг самого высокого качества. В число этих действий должно быть обязательно включено обеспечение высокого качества конструкции изделий или состава услуг, а также соответствие товара или услуги этой конструкции или составу. Кроме того, в число этих действий должно быть включено обучение потребителей правилам пользования изделием, обеспечение безопасности конструкции, предотвращающее неправильное применение изделия, предоставление гарантийного обслуживания и ремонта.

Во многих случаях для контроля и улучшения качества используются статистические методы. Существует три типа наиболее широко распространенных методов статистического контроля качества: контроль процессов, приемочный контроль и стандартные статистические методы. Методика контроля процесса позволяет сделать вывод о том, выполняются ли технологические операции в рамках допустимых отклонений, обусловленных случайными факторами. Приемочный контроль используется для определения приемлемости уровня качества той или иной партии, из которой была взята выборка. Стандартные статистические методы позволяют определить диапазон отклонений, установить зависимость между различными переменными, а также вскрыть причины возникших или потенциальных проблем. Цель статистического контроля процессов состоит в том, чтобы

исключить получение результатов, не соответствующих требуемому уровню качества, в то время как цель стандартных методов статистического анализа во многих случаях состоит в дальнейшем повышении уровня качества. Следовательно, с течением времени важность и популярность обеих методик возрастает.

Процедура контроля процесса представляет собой эффективное средство борьбы с некачественной работой; реализация этой процедуры может быть возложена на рабочих, занятых непосредственно производством продукции. Следовательно, контроль процесса во многих случаях повышает как уровень качества, так и уровень производительности. Процедура контроля процесса сводится к построению контрольных карт и вычислению контрольных границ с целью отображения адекватной (или неадекватной — в зависимости от уровня реализации процесса) эффективности выполнения процессов в соответствии с измерениями их характеристик. Контрольные карты для среднего значения  $\bar{X}$  и диапазона значений  $R$  используются для контроля процесса по количественным показателям. Контрольные карты для значений  $p$  (доли дефектных изделий) и контрольные карты для значений  $c$  (количества дефектов на единицу готовой продукции) используются для контроля процесса по качественным показателям.

Приемочный контроль требует использования определенного плана выборочного контроля, такого как однократный, двукратный или многократный выборочный контроль. Поскольку выборочный контроль не может гарантировать 100%-ную точность определения качества продукции, для производителя существует определенный риск того, что та или иная партия с приемлемым уровнем качества будет отбракована, а для потребителя — риск того, что партия, содержащая дефектные изделия, будет принята.

Усилия, направленные на контроль качества и на его улучшение, требуют применения методов, обеспечивающих более глубокое проникновение в сущность числовых данных, которые в большинстве случаев содержат некоторую часть необъяснимой дисперсии. Опытные работники имеют в своем распоряжении средства сбора и интерпретации таких данных. В таком случае все действия по контролю качества основываются на фактах, а не на догадках и предположениях.

## Ключевые термины

Statistical process control (SPC) — статистический контроль процесса

Отклонение, возникающее под влиянием случайных факторов

Контрольная карта

Процесс, находящийся под контролем (контролируемый процесс)

Процесс, находящийся вне контроля (неконтролируемый процесс)

Закономерная причина отклонения

Upper control limit (UCL) — верхняя контрольная граница

Lower control limit (LCL) — нижняя контрольная граница

Качественные данные

Количественные данные

Контрольная карта для среднего, или  $\bar{X}$ -карта

Контрольная карта для диапазона значений, или  $R$ -карта

Контрольная карта для доли дефектных изделий, или  $p$ -карта

Контрольная карта для количества дефектов на единицу продукции, или  $c$ -карта

Однократный выборочный контроль  
Двукратный выборочный контроль  
Последовательный выборочный контроль  
Объем выборки,  $n$   
Приемочное число,  $c$   
Кривая оперативной характеристики, или кривая ОС  
Приемлемый уровень качества  
Риск производителя  
Допустимое количество дефектных изделий в партии  
Риск потребителя  
Средний уровень качества исходящей продукции

## Контрольные вопросы

1. Назовите три основные области, в которых статистика может быть применена для контроля и улучшения качества.
2. Назовите четыре причины, по которым взятие выборок может оказаться более целесообразным, чем проверка качества каждой единицы продукции.
3. Какой подход к обеспечению качества принято считать более результативным: превентивный или корректирующий? Обоснуйте свой ответ.
4. Какова цель статистического контроля процесса?
5. Объясните смысл терминов «контролируемый процесс» и «неконтролируемый процесс».
6. Почему в процессе определения пробных контрольных границ первыми устанавливаются границы для  $R$ ?
7. Что такое риск потребителя?
8. Что такое риск производителя?
9. Выбор поставщика и формирование взаимоотношений с поставщиком — важные аспекты деятельности отдела снабжения. Следует ли вовлекать специалистов отдела обеспечения качества в процесс решения этих вопросов? Обоснуйте свой ответ.
10. При каких условиях  $p$ -карты и  $c$ -карты используются вместо  $X$ -карт и  $R$ -карт?
11. В каких случаях было бы желательно устанавливать контрольные границы далеко за пределами границ?
12. Существует ли возможность отбраковать продукт в результате выполнения процедуры контроля качества? Объясните свою точку зрения.
13. Может ли особая тщательность в процессе производства продукта компенсировать его плохую конструкцию? Объясните свою точку зрения.
14. Может ли правильное применение методов контроля качества фактически сократить объем затрат одновременно с повышением уровня качества? Обоснуйте свой ответ.

## Упражнения с использованием сети Интернет

1. Компания *Columbia Sportswear Company*, возможно, до сих пор известна своими оригинальными парками (удлиненными куртками) «три в одном». В то же время компания настолько расширила сферу деятельности, что сейчас на ее предприятиях производятся полная линия верхней одежды, обувь, изделия для занятий охотой и

рыбной ловлей, а также товары для детей. Посетите web-сайт компании по адресу [columbia.gu](http://columbia.gu) и щелкните на одну из ссылок, по которой можно узнать больше информации о том, какую продукцию выпускает компания. Затем представьте себе, что вы — консультант компании, и письменно изложите свои соображения относительно того, целесообразно ли использовать в компании *Columbia* процедуру выборочного контроля в качестве одного из методов контроля качества. Обоснуйте свои выводы.

2. Компания *Pfizer* — это компания со 150-летним опытом, которую называют «транснациональной компанией из сферы здравоохранения, работа которой основывается на научных исследованиях». Все знают эту компанию по таким препаратам, как «Бенгей» (мазь для снятия воспаления в мышцах), а также «Визин» (глазные капли, которые «снимают покраснение глаз»). Безусловно, контроль качества играет жизненно важную роль для компании *Pfizer*. Посетите web-сайт компании и просмотрите информацию о новых препаратах, предлагаемых компанией. Затем составьте таблицу, состоящую из двух столбцов, — «Ошибки первого рода» и «Ошибки второго рода». В каждом столбце перечислите те последствия, которые, по вашему мнению, могли бы иметь место в компании *Pfizer*, если бы ошибки этих двух типов были допущены в процессе работы над такими препаратами, как «Визин».

## Литература

1. ГОСТ 15467–79 «Управление качеством продукции». Основные понятия. Термины и определения.
2. *Ребрин И. Ю.* Управление качеством: Учебное пособие. Таганрог: ТРТУ, 2004.
3. *Стивенсон В. Дж.* Управление производством / Пер. с англ. М.: Лаборатория базовых знаний, БИНОМ, 1998.
4. *Хемди А. Таха.* Введение в исследование операций / Пер. с англ. 7-е изд. М.: Вильямс, 2005.
5. Управление консалтингом. Введение в профессию (Management Consulting) / Пер. с англ.; науч. ред. А. А. Гладышев. М.: Планум, 2004.
6. *Чейз Р. Б., Эквэлйн Н. Д., Якобс Р. Ф.* Производственный и операционный менеджмент. М.: Вильямс, 2001.
7. *Dikworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.

## ГЛАВА 17

### Всеобщее управление качеством

Качество произведенных изделий и услуг является одним из параметров, гарантирующих преимущество в конкурентной борьбе. Решения менеджмента, обеспечивающие его определенный уровень, представляют собой жизненно важный элемент стратегии компании и в связи с этим предполагают не только определенные процедуры, контролируемые конечный результат, но и создание системы, которая позволяет эти процедуры осуществлять.

В этой главе рассматриваются более широкие аспекты качества деятельности производственной организации, процессов и систем принятия решений, т. е. всеобщее управление качеством (*total quality management – TQM*).

Термин, используемый для описания приверженности компании к качеству – **всеобщее управление качеством** (*total quality management – TQM*), представляет собой философскую основу для разработки основных принципов деловой активности компании. Такой подход к ведению бизнеса предполагает тесное взаимодействие всех сотрудников компании и выполнение ими своих обязанностей с ориентацией на максимальное удовлетворение потребностей и ожиданий клиентов. Каждая организация имеет свою специфику. Следовательно, определение качества и подходы к обеспечению качества имеют свои особенности для каждой отдельно взятой компании.

#### 17.1. Этапы развития менеджмента качества и его роль в организации

Основой менеджмента качества явилась система, предложенная Ф. У. Тейлором. Она включала понятия верхнего и нижнего пределов качества, поля допуска, вводила измерительные инструменты, шаблоны и калибры, обосновывала необходимость независимой должности инспектора по качеству, разнообразную систему штрафов для выпускающих брак. Цель такой системы управления качеством сводилась к обеспечению определенных характеристик отдельных изделий, узлов и деталей. Дальнейшие действия в этом направлении приводили к значительному росту затрат, снижению эффективности производства.

На втором этапе развития систем управления качеством (1920–1950-е гг.) признание получили статистические методы контроля качества – SQC (А. Шухарт, Г. Ф. Додж и др.). Появились контрольные карты, обосновывались выборочные методы контроля качества продукции и регулирования технологических процессов. Э. У. Деминг и Д. М. Джуран активно пропагандировали статистические подходы к производству, именно они первыми обратили внимание на организационные вопросы обеспечения качества и выделили роль высшего руководства в создании системы его обеспечения. В знаменитых четырнадцати принципах Деминга уже трудно отделить инженерные методы обеспечения качества от организационных проблем менеджмента.

В 1950–1980-е гг. широкомасштабные внутрифирменные системы за рубежом еще называются системами контроля качества: TQC (Фейгенбаум), CWQC (К. Исикава, семь инструментов качества), QC-circles (методы Тагути), QFD и т. д. В это время начинается активное сближение методов обеспечения качества с представлениями общего менеджмента. Наиболее характерным примером является система ZD («Ноль дефектов»), однако и другие системы качества начинают широко использовать инструментарий «науки менеджмента». В СССР эта тенденция проявлялась наиболее отчетливо в программе под названием «Комплексная система управления качеством продукции (КС УКП)».

В период с 1920-х до начала 1980-х гг. главная проблема качества воспринималась и разрабатывалась специалистами преимущественно как инженерно-техническая проблема контроля и управления изменением продукции и процессов производства, а проблема менеджмента — как проблема, связанная с решением задач повышения эффективности деятельности.

Начиная с 1980-х гг. в деятельности организаций начинают выделять отдельные функциональные направления. Расширяется перечень объектов менеджмента — маркетинг, инновации, персонал и т. д. В структуре общего менеджмента появляются самостоятельные дисциплины — финансовый менеджмент, управление маркетингом, в один ряд с которыми можно поставить и управление качеством. Менеджмент направлен на достижение поставленных целей (такой подход получил название «управление посредством целей», или МВО) и базируется на построении и последующей реализации структурированной системы целей (дерева целей). С другой стороны, общий менеджмент определил в качестве основной цели постоянное совершенствование качества. Этот подход получил название «управление посредством качества» (МВС).

Управление качеством продукции, как это видно из истории его развития, не просто контроль качественных параметров и причин их отклонений — это управленческая деятельность, охватывающая жизненный цикл продукции, системно обеспечивающая стратегические и оперативные процессы повышения качества продукции и функционирования самой системы управления качеством.

Развитие компании происходит на фоне непрерывного усложнения всех основных элементов — организационной структуры, стиля руководства, центра внимания руководства, рынков, систем мотивации, организации работы и др. В результате создания новых стратегий развития и последующего реформирования непрерывно обновляется и усложняется модель как корпоративного менеджмента, так и менеджмента качества.

Если начальному этапу развития компании вполне соответствует традиционная система производственного контроля и обеспечения качества, то высший этап развития компании с присущими ему новациями неизбежно требует перехода к системе всеобщего управления качеством (TQM).

Изучение системы менеджмента качества (СМК) следует начинать с определения таких понятий, как «качество, менеджмент качества, система менеджмента качества и ее место в общей системе управления организацией».

В версии МС ИСО серии 9001:2000 **качество** определяется как **степень ответственности совокупности присущих характеристик требованиям**. Требование,

в свою очередь, трактуется как потребность или ожидание, которое установлено, обычно предполагается или является обязательным.

**Менеджмент качества** — скоординированная деятельность по руководству и управлению организацией применительно к качеству.

**Система менеджмента качества** — система менеджмента для руководства и управления организацией применительно к качеству.

Компании, которым свойственна культура всестороннего обеспечения качества, в большинстве случаев имеют большинство или все из следующих перечисленных характеристик: концентрация усилий на удовлетворении нужд потребителей, непрерывное совершенствование, ориентация на процессный подход, высокий уровень вовлеченности персонала.

**Концентрация усилий на удовлетворении нужд потребителей** предполагает особую заботу и заинтересованность в максимальном удовлетворении запросов внешних клиентов, которые приобретают товары или услуги фирмы, и об интересах «внутренних клиентов», т. е. коллег по службе, которые пользуются результатами труда других работников компании.

Каждый работник компании обязан прилагать максимум усилий к тому, чтобы его работа способствовала обеспечению наивысшего уровня удовлетворенности потребителя. Руководство компаний отчетливо осознает, что ожидания потребителей постоянно меняются, а конкуренты неизменно предпринимают действия, направленные на получение преимуществ в конкурентной борьбе. Именно поэтому компаниям свойственно настойчивое стремление к непрерывному совершенствованию своей работы.

Компании осуществляют свою деятельность посредством выполнения определенных процессов или групп связанных между собой действий, которые могут охватывать работу ряда организационных единиц компании. Эффективное управление компанией ориентировано на совершенствование общих для всей компании процессов, а не на локальную оптимизацию работы подразделений компании, осуществляющих только часть общей стратегии.

Высокий уровень вовлеченности персонала в дела компании и участие каждого работника в решении насущных проблем позволяет руководству компании самым эффективным способом использовать способности рабочих и служащих, во многих случаях — посредством формирования специальных рабочих групп для решения задач.

Необходима такая корпоративная культура, которая поддерживала бы обеспечение высокого уровня качества посредством применения различных методов. Например: существуют критерии, в соответствии с которыми американским компаниям присуждается премия Малкольма Болдриджа за обеспечение высокого качества продукции (Malcolm Baldrige National Quality Award, MBNQA, [www.quality.nist.gov](http://www.quality.nist.gov)). Такие критерии раскрывают аспекты производства товаров или предоставления услуг, которые признаны ведущими специалистами как необходимые условия обеспечения высокого уровня качества. В соответствии с этими критериями устанавливается семь основных направлений деятельности компании, которые имеют первостепенное значение для обеспечения высокого уровня качества. Схематическое изображение семи направлений, образующих основу для присуждения премии MBNQA, представлено на рис. 17.1.

Для обеспечения высокого уровня качества работа компании должна быть организована по всем семи направлениям. Все упомянутые выше элементы играют важную роль в реализации предпринимаемых в рамках компании усилий, направленных на достижение высокого уровня удовлетворенности клиентов и получение преимуществ в конкурентной борьбе. Представленное на рис. 17.1 схематическое изображение наглядно иллюстрирует, что все направления деятельности компании взаимосвязаны и до определенной степени пересекаются друг с другом. Все элементы системы обеспечения качества рассматриваются в последующих разделах текущей главы.

**Модель делового совершенства EFQM** (*european foundation for quality management*) (рис. 17.2) является признанной на европейском уровне методологией всесторонней оценки деятельности организации и движения к ее совершенствованию. В основе этой методологии лежат базовые принципы TQM.

Модель делового совершенства EFQM представляет собой добровольно применяемую организациями схему оценки достигнутых результатов в продвижении к деловому совершенству, основанную на использовании девяти критериев.

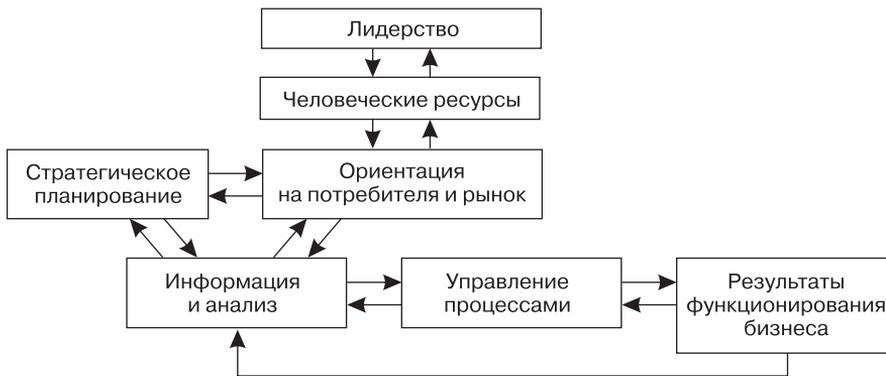


Рис. 17.1. Элементы системы обеспечения качества продукции

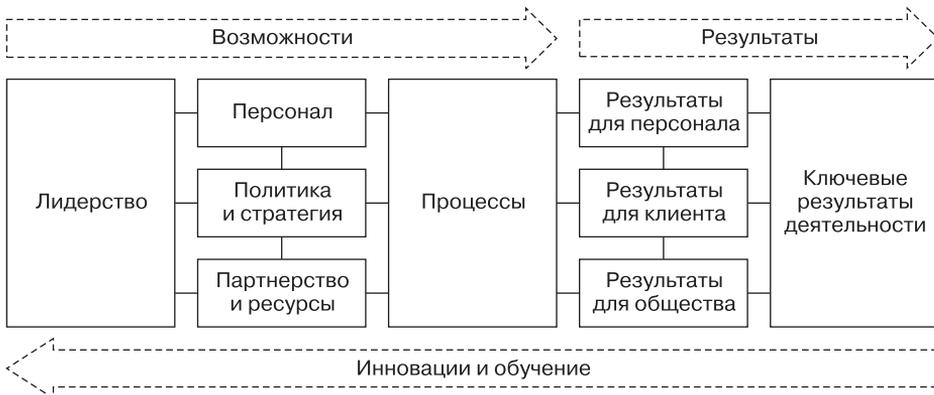


Рис. 17.2. Европейская модель делового совершенства (EFQM excellence model)

Модель EFQM построена на следующих предпосылках. Уровень совершенства предприятия оценивается как производственными показателями, так и полнотой удовлетворенности потребителей, собственных сотрудников и общества в целом. Достигается он за счет эффективного управления, основанного на выработанной стратегии и политике, посредством соответствующего использования персонала, партнеров, ресурсов и процессов. Инновации и обучение способствуют повышению возможностей предприятия, что, в свою очередь, ведет к улучшению его деловых результатов. Используются термины «возможности» и «результаты», которыми обозначены две основные категории критериев модели. К категории «возможности» отнесены критерии, характеризующие основные составляющие деятельности организации, а название категории «результаты» говорит само за себя.

При оценке каждого критерия используется логика RADAR (*results, approach, deployment, assessment and review* — результаты, подход, развертывание, оценка и пересмотр).

Критерии, принципы и логика RADAR модели EFQM применяются не только для самооценки деятельности организациями, но и при независимой оценке их деятельности экспертами EFQM — на неконкурсной основе (сертификаты EFQM) и при проведении конкурса на соискание Европейской премии по качеству (european quality award).

### **Концепция всеобщего управления качеством (TQM)**

**Total quality management (TQM)** — подход к руководству организацией, нацеленный на качество, основанный на участии всех ее членов и направленный на достижение долгосрочного успеха путем удовлетворения потребителя и выгоды для всех членов организации и общества. Стремление стимулировать производство товаров, конкурентоспособных на мировых рынках, инициировало создание нового общеорганизационного метода непрерывного повышения качества всех организационных процессов, производства и сервиса. Этот метод получил название «**метод всеобщего управления качеством**».

Главная идея TQM состоит в том, что компания должна работать не только над качеством продукции, но и над качеством работы в целом, включая деятельность персонала. Постоянное параллельное усовершенствование этих трех составляющих: качества продукции, качества организации процессов и уровня квалификации персонала — позволяет достичь более быстрого и эффективного развития бизнеса.

TQM включает два механизма: quality assurance (QA) — контроль качества и quality improvements (QI) — повышение качества. Первый — контроль качества — поддерживает необходимый уровень качества и заключается в предоставлении компанией определенных гарантий, дающих клиенту уверенность в качестве данного товара или услуги. Второй — повышение качества — предполагает, что уровень качества необходимо не только поддерживать, но и повышать, соответственно поднимая и уровень гарантий.

В теории TQM выделяют **восемь принципов менеджмента на основе качества**:

1. **Ориентация на потребителя.** Организации зависят от своих потребителей и поэтому должны понимать их текущие и будущие потребности, выполнять их требования и стремиться превзойти их ожидания.

2. **Лидерство руководителя.** Руководители обеспечивают единство цели и направления деятельности организации. Им следует создавать и поддерживать внутреннюю среду, в которой работники могут быть полностью вовлечены в решение задач организации.
3. **Вовлечение работников.** Работники всех уровней составляют основу организации, и их полное вовлечение дает возможность организации с выгодой использовать их способности.
4. **Процессный подход.** Желаемый результат достигается эффективнее, когда деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом.
5. **Системный подход к управлению.** Выявление, понимание и управление взаимосвязанными процессами как системы содействуют результативности и эффективности организации при достижении ее целей.
6. **Постоянное улучшение.** Постоянное улучшение деятельности организации следует рассматривать как ее неизменную цель.
7. **Принятие решений, основанное на фактах.** Эффективные решения основываются на анализе данных и информации.
8. **Взаимовыгодные отношения с поставщиками.** Организация и ее поставщики взаимозависимы, и отношения взаимной выгоды повышают способность обеих сторон создавать ценности.

Эффективная стратегия внедрения TQM в организации использует различные модели менеджмента качества как части общей системы менеджмента организации. Наибольшее распространение получили модели систем качества, основанные:

- на требованиях международных стандартов ISO серии 9000;
- на критериях модели делового совершенства EFQM.

**Стандарты серии ИСО 9000** — это пакет документов по обеспечению качества, подготовленный членами международной делегации, известной как «ИСО/Технический комитет 176» (ISO/TC 176).

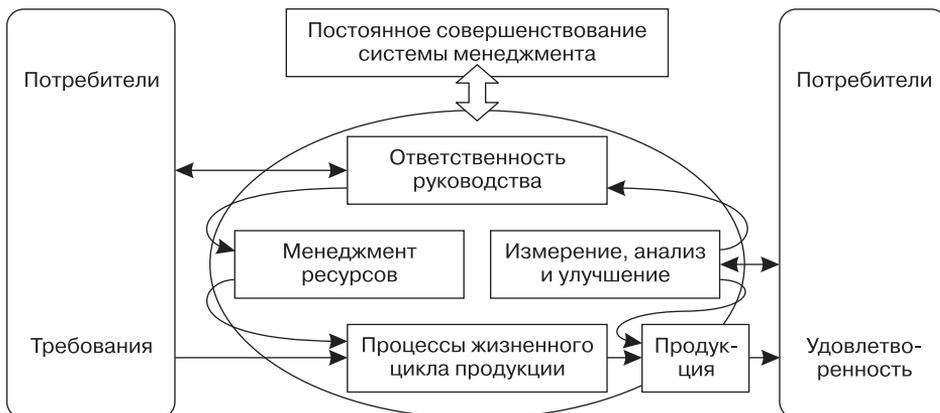


Рис. 17.3. Модель системы менеджмента качества, основанного на процессном подходе

Семейство стандартов ISO 9000:2000 разработано, чтобы помочь предприятиям внедрить и использовать эффективные системы менеджмента качества. Сообща они образуют комплект взаимосвязанных стандартов системы менеджмента качества. Стандарты ИСО 9000 содержат минимальные требования, которым должны соответствовать работы по обеспечению гарантии качества независимо от того, какую именно продукцию выпускает организация.

Концепция стандартов ISO 9000:2008 основана на процессном подходе (рис. 17.3), при котором деятельность организации в целом рассматривается как совокупность взаимосвязанных процессов, и все усилия направляются на совершенствование этих процессов.

Идеология международных стандартов ISO серии 9000 предполагает наличие на предприятии сертифицированной системы менеджмента качества, которая является объективным свидетельством того, что предприятие потенциально способно стабильно поставлять продукцию (предоставлять услуги), отвечающую установленным требованиям и требованиям потребителя.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА БАЗЕ СТАНДАРТОВ ISO 9000

При взаимодействии с поставщиками любая компания в большинстве случаев требует от них соответствия продукции определенным требованиям или стандартам качества. Одна и та же компания-поставщик может обеспечивать своей продукцией ряд фирм-заказчиков. Например, корпорация *Intel* является поставщиком компьютерных чипов для многих производителей вычислительной техники. Изучение множества различных стандартов и приведение продукции в соответствие с ними обошлись бы чрезвычайно дорого и в смысле времени, и в смысле материальных затрат. Кроме того, все эти стандарты могли бы оказаться несовместимыми. Поэтому было бы целесообразно, особенно в условиях глобализации рынка, иметь один общий стандарт для всех поставщиков, признанный на международном уровне. ISO 9000 как раз и является таким стандартом.

В настоящее время термин «ISO 9000» все чаще упоминается в процессе обсуждения темы качества и конкурентоспособности продукции. Менеджеры компаний, находящихся как в Соединенных Штатах Америки, так и во многих других странах мира, признают значение ISO 9000 для повышения уровня качества продукции и ее конкурентоспособности на мировом рынке.

ISO 9000 — это серия стандартов по управлению и обеспечению качества, разработанных Международной организацией по стандартизации (International Organization for Standardization, ISO), штаб-квартира которой находится в Женеве, Швейцария (Geneva, Switzerland). В эту серию стандартов входят пять основных подразделов, применимых к определенным ситуациям.

ISO 9000 содержит в себе руководящие принципы применения оставшихся четырех стандартов серии.

ISO 9001 представляет собой стандарт с широким спектром действия.

Этот стандарт применяется в случаях, когда в обязанности поставщика входят разработка, проектирование, производство, установка и обслуживание продукта.

ISO 9002 применяется в случаях, когда поставщик отвечает только за производство и установку, но не за проектирование, разработку и обслуживание продукта.

ISO 9003 применяется в случае окончательной проверки и тестирования продукции. В этом стандарте не заложены нормы производства, поэтому он более применим в рамках компаний, занимающихся сбытом продукции.

ISO 9004 представляет собой руководство по разработке систем обеспечения качества, предназначенное для использования менеджерами компаний.

Большинство индустриально развитых стран (около 100) приняли стандарт ISO 9001 или его адаптированные версии, которые по своей сути ничем не отличаются от основного стандарта. Стандарт ISO 9000 достаточно универсален для того, чтобы его можно было

применить практически к любому товару, услуге или предприятию. С другой стороны, то предприятие, которое регистрируется или сертифицируется в соответствии со стандартом ISO 9001, безусловно, обладает особыми отличительными характеристиками.

Для того чтобы «зарегистрировать в соответствии со стандартом» то или иное предприятие, необходимо документально подтвердить соответствие процедур, реализуемых в рамках компании, каждой рекомендации и каждому требованию стандарта. После этого регистрационное бюро, имеющее соответствующие права, проводит аудиторскую проверку с целью получения информации о том, действительно ли деятельность данного предприятия осуществляется в соответствии с задокументированными процедурами. Впоследствии проводятся дополнительные аудиторские проверки. Другими словами, предприятие основательно проверяется на предмет того, соответствует ли его реальности заявленный им уровень организации деятельности. Регистрация предприятия на соответствие стандартам сама по себе не гарантирует качество продукции и не повышает его уровень. Такая регистрация только означает, что работа на предприятии действительно выполняется в соответствии с задокументированными процедурами и, следовательно, должна соответствовать стандартам качества. Применение стандарта ISO 9000 может облегчить процесс улучшения качества продукции, поскольку он обеспечивает более простой способ обнаружения и исправления типичных ошибок в процессе выпуска продукции.

## 17.2. Лидерство

Руководство компании играет первостепенную роль в достижении высокого уровня качества и в формировании позиции по отношению к непрерывному совершенствованию работы всей компании. Представители высшего исполнительного руководства компании должны обладать способностью проникновения в суть всех элементов, необходимых для формирования и поддержки системы обеспечения качества во всех его проявлениях. Задача высшего исполнительного руководства состоит в определении миссии компании и формулировке концепции ее осуществления, ориентирующей работу всей компании на обеспечение высочайшего уровня качества; по сути, такие действия руководства представляют собой движущую силу компании. Концепции достижения высокого уровня эффективности при условии непрерывного совершенствования работы должны быть доведены до сведения персонала всех подразделений компании. Декларация о миссии компании, в которой формулируется позиция руководства по отношению к качеству, в обобщенной форме представляет основные принципы осуществления деловой активности компании. Например, при выдвижении качества как основной задачи компании можно привести лозунг компании *Ford Motor Co.*: «Качество — задача номер один». В декларации о миссии компании *IBM* сказано: «Мы предоставим потребителям качественные, конкурентоспособные изделия точно к тому времени, когда в них появится необходимость».

Жизненно важное значение для формирования в коллективе ответственного отношения к качеству имеет исходящая от высшего руководства и подкрепленная конкретными действиями четкая формулировка задач, стоящих перед компанией. Убежденность в целесообразности этих задач может стать базовым принципом, лежащим в основе действий всех членов коллектива компании.

От позиции руководства зависит такое распределение ресурсов, которое стимулировало бы все организационные единицы компании работать с ориентацией на обеспечение максимального уровня качества. Согласно утверждению В. Эдвардса Деминга (W. Edwards Deming), 80% неудач в деле обеспечения высокого уровня

качества можно отнести на счет самой системы обеспечения качества, модификация которой полностью находится в компетенции руководящего состава, и только на 20% качество зависит от рабочих, занятых изготовлением продукции.

Работу компании можно было бы организовать по стандартному сценарию, если бы деятельность компании не осуществлялась в таком внешнем окружении, которое постоянно выдвигает все новые и новые требования к качеству товаров или услуг. В этих условиях менеджмент компании должен ставить перед своими подчиненными задачи улучшения качества как часть стратегии каждой организационной единицы, причем реализация этих задач должна осуществляться в процессе периодически повторяющихся плановых циклов. Для достижения поставленных целей каждое подразделение компании должно быть обеспечено достаточным количеством необходимых ресурсов.

### **ИДЕИ ДОКТОРА ДЕМИНГА**

Доктор В. Эдвардс Деминг, специалист по статистике и создатель теории выборочного статистического контроля качества, был одним из группы американских специалистов, которые после Второй мировой войны уехали в Японию для оказания помощи в восстановлении разрушенного войной хозяйства. Заслуги доктора Деминга в существенном улучшении качества японских товаров получили всеобщее признание. Наивысшая награда, которая ежегодно присуждается в Японии за достижение высокого уровня качества, — это премия Деминга. В свое время доктор Деминг подверг критике систему обеспечения качества на американских предприятиях. Большинство связанных с этим проблем он отнес к недостаткам самой системы и объяснял неудачи с обеспечением качества неудовлетворительной работой менеджеров в этом направлении. Деминг разработал состоящую из четырнадцати пунктов программу улучшения качества.

#### **Четырнадцать пунктов программы повышения качества (по Демингу)**

1. Принятие в качестве одной из важнейших конечных задач компании постоянного обновления и совершенствования работы.
2. Принятие новой философии деятельности компании, которая исключает повторение старых ошибок и недостатков.
3. Отказ от тотальной проверки всех изделий на соответствие стандартам качества и переход к применению статистических методов контроля качества.
4. Прекращение практики получения доходов за счет снижения себестоимости продукции.
5. Применение статистических методов для обнаружения слабых мест в системе обеспечения качества.
6. Введение современных методов подготовки персонала к выполнению соответствующих функций.
7. Совершенствование системы контроля за выполнением работ: в процессе производства продукции необходимо делать все, что хорошо для компании, не ограничиваясь только количественными показателями.
8. Исключение чувства страха и формирование такой атмосферы в компании, которая позволила бы рабочим и служащим компании без опасений указывать на возникающие проблемы и требовать от руководства предоставления необходимой информации.
9. Устранение барьеров между различными отделами компании, а также между компанией, с одной стороны, и поставщиками и потребителями — с другой, с целью формирования открытой и эффективной системы взаимодействия.
10. Ликвидация плакатов и лозунгов, которые никак не помогают людям решать поставленные перед ними задачи. Использование личного примера как основного способа продемонстрировать, как и что нужно делать.

11. Ликвидация производственных нормативов, предписывающих выполнение производственных заданий в соответствии с нормами выработки: подобный подход не принимает во внимание качество и ограничивает эффективность производства.
12. Устранение барьеров между работниками компании и отстаивание их права на то, чтобы гордиться своим мастерством и качеством производимой продукции.
13. Реализация в рамках компании интенсивной программы переподготовки кадров с целью обеспечения возможности оперативного реагирования на изменения и нововведения.
14. Создание такой структуры высшего исполнительного руководства, которая будет способствовать повседневному настойчивому приведению всех этих пунктов в действие.

Помимо высшего менеджмента процессный подход к управлению компанией должен проявляться и на других организационных уровнях компании. Одна из важнейших обязанностей менеджмента состоит в формировании такого рабочего климата, который способствовал бы подготовке каждого работника к участию в непрерывном совершенствовании работы и поощрял бы максимально заинтересованное участие всех сотрудников в делах компании.

Такие важные аспекты деятельности менеджмента компании, как планирование, адаптация к переменам и гибкое реагирование на них, непрерывное совершенствование всей работы компании, осуществимы только при участии сотрудников компании, в том числе и производственного персонала. Производственные помещения и оборудование характеризуются относительной стабильностью, которая может быть нарушена в результате инициированных людьми действий, направленных на замену или переналадку производственных мощностей. Политика и действия руководства компании в плане рационального использования человеческих ресурсов являются основой формирования в компании коллектива таких работников, которые имели бы достаточно высокий уровень квалификации для выполнения своих обязанностей на самом высоком уровне с целью максимального удовлетворения нужд потребителей. От политики руководства в отношении персонала компании зависит и такой фактор, как стимулирование рабочих и служащих работать с максимальной отдачей. Для формирования в компании такого персонала, который обладал бы всеми необходимыми навыками и соответствующим уровнем квалификации, большое значение имеет подбор специалистов, осуществляемый в рамках компании, и обучение и подготовка работников для выполнения необходимых операций.

Во многих случаях критерии подбора персонала в соответствии с личными качествами и убеждениями потенциальных работников меняются, когда в компании начинается реализация комплекса мероприятий, направленных на всеобщее управление качеством. Компаниям, борющимся за обеспечение высочайшего уровня качества, нужны специалисты с хорошими аналитическими способностями и навыками решения возникающих перед компанией задач. Кроме того, сотрудники компании должны уметь работать в тесном контакте друг с другом в рамках единого коллектива.

Необходимым условием непрерывного совершенствования компании являются инвестиции в подготовку и обучение персонала. Помимо целевой профессиональной подготовки специалистов в рамках компании могут быть организованы курсы повышения квалификации работников. Это могут быть курсы обучения

коммуникативным навыкам, способам разрешения конфликтов, методам решения задач, основам математического и статистического анализа.

Формирование в компании такой атмосферы, которая стимулировала бы рабочих и служащих добиваться наивысшей производительности труда, в значительной степени зависит от политики руководства по отношению к таким аспектам деятельности компании, как оценка производительности труда (эффективности) работников, система оплаты труда и другие формы признания заслуг и вознаграждения работников.

В современных условиях растет количество компаний, в которых система оплаты труда частично базируется на групповой эффективности работы или на прибыли компании. Политика и методы руководства, в соответствии с которыми работники наделяются определенными полномочиями и привлекаются к активному участию в делах компании, способствуют максимальному использованию способностей каждого члена коллектива. Компания, для которой характерен высокий уровень квалификации персонала, в которой много внимания уделяется поощрению и стимулированию работников, где практикуется передача рабочим и служащим дополнительных полномочий, имеет больше возможностей для быстрого созидательного реагирования на появление новых факторов и для максимально полного удовлетворения нужд потребителей.

С целью повышения производительности труда или для выполнения текущей работы в рамках компаний формируются специальные рабочие группы. Существуют три типа самых распространенных рабочих групп: кружки качества, целевые группы, самоуправляемые группы.

**Кружки качества.** Формируемые на добровольных началах группы численностью от пяти до двенадцати человек, представляющие один и тот же рабочий участок. Члены группы регулярно встречаются на заседаниях с целью выявления и решения проблем, возникающих в рамках данного рабочего участка. Время, проведенное членами такой группы на заседаниях, оплачивается компанией.

**Целевые рабочие группы.** В случае обнаружения проблемы или серьезных признаков ее существования формируется целевая группа, состоящая из специалистов, которые обладают либо необходимыми для решения возникшей проблемы знаниями, либо хорошими навыками решения проблем. Такая группа работает над обнаружением причин появления проблемы и выдает рекомендации по поводу возможных способов ее решения. После выполнения поставленного задания группа расформируется.

**Самоуправляемые рабочие группы,** которые иногда называют полуавтономными рабочими группами, состоят из специалистов, на которых возложена ответственность за работу одной из организационных единиц компании. В условиях современного производства, когда все больший упор делается на работу в команде, ослабевает необходимость в официальном руководстве. Работники, состоящие в команде, вполне могут мотивировать себя на выполнение работы, могут сами определить, кто из участников группы наиболее подготовлен для выполнения той или иной задачи. К числу преимуществ самоуправляемой команды относят низкие накладные расходы на управление, высокий уровень заинтересованности работников в благополучии организации, более оптимальное использование человеческих ресурсов. Работа в такой группе позволяет ее участникам принимать

решения с большой степенью самостоятельности, поскольку на них возложены обязанности по управлению и организации работы. Специалисты, входящие в состав группы, имеют возможность принимать в свой состав новых сотрудников, составлять расписание отпусков и определять способ распределения рабочих заданий в рамках группы. В случае реализации такого подхода к организации работы группы ее участники должны иметь необходимую квалификацию, позволяющую им взять на себя дополнительные функции. Организация самоуправляемых рабочих групп позволила некоторым компаниям добиться существенного повышения производительности труда.

Перед руководителями компаний стоят гораздо более сложные задачи в плане организации рабочих команд, чем простое разбиение коллектива на отдельные группы и возложение на них определенных обязанностей. Если предполагается, что задача компании состоит в достижении высокого уровня эффективности работы посредством организации рабочих групп, руководство компаний должно позаботиться о формировании соответствующей корпоративной культуры. Нет надежного рецепта оптимальной организации рабочих групп.

Именно человеческие ресурсы делают компанию тем, что она собой представляет в действительности. Другие компании могут обладать аналогичными основными фондами. Однако эффективность работы компании определяется тем, насколько рационально используются эти фонды, что, в свою очередь, полностью зависит от персонала компании и от того, как организована его работа.

Эффективность работы компании в значительной степени зависит от качества составления планов компании, от того, насколько эффективно сотрудники компании выполняют эти планы. Рассмотрим систему сбора и обработки информации, которая является опорным пунктом в процессе составления планов, координации работы организационных единиц компании, принятия обоснованных решений.

### **17.3. Сбор и обработка информации**

Организация и координация работы компании предполагают интенсивное использование разнообразной информации. Управление компаниями требует обработки большого количества данных.

Решения, определяющие характер деловой активности и конкурентоспособность компании и обеспечивающие удовлетворенность клиентов предоставляемыми изделиями или услугами, имеют большое значение для успешной деятельности компании. Принятие таких решений должно основываться на получении своевременной и точной информации, т. е. на факторах. Такие действия, как сбор, обработка и распространение соответствующей информации, играют важнейшую роль в достижении высокого уровня эффективности как в отношении обеспечения высокого уровня качества, так и относительно многих других аспектов деятельности компании.

Большое значение имеет информация о рынках и потенциальных потребителях. Данные о состоянии и условиях различных сегментов рынка могут открыть для компании новые возможности. Обратная связь с потребителями позволяет обеспечить компанию данными об изменениях потребностей ее клиентов, об уровне их удовлетворенности предоставляемыми компанией товарами или услугами.

С целью обеспечения исчерпывающей информационной базы для отслеживания состояния дел в компании и для принятия решений необходимо осуществлять мониторинг ряда других направлений деятельности компании. Среди направлений, оказывающих существенное влияние на функционирование всей компании, можно назвать следующие:

- потребители (внутренние и внешние);
- характеристики выпускаемой продукции;
- характеристики системы обслуживания клиентов;
- внутрифирменные операции и технологические процессы;
- поставщики;
- квалификация рабочих и служащих;
- структура затрат и финансовые условия ведения деятельности компании;
- формирование корпоративной культуры, способствующей повышению эффективности работы компании.

Применение новых информационных технологий играет важную роль в обеспечении возможностей сбора информации и подведения итогов по многим критериям определения эффективности работы компании. В рамках компании должны предприниматься шаги, направленные на организацию и поддержку такой информационной системы, которая не только обслуживала бы деятельность по обеспечению высокого уровня качества, но и удовлетворяла бы информационные нужды других сфер деятельности компании. По мере совершенствования работы компании в целом состав ее информационных нужд также может измениться. Менеджменту компании необходимо знать, в каких направлениях должен осуществляться сбор информации, за какой период, в чьи обязанности это должно входить, каким образом полученные данные должны быть зафиксированы и введены в информационную систему. В компании необходимо создавать и поддерживать соответствующую базу данных и обеспечивать возможность получения сведений из этой базы данных.

Для эффективной организации работы необходимо выполнять текущий мониторинг процессов, реализующихся в рамках компании, и регулярно рассылать полученные результаты во все ее подразделения. Мониторинг позволяет сфокусировать внимание на эффективности выполнения операций. Осуществление мониторинга дает возможность соответствующим должностным лицам получать информацию о ходе работ в различных подразделениях и соответственно предпринимать действия, направленные на координацию работы. Данные, предоставляемые в распоряжение менеджмента, позволяют быть осведомленными о достижениях в ходе выполнения задач по совершенствованию работы компании. Кроме текущего мониторинга деловой активности компании необходима также информационная поддержка другого характера. Координация действий в компании требует наличия эффективной системы обмена данными. Во многих случаях члены многофункциональных рабочих групп территориально отделены друг от друга, а это значит, что хорошо организованная коммуникационная система может облегчить процесс обмена информацией между ними. Помимо непосредственного общения и общения в письменном виде в рамках компании целесообразно ис-

пользовать для обмена информацией электронную почту, факсимильную и телефонную связь, различные сетевые технологии, в том числе прикладные программы для поддержки взаимодействия в рамках рабочих групп.

Как упоминалось выше, система сбора и обработки информации является основой для принятия решений в других сферах деятельности компании, показанных на рис. 17.1. Стратегическое планирование, краткий анализ которого приведен в следующем разделе, представляет собой тот вид деятельности, который определяет суть всех остальных направлений работы компании.

## 17.4. Стратегическое планирование

Одной из задач высшего менеджмента является определение потенциальных возможностей развития компании и ориентация этого развития на наиболее перспективные направления. Топ-менеджеры компании формируют ее стратегические планы. Стратегическое планирование как один из видов деятельности компании, имеющих большое значение для обеспечения высокого уровня качества, рассматривалось более подробно в предыдущей главе. Стратегия развития компании определяет такие факторы, как направление развития бизнеса, в котором компания будет разворачивать свою деятельность, территория, которую этот бизнес будет обслуживать, вид конкуренции. Качество, обеспечение которого является одним из направлений стратегии обеспечения конкурентоспособности компании, позволяет в то же время правильно позиционировать компанию. Обеспечение определенного уровня качества является одним из важнейших условий выживания компании в условиях жесткой конкуренции. Если компании не удастся достичь необходимой удовлетворенности потребителя ее продукцией, это может привести к снижению уровня прибылей от продаж, что, в свою очередь, может привести к банкротству. С другой стороны, высокий уровень качества продукции позволяет увеличить объем продаж и повысить уровень прибылей.

Стратегические решения — это долгосрочные решения, которые оказывают влияние на все стороны деятельности компании, учитывают ее взаимосвязи с окружением, в котором она функционирует и с которым осуществляет активное взаимодействие. Решение приступить к реализации долгосрочного плана непрерывного совершенствования работы и оказывать всестороннюю поддержку формированию корпоративной культуры, безусловно, принадлежит к категории стратегических решений. Если перед компанией поставлена задача практического достижения высочайшего уровня качества, вся будущая деятельность компании должна в значительной мере основываться на составлении стратегических планов и их реализации.

Стратегическое планирование охватывает все направления деятельности, имеющие отношение к обеспечению высокого уровня качества (см. рис. 17.1). Один из аспектов деятельности прогрессивно мыслящих руководителей — это обобщение и оценка информации по многим показателям с целью использования этой информации в процессе разработки стратегических планов по обеспечению качества продукции. Компании должны отслеживать общую направленность ожиданий потребителей, внимательно изучать новые конкурентоспособные предложения. Анализ информации, которая поступает по каналам обратной связи от организа-

ционных единиц компании, ответственных за выполнение технологических процессов, представляет собой один из этапов оценки внутренних резервов и слабых мест компании. Технологические нововведения должны подвергаться изучению и оценке с целью определения их влияния на повышение качества товаров и услуг. Новая технология позволяет усовершенствовать процесс изготовления изделий или предоставления услуг; выпуск новой продукции предполагает поиск внедрения новых технологий в этот процесс.

Стратегические планы представляют собой руководство для выполнения долгосрочных видов деятельности, таких как реализация исследовательских и опытно-конструкторских проектов, разработка новых изделий, разработка технологических и других процессов, обновление ассортимента продукции. Долгосрочная стратегия является руководящим принципом для составления планов и принятия решений относительно человеческих ресурсов. Состав и квалификация персонала компании, программы подготовки и повышения квалификации специалистов должны быть приведены в соответствие с потенциальными возможностями, которым в стратегических планах отведена главная роль в деле дальнейшего развития компании. Общая стратегия компании является основой для постановки задач, распределения рабочих заданий. После идентификации целевых рынков можно приступить к изучению нужд и ожиданий потребителей на этих рынках.

## **17.5. Концентрация усилий на удовлетворении запросов потребителей и требований рынка**

Обеспечение высокого качества подразумевает удовлетворение запросов потребителя, поэтому необходимой составной частью этого процесса являются осмысление понятия «потребитель», четкая идентификация его нужд и ожиданий. В книге «В поисках совершенства» («In Search for Excellence», Peters, Waterman) Питерс и Уотерман утверждают, что лучшие компании поддерживают тесные контакты со своими клиентами. Взаимодействие с потребителями не только способствует улучшению качества, но и имеет смысл с точки зрения маркетинга. Продукт легче продать, если в восприятии потребителя этот продукт (изделие или услуга) соответствует его нуждам.

В компании, которая стремится к максимальному удовлетворению потребностей своих клиентов, предусмотрен эффективный механизм изучения запросов и мнений потребителей. Информацию от потребителя можно получить в процессе непосредственного общения. Часто оказывается так, что продавец контактирует только с сотрудниками отдела закупок, которым неизвестен способ применения товара или услуги.

Многие компании производят изделия, которые продаются через сеть розничных магазинов, а это значит, что компания практически не имеет контактов с клиентами. Гарантийное обслуживание и система возврата некачественных (бракованных) товаров позволяет получить некоторые сведения о тех проблемах, с которыми сталкиваются потребители, и соответственно сделать выводы о том, какие именно характеристики продукта следует улучшить. Организация сервисных центров, посредством которых потребители могут достаточно легко связаться с производителем продукта, делает компанию более открытой для клиентов. Услуги

такого типа позволяют компании обеспечить поддержку потребителей и добиться их лояльности. Кроме того, такие услуги представляют собой еще один способ получения информации о проблемах, с которыми сталкиваются потребители в процессе практического применения приобретенного ими продукта. Некоторые производители используют карточки для регистрации откликов потребителей. Это могут быть, например, карточки регистрации гарантийных обязательств, которые потребитель может отослать в адрес фирмы после получения товара. В таких карточках в большинстве случаев содержится несколько вопросов по поводу того, как покупатель собирается использовать приобретенный продукт, какие свойства продукта представляют для него особое значение.

Сервисные компании могут использовать и обратную связь с клиентами, осуществляемую через опросы с помощью телефонных звонков или анкет. Их применяют для получения информации об удовлетворенности клиентов уровнем обслуживания и о способах его повышения. Использование контактов такого типа может продемонстрировать клиентам, что компания заинтересована в них и хотела бы усовершенствовать свою работу.

Некоторые компании проводят для своих партнеров «дни открытых дверей». В эти дни поставщиков приглашают на фирму и проводят экскурсию по ее территории. Во время таких экскурсий поставщикам рассказывают и показывают, как их товары и услуги применяются в работе компании-заказчика. Использование таких возможностей позволяет компании получить ценнейшую информацию и сформировать более эффективные взаимоотношения с заказчиками. Руководители компаний, в рамках которых устраиваются подобные встречи, осознают, что обычные поставщики могут стать лучшими поставщиками, если дать им возможность разобраться в сути процессов, происходящих внутри компании-заказчика. Задача таких встреч между представителями компании-поставщика и компании-заказчика состоит в том, чтобы построить взаимоотношения, которые были бы выгодны для обеих сторон. Знание обеими компаниями стандартов качества, неуклонное стремление к соответствию продукции этим стандартам являются причиной того, что сделки между поставщиком и заказчиком способствуют обеспечению высокого уровня качества продукции. ISO 9000 — это международный стандарт, который на практике используется многими компаниями (см. соответствующий раздел).

Компании, которые стремятся к долговременному удовлетворению запросов потребителей, предпринимают превентивные действия с целью осмысления потребностей клиентов. Компания продает не просто товары и услуги, а способы, как удовлетворить нужды потребителей и решить их проблемы.

Не менее важной задачей, стоящей перед компанией, является идентификация тенденций к изменению существующих рыночных условий и перемен, которые могут способствовать появлению новых возможностей. С целью определения долговременных запросов, ожиданий и предпочтений существующих и потенциальных клиентов в компании должны предприниматься шаги, направленные на прогнозирование будущих нужд потребителей. Информацию такого рода необходимо предоставить в распоряжение специалистов с предпринимательскими способностями, которые могли бы внимательно проанализировать новые идеи и разработать новые товары или услуги. Деятельность компании, направленная на

разработку новой продукции, играет важную роль в раскрытии новых возможностей для долгосрочного развития бизнеса. Информация, полученная от прежних и настоящих потребителей, имеет большое значение для повышения уровня удовлетворенности клиентов компании, для сохранения существующего круга потребителей.

## 17.6. Управление процессами

Большая часть действий, предпринимаемых в рамках компаний, реализуется посредством процессов. Процесс — это совокупность последовательной смены взаимосвязанных действий во времени, результат выполнения которых представляет ценность для внутренних или внешних потребителей. При выполнении обычной работы действия, направленные на получение стандартного результата, могут выполняться в фиксированной последовательности. При выполнении работы по отдельным заказам последовательность действий может изменяться в зависимости от предпочтений заказчика.

В целом деятельность компании представляет собой множество взаимосвязанных процессов, которые могут включать в себя подпроцессы, состоящие, в свою очередь, из более мелких подпроцессов. На самом высоком уровне существует от восьми до десяти макропроцессов, на базе которых компания осуществляет свою деятельность. Компания состоит из различных организационных единиц и имеет свою собственную организационную структуру. Таким образом, каждая компания определяет характерный именно для нее состав основных процессов, образующих основу ведения бизнеса. На самом верхнем уровне функционирует процесс стратегического менеджмента, на основании которого осуществляется руководство всей работой компании и определяются направления выполнения всех остальных процессов. Кроме того, в рамках компании может быть активизирован процесс разработки и улучшения продукции, определяющий ассортимент изделий или услуг компании. Поскольку коммерческая деятельность предполагает наличие потребителей, для которых предназначены результаты этой деятельности, компании следует предусмотреть процесс получения заказов, предполагающий выполнение определенных маркетинговых мероприятий. Компания должна организовать процесс выполнения заказов, в результате реализации которого товары или услуги попадают в распоряжение конечного потребителя. Каждый из названных макропроцессов состоит из более мелких процессов, а каждый из этих процессов, в свою очередь, — из подпроцессов. В некоторых случаях тот или иной процесс разбивается до такого уровня детализации, что описание выполняемых действий формулируется на уровне пошаговых процедур. Как правило, необходимость в таком высоком уровне детализации возникает в случае, когда в компании планируются разработка и внедрение компьютерной программы управления.

Для описания процессов используются схемы их протекания. Осуществление большинства процессов требует большого количества операций. Выполнение заказов на промышленном предприятии по производству индивидуализированных изделий влечет за собой осуществление намного большего количества операций, необходимых для изготовления отдельных компонентов изделия и сборки конечного продукта.

Не все операции, составляющие один и тот же процесс, выполняются в рамках одного отдела или организационной единицы компании. Иногда происходит так, что ни одно подразделение не владеет общей картиной выполнения. Именно здесь возникает настоятельная необходимость в координирующих действиях, задача которых состоит в формировании системного видения процесса. С этой точки зрения задача управления им состоит в том, чтобы способствовать системной организации всех операций, задействованных в реализации процесса. Системное видение предполагает обеспечение взаимосвязей рабочих подразделений и их участие в достижении общей цели. Концентрация усилий на координации операций, выполняемых в рамках единого процесса, способствует преодолению ограниченности представлений отдельных организационных единиц компании обо всем процессе в целом и разрешению возможных организационных конфликтов между ними.

Общее системное видение с большой степенью вероятности позволит самым эффективным способом достичь конечной цели. В некоторых случаях назначается «хозяин» процесса — сотрудник компании или коллектив, на которых возложена ответственность за контроль хода выполняемых работ. Для поиска путей совершенствования процесса, как правило, формируется многофункциональная рабочая группа, состоящая из сотрудников каждого отдела, вовлеченного в реализацию работы. Такая группа владеет общей картиной реализации процесса; ее задача состоит в том, чтобы, используя представление о нем, знания и опыт каждого участника группы, разработать усовершенствованный способ выполнения, позволяющий оптимизировать достижение поставленной перед процессом конечной цели.

Ниже перечислены некоторые из основных действий, которые в большинстве случаев выполняются во время поиска путей совершенствования процессов:

- определение типа процесса;
- определение потребителя (потребителей), удовлетворение нужд которого является конечной целью процесса;
- определение нужд потребителя (потребителей);
- осмысление конечной цели процесса;
- определение оптимального способа достижения этой цели.

В некоторых случаях задача поиска способов оптимизации процессов состоит именно в том, чтобы повысить его производительность и усовершенствовать технологию его реализации. Иногда замысел состоит в том, чтобы полностью модифицировать или даже заменить процесс. **Рейнжиниринг бизнес-процессов** — это такой подход к совершенствованию, который предполагает поиск нового способа достижения конечной цели посредством разработки принципиально нового процесса, а не внесением отдельных изменений в существующий процесс.

### **Совершенствование процесса разработки новых изделий**

Усовершенствованный способ достижения цели, стоящей перед процессом разработки новых изделий, предполагает согласованное выполнение совокупности операций различными подразделениями компании. В табл. 17.1 представлен со-

кращенный перечень операций, выполняемых в рамках данного процесса, и те организационные единицы компании, которые в большинстве случаев выполняют эти действия.

Реализация процесса, описание которого представлено в табл. 17.1, может потребовать больших затрат времени. Кроме того, в результате выполнения разработки продукта могут быть упущены идеи, которые могли быть выявлены при участии координационной рабочей группы. Процесс, представленный в табл. 17.1, предполагает наличие многочисленных контактов между организационными единицами. Каждый отдел должен задокументировать всю схему выполняемых им действий вплоть до самой последней операции. Это необходимо для того, чтобы в распоряжении следующего отдела, принимающего участие в реализации процесса, имелись сведения о том, как продвигалось выполнение работ до текущего момента. Даже если у одного из участников реализации процесса появляется какая-либо идея по поводу повышения уровня обслуживания, внесение изменений в результаты всей предыдущей работы может оказаться слишком дорогостоящим и трудоемким. Следовательно, многие полезные идеи могут остаться неиспользованными из-за необходимости поставки продукта на рынок в рамках определенного периода, продиктованного условиями конкурентной борьбы.

**Таблица 17.1.** Подход к разработке и совершенствованию изделий

Операция	Ответственный за выполнение операции
Получение сведений о неудовлетворенных нуждах потребителей и передача этих сведений в адрес соответствующих служб компании	Продавец
Поиск технологии, которая позволит создать изделие, удовлетворяющее нуждам потребителей	Научно-исследовательский отдел
Разработка концепции и испытание опытного образца	Опытно-конструкторский отдел
Разработка детальной конструкции изделия	Проектный отдел
Анализ целесообразности производства или закупки компонентов изделия	Производственный отдел и отдел снабжения
Установление контактов с поставщиками необходимых компонентов изделия	Отдел снабжения
Разработка производственных процессов и подбор оборудования	Технологический отдел
Подготовка специалистов для выполнения операций, входящих в состав производственного процесса	Отдел кадров
Разработка упаковки	Отдел маркетинга
Определение требований по перевозке и хранению производимой продукции	Отдел сбыта
Разработка инструкций по использованию и подготовка специалистов по сервисному обслуживанию	Отдел обслуживания потребителей

С другой стороны, неспособность реализовать хорошую идею или выявить недостаток на ранней стадии проектирования продукта может обойтись в конечном итоге очень дорого. Внесение изменений в конструкцию изделия еще на стадии разработки — наименее дорогостоящий способ совершенствования характеристик

изделия. По некоторым оценкам, внесение изменений в конструкцию изделия на стадии производства обходится на порядок дороже, чем на стадии проектирования. В свою очередь, внесение изменений уже после того, как продукт поступил на рынок, т. е. отзыв изделия из обращения с целью его модификации, обходится на порядок дороже, чем усовершенствование характеристик изделия в процессе производства.

Реализация процесса разработки продукта на основании подхода, называемого параллельным проектированием, или **групповым проектированием изделия**, позволяет сократить количество контактов между отделами, задействованными в процесс разработки, а также уменьшить время, которое необходимо для разработки конструкции изделия. Подобный подход стимулирует генерирование новых идей в процессе взаимодействия участников группы проектирования, сформированной из представителей различных отделов компании. В такую группу могут входить представители отдела сбыта, отдела технологической подготовки, отдела снабжения, отдела контроля качества. В число задач каждого участника группы проектирования входит поиск способов разработки такого продукта, который должен отвечать запросам потребителей, производиться с использованием самых выгодных предложений от поставщиков, будет достаточно простым или менее дорогостоящим.

В проектировании нового продукта во многих случаях принимают участие различные организационные подразделения компании. Новый продукт должен представлять собой нечто такое, что можно сделать в рамках данного бизнеса и что впоследствии можно продать с прибылью. Новый продукт должен отвечать запросам потребителей. Мнение потребителя должно учитываться на протяжении полного цикла разработки новых товаров и услуг.

### **Развертывание функции обеспечения качества (QFD)**

Развертывание **функций обеспечения качества** (*quality function deployment* — *QFD*) впервые нашло свое практическое применение на судостроительном заводе компании *Mitsubishi Heavy Industries*, расположенном в японском городе Кобе, во время производства больших танкеров, изготовление которых осуществлялось по техническим спецификациям заказчиков. Этот термин обозначает методику формирования и развития (развертывания) таких свойств, параметров или характеристик (функций), которые делают изделие соответствующим высокому уровню качества. Эта методика может быть использована в процессе проектирования или перепроектирования изделий или услуг. Развертывание функций обеспечения качества используется в процессе стратегического планирования, поскольку этот процесс помогает идентифицировать те преимущества или возможности, которыми компания должна обладать и которые ей следует развить для того, чтобы ее продукция соответствовала требованиям целевого рынка. Процесс QFD фокусирует усилия компании на удовлетворении нужд и запросов потребителей как основных движущих факторов всех дальнейших действий, направленных на создание ценностей для потребителей.

Метод QFD подразумевает использование ряда таблиц, сформированных в виде матриц данных с целью сведения воедино большого количества информации, которая генерируется в процессе разработки нового изделия. Матрицу качества,

построенную в процессе QFD-анализа, иногда называют «домиком качества», поскольку ее верхняя часть имеет форму двускатной крыши, и поэтому матрица напоминает очертания дома.

Такая процедура планирования операций и обмена информацией между различными стадиями планирования приводит к одновременной разработке нового изделия и производственного процесса для его изготовления. Эта процедура позволяет вскрывать и решать возникающие проблемы еще до начала производства, уменьшая вероятность возникновения необходимости в изменении конструкции. Следовательно, процесс QFD может существенно сократить затраты времени и финансов, необходимых для внедрения изделия на рынок. В результате реализации процесса QFD существует возможность получить продукт, способный обеспечить более высокий уровень удовлетворенности потребителя. Помимо качества существует еще одно стратегическое преимущество данного метода, а именно — возможность внедрения на рынок изделий, изготовленных в соответствии с новыми концепциями, задолго до того, как у конкурентов появится что-либо подобное.

### **17.7. Роль технологии в процессе проектирования новых изделий и использовании результатов этого процесса**

В процессе разработки компонентов и сборочных узлов изделия с использованием компьютера или рабочей станции конструктор имеет возможность применить процедуру автоматизированного проектирования (*computer-aided design — CAD*). Эта технология позволяет разрабатывать, анализировать и модифицировать конструкцию изделий гораздо быстрее, чем на основании традиционной процедуры выполнения чертежей на бумаге. Специальная компьютерная программа позволяет вращать изображения, создавать различные виды, давать изображения деталей крупным планом и увеличивать их масштаб, а также проверять различные детали изделия на совместимость. Созданные с помощью компьютера модели можно хранить в компьютерной базе данных, которая доступна для других программ и пользователей. При минимальном объеме технической документации общая база данных облегчает координацию действий подразделений компании, таких как отдел проектирования, отдел контроля качества и отдел снабжения, которым во многих случаях необходимо иметь в своем распоряжении точное описание конечной конструкции изделия.

Данные о конструкции изделия, полученные в результате автоматизированного проектирования, используются в процессе автоматизированной технологической подготовки производства (*computer-aided engineering — CAE*) для измерения эксплуатационных параметров изделия и для оценки деформации деталей при различных нагрузках. Конструкции могут быть подвергнуты предварительным испытаниям, во время которых выполняется сравнительный анализ характеристик; при этом отпадает необходимость тратить время на изготовление опытных образцов изделия. Прикладные программы, поддерживающие процесс автоматизированного производства (*computer-aided manufacturing — CAM*), могут использовать сохраненные данные о деталях изделия и сгенерировать на базе этих данных команды, которые управляют работой автоматизированного оборудования, что по-

зволяет сократить количество технологической документации и участие человека в управлении производственным процессом. При объединении CAD и CAM образуется единый процесс автоматизированного проектирования и автоматизированного производства (*computer-aided design/computer-aided manufacturing, CAD/CAM*).

### **Элементы искусственного интеллекта в проектировании**

Принципы проектирования и проектные нормы, сформированные в результате опыта работы многофункциональных проектных групп, были включены в качестве правил проектирования в пакеты программ с элементами искусственного интеллекта, задача которых состоит в пересмотре конструкции и выдаче рекомендаций по ее усовершенствованию. Действие пакетов прикладных программ такого типа направлено на сокращение количества компонентов изделия, упрощение их конструкции, снижение уровня затрат на производство, подгонку всех деталей и уменьшение избыточности процесса сборки конечного продукта. Многие крупные компании, среди которых можно назвать *General Electric, Xerox, IBM*, применяют программное обеспечение такого типа на практике. Компании используют новые технологии для ускорения процесса разработки и проектирования качественных изделий, упрощения производственного процесса, сокращения сроков вывода изделия на рынок. Эти возможности могут быть использованы для получения конкурентных преимуществ.

По некоторым оценкам, не менее 70% себестоимости промышленного изделия зависит от процесса проектирования его конструкции, так как именно на этом этапе определяется количество деталей, которые должны быть изготовлены или закуплены, тип используемого материала и оборудования, затраты труда, необходимые для изготовления изделия. В процессе проектирования конструкторы анализируют все возможные варианты конструкции изделия. Общий принцип, которым во многих случаях руководствуются специалисты, — сокращение количества деталей, которые компании придется изготовить с учетом стандартизации и упрощения. Стандартизация подразумевает ограничение выпускаемых комплектующих и изделий, что влечет за собой сосредоточение усилий на производственных операциях. Использование общих комплектующих для производства различных моделей изделия представляет собой один из примеров стандартизации. Упрощение конструкции подразумевает включение в изделие не больше того количества деталей, которое необходимо для выполнения им своих функций; кроме того, упрощение предполагает снижение уровня сложности этих деталей.

Ниже представлены некоторые преимущества, которые можно получить в результате стандартизации и упрощения конструкции изделия:

- сокращение времени, необходимого для разработки конструкции изделия;
- снижение себестоимости изготовления чертежей или файлов проектных данных;
- упрощение процедуры изготовления и испытания опытного образца;
- наладка меньшего количества инструментов и сборочных приспособлений;
- закупка меньшего количества деталей;

- сокращение количества погрузочно-разгрузочных операций;
- снижение затрат на рабочую силу и материалы;
- сокращение количества операций по планированию, составлению графиков и координации действий;
- сокращение времени сборки изделия;
- обеспечение более высокого уровня надежности изделия за счет уменьшения количества деталей, которые могут выйти из строя;
- снижение себестоимости продукта.

Надежность — это еще один из аспектов качества, который необходимо предусмотреть еще на этапе проектирования изделия. Техническое обеспечение надежности может быть использовано с целью сокращения среднего времени безотказной работы (*mean time between failures* — *MTBF*), которое равно среднему периоду функционирования изделия без необходимости его ремонта и восстановления. В некоторых случаях в качестве способа повышения надежности применяется процедура упрощения конструкции изделия, которая позволяет не только сократить количество входящих в состав изделия деталей, но и существенно упростить оставшиеся. При наличии меньшего количества деталей уменьшается вероятность выхода из строя узла. Сокращение количества деталей, результатом которого является снижение уровня затрат на закупку, хранение, изготовление, погрузочно-разгрузочные операции и сборку, может принести и другие преимущества.

Внешний вид изготовленного изделия оказывает существенное влияние на покупателей. От комплектующих изделия зависят его производительность, надежность и долговечность, что способствует удовлетворенности потребителей. От количества, типа и сложности составляющих изделия зависит выбор поставщиков, уровень текущих расходов, которые компания несет в процессе выпуска изделия. От типа используемых в конструкции изделия деталей зависят выбор производственных процессов, которые потребуются для изготовления изделия, объем капиталовложений и уровень квалификации персонала. Очевидно, что проектирование конструкции изделий оказывает большое влияние на многие другие аспекты операционного менеджмента.

На предприятиях сферы обслуживания продуктом является услуга; следовательно, в компании, принадлежащей к этой сфере бизнеса, обновление продукта представляет собой обновление состава предоставляемых компанией услуг, как, например, новый вид депозитных счетов в банке или новый набор условий выплаты компенсации по полису страхования жизни. В этом случае функцию проекта может выполнять список, в котором с определенным уровнем детализации будет содержаться описание состава предоставляемых в распоряжение клиента услуг и выполняемых персоналом действий. Такой список позволяет клиенту узнать, каких действий можно ожидать от компании; сотрудникам этот список позволяет выяснить, какие действия ожидаются от них. Предоставляемое описание услуг помогает определить, какие параметры процесса обслуживания представляют для компании интерес, что позволяет обозначить функции информационной системы компании и определить подходы к проверке качества обслуживания.

## 17.8. Стабильность и целенаправленность деятельности компании

Стабильность производства товаров или предоставления услуг в соответствии с проектными спецификациями играет важную роль в обеспечении качества. Показателем брака в таком случае является отклонение одного из параметров от заданного значения.

В процессе проектирования конструкции материального изделия необходимо специфицировать несколько контрольных параметров и указать для них **пределы допуска**. Все детали одной серии не могут быть абсолютно одинаковыми, даже если их изготовлением занимается один и тот же рабочий, который выполняет одну и ту же технологическую операцию на базе того же оборудования. Даже в этом случае имеют место отклонения от заданных параметров. Некоторые параметры требуют усовершенствованной технологии измерения. Разброс параметров происходит под влиянием случайных факторов или случайных отклонений, которые неизбежно возникают в результате кумулятивного эффекта небольших изменений некоторых условий производства, таких как температура, сила трения, вибрация и т. п. Существуют и другие факторы, вызывающие отклонения параметров от заданных значений, например замена оборудования или изменения в технологии производства. Менеджмент компании должен избегать таких факторов, как неисправность оборудования, противоречивые рабочие инструкции, которые могут вызвать избыточное отклонение параметров изделия. В любом случае выполнение любой серии технологических операций сопровождается наличием отклонений, возникающих под влиянием случайных факторов. Такие неизбежные отклонения должны попадать в диапазон между верхней и нижней границами допуска. Помимо поддержания низкого уровня разброса параметров изделия особое внимание следует уделять также ориентации производственного процесса на соответствие параметров изделий целевым спецификациям. Производственный процесс с небольшим разбросом параметров изделий может обеспечить выпуск деталей с допустимыми отклонениями, если верхняя и нижняя границы допуска установлены относительно корректно заданных размеров.

Понятие производительности процесса применительно к качеству имеет специфическое значение. Предположим, в результате выполнения описанных выше действий было получено несколько десятков деталей. На основании данных, полученных в результате измерения длины этих деталей, была построена гистограмма. Эта гистограмма будет отображать колоколообразное распределение значений, поскольку в большинстве случаев измерения близки к заданному значению и только в относительно немногих случаях существенно отличаются от него. Нормальная кривая хорошо описывает распределение значений длины деталей, изготовленных во время производственного процесса. На основании результатов измерения длины этих деталей можно вычислить значение  $S$ , равное стандартному отклонению от заданного значения. Стандартное отклонение используется в качестве меры разброса значений параметров изделия, хотя существуют и другие критерии измерения диапазона отклонений. Степень разброса (дисперсность) производственного процесса, обусловленная изменчивостью некоторых его ха-

рактических, приблизительно равна шестикратному значению стандартного отклонения. Если дисперсность процесса слишком велика, параметры не всех изделий, изготовленных во время этого процесса, попадут в диапазон допустимых отклонений. Это значит, что данный процесс не обладает способностью гарантировать изготовление деталей, параметры которых попадали бы в поле допуска, и его производительность не очень высока. В количественном выражении способность процесса выдавать детали, параметры которых так или иначе попадают в поле допуска, можно выразить в виде коэффициента производительности процесса.

По своей сути коэффициент производительности процесса (*process capability index* –  $C_p$ ) представляет собой соотношение между фактической и допустимой степенью разброса процесса. Для вычисления количественного значения производительности процесса можно использовать уравнение 17.1:

$$C_p = (USL - LSL)/6s, \quad (17.1)$$

где  $USL$  – верхний предел допуска;  $LSL$  – нижний предел допуска;  $s$  – стандартное отклонение процесса.

Одним из способов, позволяющих сделать процессы более стабильными, является разработка стандартных методик, в соответствии с которыми каждый рабочий должен выполнять производственные операции. Такую методику следует рассматривать как способ выполнения операций, который является самым оптимальным на данный момент, но, возможно, не самым лучшим из всех возможных.

Профилактический ремонт и обслуживание оборудования и инструментов способствуют стабилизации выполнения операций. Во многих случаях инструменты и приспособления могут быть выполнены таким образом, чтобы они были устойчивыми к потере точности. Устойчивость к потере точности, или устойчивость к возникновению погрешностей, иногда называют «рока-юке», что по-японски означает «защита от ошибки». С целью преодоления отклонений параметров изделий от заданных значений, обусловленных человеческим фактором, некоторые компании перешли к выпуску продукции на базе автоматизированных производственных процессов.

Задача некоторых процессов, реализуемых в рамках компании, состоит в обслуживании внешних потребителей компании. Другие процессы обслуживают нужды внутренних потребителей и в определенной мере тоже способствуют повышению эффективности работы всей компании. Оба типа процессов вносят свой вклад в обеспечение конечных результатов деятельности компании.

## 17.9. Результаты деятельности компании

Основным внешним критерием оценки конкурентоспособности компании является изменение ее удельного веса в обороте рынка. Рост доли компании в обороте рынка свидетельствует о том, что большинство потребителей расценивают ее как компанию, опередившую своих конкурентов; снижение доли компании в обороте рынка свидетельствует об обратном. Существуют и другие критерии оценки того, в какой степени компании удалось удовлетворить нужды потребителей, которые приобрели ее товары или услуги. Одним из показателей уровня удовлетворенности потребителей являются претензии к качеству продукции и гарантийные

рекламации. Среди финансовых критериев повышения эффективности работы компании можно назвать уровень удельного веса компании в обороте рынка и тенденции дальнейшей динамики изменения этого уровня, объем продаж, прибыль, коэффициент окупаемости инвестиций, создание ценностей в пересчете на каждого работника. Оценка результатов деятельности компании в сфере управления человеческими ресурсами может включать в себя такие критерии, как уровень удовлетворенности рабочих и служащих, текучесть кадров, количество внедренных в практику компании программ подготовки специалистов, количество часов, потраченных компанией на подготовку одного работника. В качестве результатов своей деятельности компании могут также представить данные о снижении себестоимости продукции в результате тесного сотрудничества с поставщиками. Критериями эффективности работы компании можно назвать и такие факторы, как соответствие деятельности компании нормам правового регулирования, повышение производительности, периодичность выхода новой продукции на рынок, период внедрения новых изделий на рынок.

## Резюме

Качество подразумевает удовлетворение нужд потребителей. Те компании, что не добиваются такого уровня качества своей продукции, который по меньшей мере соответствовал бы восприятию потребителей, неизбежно столкнутся со снижением объема продаж и могут потерять свою долю рынка. Высокий уровень качества — это способ, который может привести к правильному позиционированию компании.

Всеобщее управление качеством, TQM, — это такая концепция менеджмента, которая предполагает тесное сотрудничество всех членов персонала компании с ориентацией на достижение высокого уровня качества и непрерывное совершенствование работы. Компаниям, в рамках которых формируется культура всестороннего обеспечения качества, в большинстве случаев свойственны следующие характеристики:

- концентрация усилий на удовлетворении нужд потребителей;
- настойчивое стремление к непрерывному совершенствованию;
- особая забота об управлении процессами как об основном способе выполнения работы по производству изделий и услуг для внутренних и внешних потребителей;
- высокий уровень вовлеченности персонала в дела компании.

В данной главе были представлены семь основных направлений деятельности компании, которые выделены в соответствии с критериями присуждения премии MBNQA и которые имеют первостепенное значение для организации эффективной работы компании с обеспечением высокого уровня качества. Краткая характеристика этих направлений представлена ниже.

Руководство компании должно поддерживать в коллективе стремление к осуществлению миссии компании и в соответствии с этим вдохновлять персонал компании на поиски путей достижения максимальной эффективности работы компании. Устные распоряжения, деловые решения, другие действия менедже-

ров должны быть направлены на усиление значения качества и на формирование в коллективе ответственного отношения к этой сложной и чрезвычайно важной проблеме.

Политика компании по вопросу людских ресурсов должна вносить свой вклад в реализацию концепции всестороннего обеспечения качества. В число критериев подбора персонала должны входить и такие аспекты, которые выходят за рамки технических навыков выполнения рабочих заданий. Сотрудники должны обладать навыками решения возникающих перед компанией проблем, навыками эффективной работы в рамках рабочих групп. Рабочая группа — это команда специалистов, обладающих взаимодополняющими навыками и занимающих убежденную позицию по отношению к достижению общей цели. Все участники рабочей группы должны уметь достигать взаимной договоренности относительно самого эффективного подхода к организации работы группы, должны осознавать взаимную ответственность за результаты, полученные в процессе осуществления совместной работы.

Любые решения, принимаемые в рамках компании, должны основываться на фактах. Из этого вытекает необходимость сбора и обработки большого количества информации. Необходимо осуществлять мониторинг ряда направлений деятельности компании.

Стратегическое планирование представляет собой составление долгосрочных планов по различным направлениям деятельности компании. Решение об ориентации усилий всей компании на достижение высокого уровня качества и на его непрерывное совершенствование, безусловно, имеет стратегический характер.

Только компании, придающие особое значение концентрации усилий на удовлетворении нужд потребителей и требований рынка, могут достичь высокого уровня удовлетворенности потребителей. При этом важно, чтобы в рамках компании поддерживалось понимание нужд и ожиданий внутренних и внешних клиентов.

Деятельность компании представляет собой сеть множества взаимосвязанных бизнес-процессов и подпроцессов. В компаниях, в которых дела идут исключительно хорошо, развернуты эффективные, хорошо скоординированные и оптимально организованные процессы, направленные на удовлетворение потребностей внутренних и внешних клиентов. Обобщенный подход к реализации процессов, или системное видение процессов, предполагает наличие взаимосвязей различных действий, способствующих получению наилучших результатов функционирования всей системы в целом. Во многих случаях для обеспечения системного видения процессов формируются многофункциональные рабочие группы, задача которых состоит в совершенствовании процессов, реализуемых в рамках компании.

Высокоэффективные компании ориентированы на получение высоких результатов коммерческой деятельности. От этих результатов зависит существование компаний. Различные финансовые критерии ведения бизнеса, удельный вес компании в обороте рынка имеют большое значение для стабильного процветания. Компании осуществляют контроль за эффективностью работы поставщиков; успех работы компаний в значительной степени зависит от благосостояния рабочих и служащих. Данные о результатах коммерческой деятельности используются

в процессе планирования дальнейшего совершенствования работы компании по предыдущим шести направлениям деятельности.

Обеспечение высокого уровня качества невозможно без реализации в рамках компании процесса проектирования новых товаров и услуг, который должен соответствовать самому высокому уровню качества. Кроме того, компания должна обеспечить не менее высокий уровень соответствия производимой продукции проектным спецификациям. Оптимально организованный процесс проектирования является необходимым условием создания высококачественных товаров и услуг. Процесс развертывания функций обеспечения качества, QFD, представляет собой такой метод проектирования новых изделий, который гарантирует создание товаров и услуг с характеристиками, полностью отвечающими нуждам и запросам потребителей. Процесс QFD, применяемый при разработке производственных процессов и технологических операций по созданию товаров и услуг, может состоять из множества этапов, что позволяет учесть все без исключения пожелания потребителей.

Важной задачей выполнения процессов является реализация стабильных, предсказуемых действий, результаты которых очень незначительно отличаются от параметров, заданных в проектных спецификациях. Конечные результаты реализации процессов обязательно в какой-то степени отличаются от нормы. Если процессу свойственна чрезмерная изменчивость (дисперсность), он не может стабильно создавать ценности, отвечающие запросам потребителей. В компании должны предприниматься шаги, направленные на сокращение изменчивости параметров процесса и на повышение его производительности. Производительность процесса зависит от его способности обеспечить результаты, попадающие в установленное поле допуска.

## Ключевые термины

Всеобщее управление качеством

Непрерывное совершенствование

Бизнес-процессы

Группа контроля качества

Целевая группа для решения специальных задач

Самоуправляемая рабочая группа

Ориентация (действий на достижение поставленных целей)

Возмещение (понесенных клиентом издержек)

Хозяин процесса, центр ответственности

Business process reengineering (BPR) — реинжиниринг бизнес-процессов

Параллельное проектирование

Групповое проектирование

Quality function deployment (QFD) — развертывание функций обеспечения качества

Computer-aided design (CAD) — автоматизированное проектирование

Computer-aided engineering (CAE) — автоматизированная технологическая подготовка производства

Computer-aided manufacturing (CAM) — автоматизированное производство

Стандартизация

Упрощение

Mean time between failures (MTBF) — среднее время безотказной работы

Пределы допуска

Lower specification limit (LSL) — нижний предел допуска

Upper specification limit (USL) — верхний предел допуска

Случайные факторы

Закономерные факторы

Неизбежное отклонение (параметров изделий)

Коэффициент производительности процесса

## Контрольные вопросы

1. Что такое всеобщее управление качеством?
2. Назовите четыре характеристики, которыми обладают компании с развитой культурой всестороннего обеспечения качества.
3. Может ли компания превзойти конкурентов по уровню качества продукции без соответствующей поддержки высшего менеджмента?
4. Какое отношение стратегическое планирование имеет к формированию приверженности к всеобщему управлению качеством?
5. Почему концентрация усилий на управлении процессами имеет такое большое значение для успешной деятельности компании?
6. Что такое параллельное проектирование или групповое проектирование? Какие преимущества можно получить от реализации такого подхода к проектированию товаров и услуг?
7. Опишите пример практического применения процесса функционального развертывания качества.
8. Каким образом компания может извлечь выгоду из стандартизации и упрощения конструкции изделий?
9. Как вычисляется коэффициент производительности процесса?

## Упражнения с использованием сети Интернет

1. Как было упомянуто в данной главе, лозунг компании *Ford Motor Co* звучит так: «Качество — задача номер один». Посетите web-сайт компании *Ford*, чтобы получить более точную информацию о том, что означает для компании этот лозунг. Просмотрите ту информацию, которая представляет для вас интерес, — об автомобилях, услугах, дочерних компаниях или о владельцах компании, ее истории и т. д. По окончании исследований запишите свои выводы, касающиеся особых методов, которые используются в компании для того, чтобы добиться высокого уровня качества. На основании своих исследований ответьте на следующий вопрос: функционирует ли компания *Ford*, по вашему мнению, в соответствии со своим лозунгом? Обоснуйте свой ответ.
2. Выберите любую одну из заинтересовавших вас компаний и посетите ее web-сайт для того, чтобы получить информацию об используемых компанией методах обеспечения высокого уровня качества. Опишите профиль компании, обращая внимание на то, каким образом такие виды деятельности, как стратегическое планирование, концентрация усилий на удовлетворении нужд потребителей и требований рынка, система сбора и анализа информации, управление процессами, и т. д., способствуют обеспечению компанией высокого уровня качества продукции. Концентрация усилий на удовлетворении нужд потребителей и требований рынка представляет собой важный аспект

успеха любого бизнеса, направленного на удовлетворение нужд потребителей. Во многих случаях опросы или анкеты, появляющиеся на сайтах компаний, сопровождаются конкурсами, купонами на скидки и бесплатной раздачей образцов продукции. Через соответствующий web-сайт выясните, каким образом одна из ваших любимых закусочных, ресторанов или компаний по производству напитков осуществляет обратную связь со своими клиентами через Интернет. Является ли, по вашему мнению, данный способ общения с потребителями достаточно эффективным? Считаете ли вы этот способ средством повышения качества? Обоснуйте свой ответ.

## Литература

1. *Адизес И.* Управляя изменениями. СПб.: Питер, 2008.
2. *Гараедаги Дж.* Системное мышление: Как управлять хаосами и сложными процессами: Платформа для моделирования архитектуры бизнеса / Пер. с англ. Е. И. Недбальской; науч. ред. Е. В. Кузнецова. Минск: Гревцов Паблицер, 2007.
3. *Деминг Э.* Новая экономика. М.: Эксмо, 2008.
4. *Деминг Э.* Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
5. *Детмер У.* Теория ограничений Годдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
6. *Имаи М.* Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний / Пер с англ. 3-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
7. *Комтер Дж. П.* Впереди перемен / Пер. с англ. А Успенского. М.: Олимп-Бизнес, 2008.
8. *Морита А.* Sony. Сделано в Японии / Пер с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
9. *Прахлад К. К., Рамасвами В.* Будущее конкуренции. Создание уникальной ценности вместе с потребителями / Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2006.
10. *Dikworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.
11. *Nicholas J. M.* Competitive Manufacturing Management: Continuous Improvement, Lean Production, and Customer-Focused Quality. Burr Ridge, III: Irwin McGraw-Hill, 1998.

## ГЛАВА 18

### Об устойчивой конкурентоспособности

#### 18.1. Усовершенствование и обновление как основа непрерывного улучшения работы компании

Постоянное развитие — путь к совершенствованию. Чтобы сохранять конкурентоспособность во время перемен, необходимо меняться, непрерывное совершенствование должно стать частью корпоративной культуры. В мире, которым правит конкуренция, то предприятие, которое не совершенствует свою работу, неизбежно потерпит поражение. Для совершенствования управления производством необходимо уметь идентифицировать проблемные участки в компании, знать методы решения этих проблем.

Существует несколько причин, объясняющих, почему в компаниях не предпринимаются шаги, направленные на модернизацию производственных мощностей и совершенствование методов работы. В процессе долгосрочного прогнозирования не учитывается необходимость дополнительных инвестиций в непрерывное улучшение работы компаний. Чтобы обеспечить соответствие фактического объема инвестиций плановому объему, менеджмент избегает каких бы то ни было дополнительных затрат. Еще одна возможная причина, относящаяся к финансовой сфере, состоит в том, что руководство может чрезмерно увлечься возмещением остаточной стоимости основных фондов, что возможно только в случае обеспечения производственных мощностей и поддержания доходов приблизительно на одном уровне. Конкурентная борьба ранее не была столь ожесточенной, как в настоящее время; кроме того, во многих отраслях промышленности конкуренция носила преимущественно внутренний характер. Темпы улучшения работы конкурирующих фирм были не настолько высокими, чтобы это могло стать стимулом для других компаний энергично заняться улучшением своей работы и не прекращать этих усилий и в дальнейшем. Внесение существенных усовершенствований в работу компании, таких как установка нового оборудования и модернизация устаревшего, переподготовка рабочих и служащих, обучение персонала новым методам работы, влечет за собой необходимость вложения денежных средств. Может потребоваться несколько месяцев и даже больше на то, чтобы изменения, вносимые в работу компании, доказали свою действенность. Некоторые менеджеры с большой неохотой берутся за реализацию тех нововведений, которые влекут за собой снижение эффективности работы компании, даже невзирая на непродолжительность такого снижения. Возможно, еще одна причина консервативной направленности мышления менеджеров заключается в уверенности, что, если тот или иной процесс функционирует удовлетворительно, не нужно вмешиваться в ход выполнения этого процесса. Сдерживание потенциальных возможностей компании происходит до тех пор, пока она не столкнется с проблемой. В случае кризиса энергия и творческий потенциал персонала компании направляются на те участки

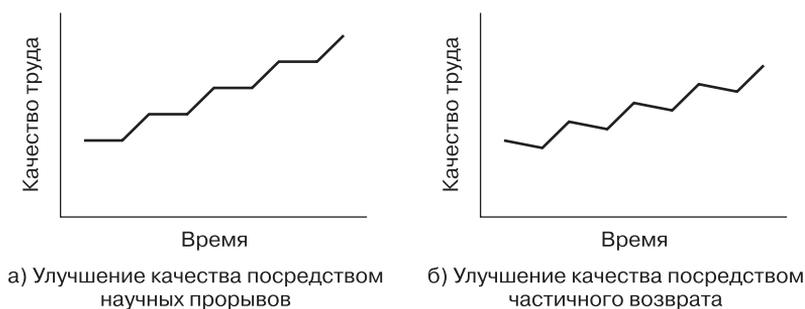
работы, на которые следовало бы обратить внимание еще до наступления кризиса. При таких обстоятельствах у компании остается очень мало шансов на то, чтобы продвинуться дальше по пути развития. Намного более эффективным руководящим принципом работы компаний служит следующее утверждение: «Необходимо найти способ улучшить то, что несовершенно». По мере формирования глобальных рынков, усиления конкуренции в мировых масштабах руководство компаний осознает важность мер, направленных на повышение конкурентоспособности и соответственно на непрерывное улучшение. Необходимость внесения изменений в работу каждой компании больше не вызывает никаких сомнений. В современном мире изменяются демографические аспекты рынка, вкусы и наклонности потребителей, технологии. На рынок выходят новые конкуренты, прежние конкуренты применяют новую тактику конкурентной борьбы.

Движущая сила большинства усовершенствований, вносимых в работу компании, состоит в повышении конкурентоспособности. Это означает, что любое изменение должно привести к созданию таких продуктов, которые больше нравятся потребителю, т. е. продуктов, которые представляют для потребителя большую ценность). Действия по улучшению работы компании могут повлиять на повышение ценности продукта для потребителя несколькими способами. Усилия, направленные на улучшение работы компании, могут повысить качество продукта, оперативность реагирования компании на изменение нужд потребителя, обеспечить более высокий уровень обслуживания, сделать обслуживание более надежным, сократить общий объем затрат. По существу, у любой компании, идущей по пути непрерывного усовершенствования, есть возможность повысить эффективность своей работы по каждому направлению.

## 18.2. Подходы к непрерывному совершенствованию

В литературе, посвященной проблеме непрерывного улучшения работы компании, часто сопоставляются два основных подхода к решению этой проблемы. Первый подход сводится к достижению **прорыва в эффективности** работы компании, к внедрению крупных инноваций или существенных изменений, итогом которых будет такое резкое улучшение работы компании, что станет очевидной целесообразность радикального изменения укоренившейся практики ведения дел.

Рационализаторское предложение, позволяющее существенно сократить объем затрат или улучшить работу компании, новая технология, которая становится доступной благодаря усилиям одного из поставщиков, или новый процесс — все эти аспекты представляют собой пример тех улучшений, которые могут привести к настоящему прорыву в работе компании. Усовершенствования, позволяющие достичь значительных достижений, могут потребовать крупных предварительных инвестиций. Предложенные изменения внимательно изучаются посредством ряда формальных проверок. Особое место среди таких проверок занимает анализ получения прибыли на инвестированный капитал, позволяющий убедиться в адекватности этой прибыли еще до внедрения предложенных изменений. Такой тип усовершенствований имеет для компаний очень большое значение. Именно поэтому в состав многих компаний входят отделы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, небольшие группы штатных специалистов, та-

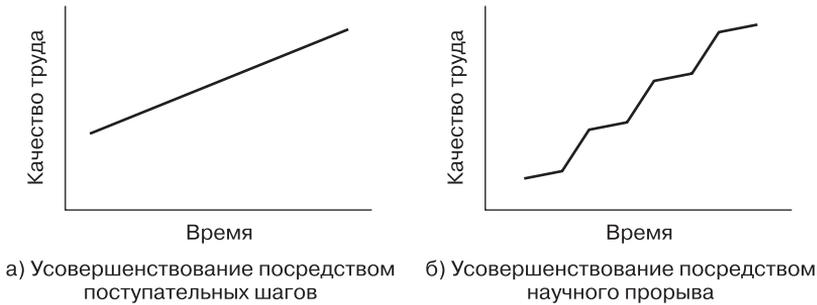


**Рис. 18.1.** Усовершенствование качества труда: а — улучшение качества посредством научных прорывов; б — улучшение качества посредством частичного возврата

ких как инженеры-технологи или консультанты, в обязанности которых входит постоянный поиск и разработка методов совершенствования работы компании. Крупные усовершенствования имеют место относительно редко, поскольку ответственность за их поиск возлагается на небольшое количество работников. Такая модель улучшения работы компании отображена на рис. 18.1, а в виде серии скачков повышения эффективности работы компании по мере реализации крупных усовершенствований. Подобная схема улучшения работы являлась типичной длительное время. Некоторые авторы считают, что в компаниях, которые между периодами резкого повышения эффективности работы находятся в состоянии ожидания следующего скачка, происходит частичный возврат на более раннюю стадию развития, поэтому фактический процесс совершенствования больше соответствует схеме, представленной на рис. 18.1, б.

Для сравнения можно привести подход к улучшению работы, принятый во многих японских компаниях. Эти компании строят свою работу на основании так называемой культуры **кайдзен** (*kaizen*). Кайдзен — японская философия, которая фокусируется на непрерывном улучшении. Впервые философия кайдзен была применена в ряде японских компаний (включая *Toyota*) в период восстановления после Второй мировой войны. Термин «кайдзен» ввел Масааки Имаи в 1986 г., после чего термин стал широко известен. В настоящее время во многих ведущих компаниях проходят процессы формирования корпоративной культуры, в соответствии с которой поощряется поиск каждым работником компании возможных, пусть даже незначительных, улучшений.

Штатные специалисты могут работать только над небольшим количеством проектов на протяжении одного и того же периода. Когда все сотрудники прилагают максимум усилий для совершенствования работы компании, это позволяет добиться впечатляющих результатов, даже если отдельные усовершенствования относительно незначительны. Как показано на рис. 18.2, а, в случае непрерывного улучшения работы компании график такого улучшения, которое было на протяжении определенного промежутка времени, имеет форму непрерывной восходящей наклонной линии. Безусловно, метод «кайдзен» не исключает происходящих время от времени прорывов в работе, поэтому в идеале задача компании состоит в обеспечении такого типа развития, график которого отображен на рис. 18.2, б.



**Рис. 18.2.** Усовершенствование работы компании: а — усовершенствование посредством поступательных шагов; б — усовершенствование посредством научного прорыва

В компании, в которой особое внимание уделяется непрерывному внесению небольших усовершенствований в работу, где практикуется анализ и внедрение большого числа рационализаторских предложений, может сформироваться достаточно широко развитая мотивационная атмосфера. В среде, в которой до стадии реализации доходят только некоторые предложения по улучшению работы компании, у рабочих и служащих может сложиться впечатление, что их предложения вряд ли могут оказаться настолько интересными, чтобы заслужить признание руководства; именно поэтому в компаниях с подобной корпоративной культурой меньше работников предпринимают попытки поиска возможных усовершенствований. Прорывы и небольшие нарастающие (инкрементальные) улучшения не являются взаимоисключающими.

Максимальный результат в компании может быть получен именно в случае сочетания этих двух подходов к повышению эффективности работы. Такое сочетание достигается посредством формирования рабочих групп, в обязанности которых входит поиск возможных путей резкого повышения эффективности, вовлечения всех рабочих и служащих в выполнение других действий по улучшению работы компании. Как прорывы, так и нарастающие улучшения с большей степенью вероятности могут происходить в случае высокого уровня мотивации большинства работников компании, а также в случае активизации их интеллектуальных способностей для поиска путей совершенствования. В результате компания может пойти по поступательному или восходящему пути развития, которое сопровождается периодическим скачкообразным повышением эффективности работы. Именно такая модель развития компании является наиболее приемлемой.

Ступенчатое повышение эффективности работы компании во многих случаях происходит в результате усилий отдельных работников, кружков качества или временных рабочих групп, сформированных для целенаправленного поиска путей улучшения работы. В большинстве случаев рабочие группы таких типов занимаются анализом работы одного отдела или одного производственного участка. Время от времени эти группы вносят на рассмотрение руководства компании предложения о крупных усовершенствованиях, однако типичной для их деятельности является выработка предложений о внесении ряда мелких улучшений в работу отдела или производственного участка. В компаниях могут быть организованы

группы по модернизации основных процессов, которые сводятся к выполнению ряда рабочих заданий, перемещающихся между различными отделами или производственными участками. Любая из этих групп использует в своей деятельности одну и ту же универсальную процедуру, ряд однотипных средств и методик повышения эффективности работы компании. Рассмотрим общую процедуру улучшения работы компании и некоторые наиболее часто используемые средства модернизации процессов и методов работы.

### **18.3. Общие принципы совершенствования работы компании**

Формальная схема поиска путей совершенствования работы компании во многих случаях начинается с обобщенного анализа, в процессе которого могут быть обнаружены участки работы, требующие более детального изучения. Например, в процессе первоначального исследования может быть проанализирована конструкция выпускаемого продукта на предмет возможного сокращения количества деталей или упрощения технологических операций по их обработке. Можно рассмотреть общую схему перемещения материального потока, размещение мощностей, планировку помещений с точки зрения получения дополнительной выгоды. В результате такого анализа могут быть идентифицированы места, требующие более тщательного изучения. Например, центральным пунктом поиска путей совершенствования может стать «узкое место» производственного процесса, доступность новой технологии. Выполнение части работ может потребовать модернизации некоторых рабочих заданий, входящих в состав технологических операций.

Общая процедура совершенствования методов работы состоит в выполнении пяти основных этапов.

1. Наблюдение за существующим методом и осмысление принципов его применения.
2. Документирование используемого метода. Очень полезным оказывается подробное описание анализируемого метода. Кроме того, существенную помощь оказывает составление блок-схем используемых методов работы (таких, например, как карты выполнения операций или выполнения технологического процесса).
3. Критическая оценка существующего метода и каждого изменения, которое предлагается внести в этот метод. Это наиболее важный этап анализа методов работы, поскольку именно на этом этапе генерируются идеи поиска путей совершенствования. Важную роль могут сыграть творческий подход, изобретательность и настойчивость. Существенную помощь на этом этапе может оказать системный подход к решению проблемы, подразумевающий тщательный анализ всех факторов — размещения производственных мощностей, подготовки и переподготовки работников, требуемых инвестиций и любых других, которые могут оказать влияние на эффективность работы компании.
4. Внедрение усовершенствования. Специалист, в обязанности которого входят поиск и реализация путей улучшения методов работы, должен определить план действий, распределить обязанности по выполнению этого плана

между другими работниками, проследить за применением обновленного метода работы. Любой новый метод, проходящий стадию внедрения, должен продемонстрировать потенциальные возможности снижения себестоимости продукции или улучшения ее качества до уровня, достаточного для того, чтобы покрыть затраты на обеспечение качества.

5. Повторная оценка метода по прошествии достаточно продолжительного промежутка времени, с тем чтобы оценить, работает ли данный метод так, как было запланировано.

Эта общая процедура аналогична другим процедурам, описание которых есть в существующей литературе на данную тему. Следует обратить особое внимание на то, что содержание последнего этапа процедуры совершенствования свидетельствует о том, что на данном этапе процедура не заканчивается. Повторную оценку обновленного метода следует выполнять неоднократно. Сначала необходимо проверить, обеспечивает ли новый метод намеченный уровень повышения эффективности работы; затем определить, возможно ли дальнейшее улучшение процесса совершенствования. Данная методика фактически сводится к непрерывному процессу улучшения работы компании.

Д-р Эдвардс Деминг (Edwards Deming) по-другому интерпретировал процесс непрерывного улучшения: он представлял себе этот процесс как непрерывный цикл, получивший название «круг PDCA». В соответствии с данной интерпретацией начальные буквы, указанные в названии «круг PDCA», соответствуют этапам процесса непрерывного совершенствования: *P (plan)* — планирование, *D (do)* — опробование, *C (check)* — проверка, *A (act)* — приведение в действие. Основной момент этого описания состоит в том, что после выполнения этапа «приведение в действие» происходит переход к началу следующего цикла, т. е. к планированию следующего усовершенствования.

#### 18.4. Методы повышения эффективности работы компании

Существует ряд средств и методов, которые можно использовать в процессе анализа совершенствования работы компании (некоторые из этих методов рассматривались ранее). В процессе разработки исходной схемы распределения рабочих заданий или в процессе анализа существующей схемы на предмет усовершенствования могут быть использованы левосторонние или правосторонние технологические карты. Карта выполнения операций, рассмотренная ранее, представляет собой один из способов документирования последовательности нескольких рабочих заданий, если выполнение этих заданий требует синхронизации и координации. Карта выполнения операций может быть использована в процессе первоначального распределения рабочих заданий или в процессе анализа этих заданий с целью усовершенствования процедуры их выполнения. Разные работники используют различные методы выполнения одних и тех же рабочих заданий. Посредством наблюдения за выполнением рабочих заданий, опроса работников можно составить точное описание того, каким образом выполняется данная работа. После документирования существующей процедуры выполнения рабочих заданий составленное описание может быть проверено работниками, непосредственно занятыми вы-

полнением этих заданий, руководителями соответствующих производственных участков с целью исключения ошибок. После формирования четкого представления о сути существующего метода работы группа специалистов, занимающихся совершенствованием работы компании, может приступить к поиску путей улучшения этого метода.

Во многих случаях анализ процесса совершенствования работы компании охватывает более широкий диапазон проблем, чем выполнение рабочих заданий на участке производственного процесса. Блок-схема процесса, или карта, выполнения технологического процесса, представляет собой удобный способ описания производственных операций, воспользовавшись которым специалисты, осуществляющие поиск путей повышения эффективности работы компании, могут глубже разобраться в сути выполняемого процесса, идентифицировать участки, в работу которых могут быть внесены улучшения. Ниже рассмотрим принципы применения карты выполнения технологического процесса.

### **Карта выполнения технологического процесса**

Основное назначение карты процесса — представлять технологию его выполнения. За счет создания карты осуществляется документирование процесса, в результате у организации появляется возможность управлять им, вносить в него изменения, оценивать результативность и эффективность процесса.

**Карты выполнения процессов** целесообразно использовать для отображения потока трудовых ресурсов или потока материалов в процессе выполнения операций. Схема перемещения материального потока отображает фактический или возможный маршрут перемещения материалов. Каждое выполняемое действие может быть отнесено к одному из пяти типов операций, перечисленных ниже.

**Обработка.** Обработка — это запланированное изменение физических или химических характеристик объекта; прием или распространение информации; выполнение вычислений или составление планов.

**Технический контроль.** Технический контроль — это проверка объекта или группы объектов на предмет наличия определенных характеристик или на предмет соответствия требуемому уровню качества.

**Транспортировка.** Транспортировка — это перемещения объекта из одного места в другое. Перемещения, которые осуществляются в ходе выполнения операций или в ходе технического контроля, не относятся к действиям по транспортировке.

**Задержка.** Задержка — это любое событие, которое препятствует незамедлительно выполнению следующего планового действия.

**Хранение.** Хранение — это запланированная задержка, на протяжении которой объект остается на предприятии и не подлежит несанкционированному извлечению со склада.

Документирование методов работы (например, в виде блок-схемы) позволяет специалистам, входящим в состав рабочих групп по совершенствованию, более тщательно изучить участок работы компании, найти способы повышения эффективности работы на этом участке. Наиболее значимый результат дает не формальное описание анализируемого процесса, а сделанные на основании этого описания критические оценки методов работы и творческий поиск возможных путей их

совершенствования. В результате использования списков контрольных вопросов может быть сгенерирован ряд идей относительно усовершенствования участка анализируемого процесса. В табл. 18.1 представлен примерный перечень вопросов, который может быть полезен при выполнении анализа производственного процесса по операциям.

**Таблица 18.1.** Примерный список контрольных вопросов

1. Материал	Существует ли возможность замены используемого материала более дешевым?
	Используется ли материал в полной мере?
2. Погрузочно-разгрузочные работы	Существует ли возможность сокращения количества погрузочно-разгрузочных операций?
	Выполняется ли получение, перемещение и хранение материалов в подходящих контейнерах?
3. Инструменты, зажимные и фиксирующие приспособления	Соответствует ли набор инструментов выполняемым операциям? Заняты ли обе руки работника полезной работой при использовании инструментов и приспособлений?
4. Наладка станка	Должен ли оператор заниматься наладкой своего станка? Получены ли все необходимые инструменты до начала наладочных работ?
5. Операции	Существует ли возможность исключения данной операции из производственного процесса?
	Существует ли возможность объединения двух или более операций в одну?
	Существует ли возможность улучшения последовательности выполнения операций?
	Существует ли возможность предварительного размещения деталей до начала их обработки?
	Существует ли возможность сокращения или полного устранения задержек с выполнением операций?
	Существует ли возможность совмещения технического контроля с выполнением операции?
6. Оператор	Существует ли возможность повышения производительности труда оператора посредством его дальнейшего обучения?
	Существует ли возможность устранения чрезмерной усталости оператора посредством изменения расположения оборудования, используемых инструментов, а также условий труда?
7. Условия труда	Существует ли неоправданный риск при выполнении операций?
	В хорошем ли состоянии поддерживаются производственные помещения и оборудование?

В результате такого анализа могут быть найдены возможности усовершенствования процесса на макроуровне. Подобный анализ позволяет идентифицировать те участки процесса, на которых необходимо изучить возможности внесения усовершенствований в процесс на микроуровне. Для детального изучения отдельных рабочих заданий можно использовать такой метод, как анализ движений.

Действия, направленные на совершенствование работы компании, наиболее результативны в случае, если они основаны на анализе фактических данных, а не на субъективном мнении о том, что может повысить эффективность работы компа-

нии. После определения состава работ члены рабочей группы по совершенствованию могут использовать ряд средств записи и анализа данных для идентификации проблемных участков компании, в работу которых могут быть внесены исправления или усовершенствования.

### **Контрольные таблицы, гистограммы и схемы локализации объектов**

Для упрощения процедуры регистрации времени и места возникновения проблем различных типов можно использовать разные способы сбора данных, например контрольные таблицы, в которых регистрируются проблемы, возникающие за определенный промежуток времени (рабочая смена и пр.). На основании такой таблицы, в которой наносятся частотные метки напротив каждой проблемы, строят вариант гистограммы.

### **Анализ Парето**

**Анализ Парето** основан на использовании принципа Парето, или, как его иногда называют, правила «восемьдесят/двадцать». Суть этого принципа, сформулированного итальянским экономистом Парето, состоит в том, что 20% людей контролирует 80% материальных ценностей. Эта же идея во многих случаях используется для идентификации тех единиц материальных запасов, количества которых недостаточно для удовлетворения нужд компании. В данном случае складывается ситуация, когда небольшое количество изделий, как правило, заслуживает особого внимания, поскольку на их долю выпадает большая часть годовых расходов на содержание материальных запасов всей совокупности изделий. Анализ Парето позволяет определить относительную частоту различных проблем или причин их возникновения, чтобы сфокусировать внимание на решении наиболее серьезных проблем. Если в результате возникновения различных проблем компания несет разные издержки, частота появления каждой проблемы может быть умножена на средний объем издержек, обусловленных проблемой того или иного типа. Подобная процедура способствует определению приоритетности решения проблем в соответствии с возникшими издержками.

### **Диаграмма причинно-следственных связей**

Диаграмму причинно-следственных связей целесообразно использовать в процессе идентификации и локализации причины или ряда причин возникновения проблемы. На диаграмме такого типа, которую иногда называют «елочной диаграммой», у одного конца горизонтальной линии указывается возникшая проблема. От горизонтальной линии для каждой группы основных причин возникновения данной проблемы вычерчиваются диагональные ветви. В случае необходимости к той или иной ветви присоединяются другие ветви, соответствующие второстепенным причинам. Диаграммы такого типа позволяют сфокусировать внимание специалистов, занимающихся повышением эффективности работы компании, на каждой конкретной возможной причине возникновения проблемы и проанализировать все возможные варианты ее решения.

Рабочие группы, занимающиеся совершенствованием работы компании, во многих случаях используют такой метод анализа и поиска основной причины возникновения проблемы, как мозговой штурм; специалисты, входящие в состав

таких рабочих групп, прилагают максимум усилий к тому, чтобы найти наиболее эффективный способ решения.

### **Мозговой штурм**

**Мозговой штурм** — это действенный метод генерирования идей, на которых сфокусирована деятельность рабочей группы. Он позволяет вскрыть возможные причины возникновения каких-либо проблем и после их идентификации найти потенциальные способы. Цель проведения собраний рабочей группы, на которых происходит мозговой штурм, состоит в том, чтобы выработать как можно больше идей по тому или иному вопросу. Во время обсуждения не допускается никакая критика идей, поскольку это может подавить творческий энтузиазм членов группы, а также ход и выразительность их мыслей. Удачные идеи отбираются на более позднем этапе, когда критическая оценка идей уже не мешает процессу их генерирования, главным аспектом которого является творческий подход. Одна идея, которая на первый взгляд кажется непригодной, может вызвать появление другой, более ценной идеи.

В процессе анализа ситуации, помимо тех методов, которые рассмотрены выше, могут быть использованы и другие методы с целью более глубокого ее осмысления и оценки факторов, которые могут ее улучшить. В отдельных случаях проводятся запланированные эксперименты, в процессе которых определяется влияние некоторых параметров процесса на эффективность его выполнения. Один из сравнительно простых способов отображения взаимозависимости таких параметров — это построение графика разброса значений соответствующих переменных.

### **График разброса значений параметров процесса**

Для поиска ответа на вопросы, существует ли взаимозависимость двух параметров процесса, в чем состоит суть этой взаимозависимости, целесообразно использовать график разброса, или диаграмму разброса. Во многих случаях необходимо идентифицировать ту или иную качественную переменную и другие факторы, оказывающие на нее влияние. Для этого на протяжении ряда наблюдений можно собрать парные данные (значение переменной  $x$  и соответствующее ей значение переменной  $y$ ) и отобразить их на графике. При необходимости вычисляется коэффициент линейной корреляции. В некоторых случаях взаимозависимость переменных может иметь форму кривой.

Идеи и инновации представляют собой ценный инструмент повышения эффективности работы компании. Деятельность по совершенствованию работы компании в значительной степени требует активизации творческих способностей человека. Члены рабочих групп, занимающихся поиском путей непрерывного улучшения работы компании, должны искать как новые способы использования имеющихся ресурсов и сокращения потребности в них, так и возможности повышения уровня качества выпускаемой продукции, увеличения скорости реагирования компании на изменение конъюнктуры рынка. Среда, в которой функционирует компания, должна быть готова к восприятию единичных экстраординарных предложений по улучшению работы компании. С другой стороны, эта среда должна быть способна принимать случающихся время от времени неудачи с внедрением усовершенствований, которые на первый взгляд кажутся вполне логичными.

В противном случае у работников компании не будет особого желания выдвигать предложения по повышению эффективности работы компании.

Средства и методы, краткий анализ которых представлен выше, могут найти свое применение для точечного анализа, сфокусированного на небольшом фрагменте деятельности компании в целом. Использование этих средств и методов во многих случаях способствует постепенному, нарастающему повышению эффективности работы компании. Многие из этих методов могут быть использованы в процессе поиска путей совершенствования, имеющих гораздо более широкий диапазон воздействия. Кардинальное обновление бизнес-процессов, анализ которого представлен в следующем разделе, позволило некоторым компаниям добиться выдающихся достижений.

## 18.5. Реинжиниринг бизнес-процессов

**Реинжиниринг бизнес-процессов** (*business process reengineering — BPR*) — это фундаментальное переосмысление и радикальное обновление бизнес-процессов с целью обеспечения кардинального улучшения работы компании. Основная идея этого подхода состоит в том, чтобы начать анализ деятельности компании с нуля, не принимая при этом никаких значимых исходных предположений. На первом этапе анализа необходимо поставить вопрос, чем должна заниматься компания; это необходимо сделать еще до начала поиска путей выполнения поставленных задач. На следующем этапе «с чистого листа» необходимо осуществить поиск оптимального способа их решения. В процессе анализа необходимо проигнорировать существующее положение вещей и сконцентрировать внимание на том, что следует делать. Целью реинжиниринга бизнес-процессов является преодоление недостатков. Основным принципом реинжиниринга бизнес-процессов является следующее утверждение: «Вместо “латания дыр” на старом процессе лучше заменить его новым, самым лучшим из всех возможных». Применение этого принципа приводит к смещению фокуса с одного отдельно взятого направления деятельности компании на конечный результат, который необходимо обеспечить. Применение данного принципа делает мышление специалистов более открытым к активизации творческих способностей. Реинжиниринг бизнес-процессов, охватывающий гораздо более обширный участок деятельности компании, представляет собой ценное средство поиска более крупных, этапных усовершенствований.

**Процесс** — это совокупность одной или более производственных или сервисных операций, увеличивающих ценность исходных ресурсов с целью предоставления товаров или услуг в распоряжение внешнего или внутреннего потребителя. Операционная функция также относится к категории процессов. Процесса может состоять из многочисленных подпроцессов, которые могут быть подвержены более детальному анализу. Компания в целом тоже представляет собой сложную систему ряда взаимосвязанных подпроцессов. Операционная функция компании может сыграть немаловажную роль в том, чтобы сделать выполнение этих процессов эффективным и рациональным. Тот факт, что выполнение процессов проходит по функциональным связям, а также что в выполнении процессов может быть вовлечено множество подразделений, повышает значимость анализа работы компании с точки зрения процессов, выполняемых в ней.

Подход к анализу работы компании как процесса позволяет идентифицировать все взаимосвязанные этапы, которые должны быть запланированы в данной системе. Кроме того, такой подход обеспечивает наличие в системе только необходимых этапов. Во многих случаях складывается ситуация, когда отдельному человеку не принадлежит право собственности на процесс в целом, если выполнение этого процесса охватывает работу нескольких отделов или цехов компании.

При таких обстоятельствах работа может выполняться не на самом высоком уровне эффективности, если каждый участок этой работы запланирован как относительно независимый этап, выполняемый в рамках одной обособленной части компании. С течением времени могут появиться более эффективные методы выполнения данного процесса или его отдельных фрагментов, однако потенциальные усовершенствования могут так и остаться незамеченными или нереализованными по той причине, что отсутствуют централизованный контроль и анализ процесса в целом. В настоящее время во многих компаниях большое внимание уделяется совершенствованию бизнес-процессов (или реинжинирингу бизнес-процессов). В таких компаниях предпринимаются попытки улучшения методов работы посредством осуществления анализа работы с точки зрения выполняемых процессов. Анализ работы компании как серии взаимосвязанных этапов и на этапе первоначального проектирования системы, и в процессе ее усовершенствования с большей степенью вероятности позволяет улучшить координацию действий всех составных частей системы и обеспечивает более равномерное ее функционирование.

В каждой компании есть ряд основных и вспомогательных процессов; кроме того, в каждой компании имеются ее собственные уникальные способы совершенствования этих процессов. Выбор процесса, подлежащего усовершенствованию, может основываться по меньшей мере на трех критериях. Среди этих критериев можно назвать низкий уровень эффективности выполнения процесса, степень влияния процесса на потребителей, возможность осуществить усовершенствование процесса. Майкл Хаммер (Michael Hammer) и Джеймс Чемпи (James Champy) выделяют ряд признаков дисфункциональности процессов и проблемы, о наличии которых свидетельствует такая дисфункциональность. Некоторые из этих признаков и проблем перечислены в табл. 18.2.

**Таблица 18.2.** Некоторые признаки дисфункциональности процессов и причины, лежащие в основе этого явления

Признак	Проблема
Слишком большой объем информационного обмена, избыточность данных, повторный ввод данных	Произвольная фрагментация естественного процесса
Большой объем материальных запасов, буферных запасов и других типов запасов	Использование резервов системы для того, чтобы преодолеть изменчивость процессов
Высокий уровень проверок и контроля в процессе создания ценностей для потребителей	Фрагментация
Исправление брака и повторение предыдущих операций	Неадекватная обратная связь между звеньями цепочки технологических операций
Сложность процесса, наличие чрезвычайных ситуаций и особых случаев	Включение слишком большого количества подпроцессов в основной процесс

Ниже представлены некоторые характеристики работы компании, в которой был осуществлен реинжиниринг бизнес-процессов. Эти характеристики иллюстрируют тот тип изменений, которые произошли в компании:

- объединение нескольких рабочих заданий в одно;
- участие рабочих в принятии большего количества решений;
- выполнение всех этапов того или иного процесса естественным образом;
- наличие нескольких вариантов выполнения процессов, обеспечивающих гибкость;
- выполнение работы там, где это наиболее целесообразно;
- сокращение количества операций по проверке и контролю хода выполнения процессов;
- минимальное количество конфликтов, подлежащих урегулированию;
- обеспечение единой точки соприкосновения представителем централизованного управления делами компании;
- преобладание гибридной формы централизованно-децентрализованного выполнения операций.

Многим компаниям свойственна раздробленность организационной структуры, которая обуславливает ситуацию, когда работники компании сосредотачивают внимание только на том участке работы, который входит в круг их обязанностей. Именно поэтому в большинстве случаев основной целью реинжиниринга бизнес-процессов является преодоление этой раздробленности, обеспечение более высокого уровня интеграции и координации работы различных организационных подразделений компании. Майкл Хаммер и Джеймс Чемпи приводят в своей книге интересный пример тотального переосмысления и обновления методов работы.

В начале 1980-х гг. в отделе оплаты счетов компании *Ford Motor Company* насчитывалось около 500 служащих. По мнению руководства компании, автоматизация некоторых процедур, ранее выполнявшихся вручную, могла бы сократить количество требуемых работников приблизительно на 20%. Узнав о том, что в компании *Mazda* удалось сократить численность аналогичного отдела до пяти человек, руководство компании *Ford* сфокусировало все свои действия на реинжиниринге процесса снабжения в целом.

Прежний процесс снабжения в компании *Ford*, который был достаточно типичным, сводился к оформлению трех документов. Когда работник отдела снабжения, занимавшийся закупками, отправлял заказ на поставку в адрес поставщика, копия этого заказа передавалась в отдел оплаты счетов. По прибытии груза служащий отдела получения грузов также отправлял список полученных товаров в отдел оплаты счетов. Один из служащих должен был проверять все три документа на предмет их согласованности. В большинстве случаев в документах не оказывалось никаких расхождений. Однако когда такие расхождения встречались, у этого служащего уходило очень много рабочего времени (иногда — недели) на то, чтобы отследить проблему и устранить ее.

В соответствии с обновленным процессом в момент отправления заказа на поставку в адрес поставщика снабженец вводит данные о заказе в онлайн-базу данных. Когда товары прибывают в отдел получения грузов, работник этого от-

дела вводит данные о полученных товарах. Если путевой лист соответствует невыполненному заказу, служащий нажимает соответствующую кнопку, что автоматически приводит к приему товаров, внесению информации о них в базу данных о материальных запасах и к передаче квитанции о получении груза в адрес поставщика. В противном случае товары возвращаются отправителю. По существу выполнение большей части операций по оплате счетов теперь находится в компетенции отдела получения грузов, а не отдела оплаты счетов. Таким образом, вместо 500 служащих, занятых оплатой счетов, выставленных поставщиками, в компании *Ford* эту работу выполняет штат служащих численностью 125 человек. Численность отдела оплаты счетов в подразделении *Ford Engine Division* сократилась на 5% по сравнению с прежним уровнем. В некоторых подразделениях компании *Ford*, а также в других компаниях товар оплачивается в момент его использования. Когда в таких компаниях выполняется сборка или отгрузка готового изделия, информационная система осуществляет выплату денег поставщикам за детали, которые потребовались для изготовления этого изделия. Описанный случай представляет собой яркий пример коренного обновления, или реинжиниринга, существующего метода выполнения работы и его преобразования в такой метод, который фокусирует внимание на обеспечении запланированного результата, а не просто на попытках как-нибудь улучшить саму работу.

## **18.6. Некоторые функции, повышающие конкурентоспособность компании**

Подход, используемый для поиска путей совершенствования работы компании, состоит в анализе методов выполнения отдельных технологических операций или технологического процесса в целом. Однако, помимо этого, компании прилагают большие усилия для повышения конкурентоспособности посредством изменения различных сторон ведения бизнеса. Для каждой компании характерны свои специфические задачи повышения конкурентоспособности, свойственный только этой компании набор профессиональных навыков работников, технология, финансовые и другие ресурсы. Не все компании используют в своей работе один и тот же набор процедур совершенствования. Тем не менее существует достаточно постоянный набор характеристик, который охватывает многие, если не все, изменения, внесенные в работу ведущих компаний. Проведем краткий анализ этих характеристик.

### **Стратегия**

Оценка конкурентоспособности компании является важным элементом формирования ее стратегии. Ведущие компании строят свою деятельность на основании перспективной оценки освоения рынков, привлечения потребителей, наличия потенциальных возможностей. Для любой компании очень важно занять перспективные рынки и заниматься бизнесом в той сфере, в которой есть шансы успешно конкурировать с другими компаниями. Для достижения этой цели необходимо оценить возможности конкурирующих фирм, найти открытые рыночные ниши, способы позиционирования компании, позволяющие на должном уровне обслуживать целевые сегменты рынка.

После идентификации приемлемых краткосрочных и долгосрочных целей следует определить возможности компании, необходимые для достижения поставленных целей. В компании должны быть предприняты действия, направленные на развитие или формирование недостающих возможностей. Возможности операционной функции используются для получения конкурентных преимуществ точно так же, как и возможности других функций компании (в частности, маркетинговой функции). Все подразделения и организационные единицы компании руководствуются в своей работе едиными для всей компании долгосрочными целями, что обеспечивает преемственность и коллективную работу.

### **Проектирование нового продукта**

В ведущих компаниях прилагается максимум усилий к тому, чтобы учитывать точку зрения потребителя в процессе разработки новых и усовершенствования существующих продуктов. Задача состоит в том, чтобы понять нужды потребителя и в соответствии с этим создавать продукты, достаточно привлекательные для потребителя и в то же время способные эффективно и надежно удовлетворить его запросы. Для достижения этой цели в компаниях осуществляется поиск процедур разработки новых продуктов с минимальными затратами времени. Поскольку на проектирование нового продукта отводится от 30 до 70% контролируемых затрат, этапу проектирования уделяется большое внимание. Для разработки производственных процессов, для создания продуктов, которые характеризуются высоким уровнем конкурентоспособности и эффективности затрат, широко используется **параллельное проектирование**. Представители таких отделов, как отдел маркетинга, снабжения, обеспечения качества, обслуживания на местах, производственного отдела и других, принимают участие в деятельности рабочих групп, которые занимаются анализом и выдвижением предложений по усовершенствованию процесса проектирования новых продуктов. Рабочие группы пытаются обеспечить такую конструкцию продукта, которая была бы привлекательна для потребителя, была бы эффективной с точки зрения стоимости необходимых материалов, доступности изготовления компонентов, простоты сборки. Такая конструкция должна обеспечивать хорошие эксплуатационные характеристики продукта, его надежность и долговечность. Хорошая конструкция продукта должна быть настолько упрощенной, чтобы для его производства требовалось минимальное количество деталей и чтобы эти детали в случае необходимости можно было использовать и для изготовления других моделей.

### **Логистика**

Руководство ведущих компаний осознает, что каждая компания является частью цепочки поставок, обеспечивающей доставку продукции в адрес компаний-заказчиков и, возможно, клиентов компаний-заказчиков. В таких компаниях формируется эффективная и рационально организованная сеть обслуживания клиентов. Канал распределения, входящий в состав такой сети, должен быстро реагировать на запросы заказчиков, поэтому в компании необходимо организовать эффективную систему обмена информацией с клиентом, которая должна обеспечить согласованное планирование действий обеих компаний. В настоящее время существует тенденция к формированию долгосрочных партнерских взаимоотношений

компании как с ее заказчиками, так и с поставщиками. Как показывает практика, многие компании извлекают выгоду из вовлечения поставщиков и консультантов в процесс разработки новых продуктов на ранних стадиях этого процесса.

### **Процессы и оборудование**

Выбор процесса является важной частью этапа проектирования новых продуктов. С течением времени для производства существующих продуктов становятся доступными некоторые новые процессы или усовершенствования, которые можно внести в используемые процессы. Во многих компаниях приветствуется выдвижение рационализаторских предложений по совершенствованию процессов работниками компании, поставщиками оборудования, инженерами-технологами. В компаниях подобного типа формируется такая среда, которая максимально способствует непрерывному улучшению работы компании.

Во многих компаниях был отмечен тот факт, что весьма эффективным способом инициировать совершенствование процессов является их упрощение. Упрощенное технологическое оборудование во многих случаях является более надежным; кроме того, процедура технического обслуживания такого оборудования максимально облегчена. Простые процессы легче освоить, сокращается количество ошибок, снижается необходимость в координации усилий. Применение несложных технологических операций может повысить и общую скорость выполнения производственного цикла. После процедуры упрощения процессов в компаниях может быть предпринят поиск способов их автоматизации для их дальнейшего улучшения, сокращения объема затрат и повышения уровня качества выпускаемой продукции.

Однако задача компании состоит не только в том, чтобы ожидать крупных прорывов в повышении эффективности работы или искать пути их достижения (к таким прорывам можно отнести, например, автоматизацию производства или установку нового прогрессивного оборудования, которая может потребовать больших инвестиций). В ведущих компаниях прилагаются постоянные усилия, направленные на инкрементальное (постепенное, непрерывное) улучшение работы. Кроме того, руководство таких компаний с готовностью вкладывает деньги в обеспечение технического обслуживания оборудования на должном уровне, осуществляет инвестиции в модернизацию оборудования или в замену устаревшего оборудования новым, чтобы поддерживать процессы, выполняемые в компании, в оптимальном рабочем режиме. В прошлом во многих компаниях практиковалось использование оборудования до тех пор, пока оно не выйдет из строя, и только после этого принималось решение о его восстановлении или замене. Требования к обеспечению высокого уровня качества продукции, к надежности доставки продукции в адрес заказчиков неизбежно влекут за собой необходимость пересмотра капиталовложений в совершенствование процессов и оборудования, условий его технического обслуживания.

### **Размещение мощностей и планировка помещений**

Способ размещения рабочей силы и оборудования в рамках производственных или сервисных помещений компании является важным фактором повышения эффективности производства продукции или предоставления услуг. Если ком-

пания функционирует на протяжении определенного промежутка времени, лучшим способом начать процесс улучшения в данном направлении является приведение помещений в надлежащий порядок. В ведущих компаниях это делается следующим образом: из помещений устраняется все ненужное, а то, что осталось в помещениях, аккуратно располагается самым оптимальным способом. Вспомогательные средства, такие как инструменты и приспособления, которые используются в комплекте, хранятся в одном месте недалеко от пункта их использования и во многих случаях маркируются каким-либо одним цветом, чтобы их можно было легко идентифицировать. Запасы компонентов выпускаемых изделий также хранятся возле пунктов их использования, что позволяет сократить количество погрузочно-разгрузочных операций, облегчить визуальный контроль использования этих компонентов.

Во многих компаниях, выпускающих большой ассортимент продукции, удалось существенно повысить производительность посредством размещения оборудования по принципу технологических ячеек. Каждая из этих ячеек производит семейство изделий, для изготовления которых требуются одни и те же технологические операции. Обрабатываемые изделия перемещаются по этим ячейкам небольшими партиями или по одному, что позволяет существенно сократить объем WIP-запасов. Станки и операторы, которые их обслуживают, могут быть расположены в непосредственной близости друг от друга, что облегчает координацию действий и сокращает потребность в производственных площадях и в капиталовложениях. В ведущих компаниях технологические ячейки размещаются таким образом, чтобы предотвратить перемещение изделий на большие расстояния, устранить «узкие места» производственного процесса. Размещение оборудования, требуемого для выполнения процессов, по принципу технологических ячеек или по любому другому логически обоснованному принципу может быть использовано в качестве базы для формирования самоуправляемых рабочих групп.

### **Производственные системы, календарное планирование и контроль**

Для сокращения запасов в ведущих компаниях используется такой метод, как организация производства продукции по принципу «точно в срок», ориентированный на выпуск изделий небольшими партиями. Успешная работа системы JIT требует возможности быстрого выполнения пусконаладочных работ. Программы сокращения продолжительности выполнения пусконаладочных работ имеют большое значение для компаний, в которых для изготовления различных изделий используется одно и то же оборудование. Продолжительность производственного цикла сокращается, а скорость изготовления изделий увеличивается, если эти изделия выпускаются небольшими партиями, и при этом сокращаются очереди промежуточных материалов и компонентов, ожидающих дальнейшей обработки. Сокращение продолжительности производственного цикла позволяет сократить горизонт планирования, что, в свою очередь, повышает оперативность реагирования компании на изменения, происходящие на рынке. Во многих компаниях прилагаются усилия к тому, чтобы не допускать отставания от календарного графика производства продукции. Кроме того, во многих компаниях практикуется комбинированная сборка группы моделей. Этот способ производства позволяет компании выпускать требуемый ассортимент изделий со скоростью, соответствующей

темпам возникновения потребности в этих изделиях, что, в свою очередь, позволяет сократить объем запасов готовой продукции.

Сокращение объема материальных запасов в производственном цехе позволяет разместить оборудование и рабочих, которые его обслуживают, более компактно, что обеспечивает возможность визуальной координации выполнения различных производственных операций. Простые визуальные сигналы, такие как возврат карточек «канбан» или пустые контейнеры, могут использоваться на одном производственном участке для того, чтобы поставить в известность подающий производственный участок о том, что требуется дополнительное количество единиц того или иного компонента. Автоматизация сбора и обработки данных может быть использована для сокращения объема работы с документацией в процессе составления отчетов и во многих других случаях. Модернизация информационных систем позволяет обеспечить координацию работы технологических ячеек и самоуправляемых рабочих групп вместо того, чтобы контролировать выполнение каждой операции в отдельности. Современные информационные системы позволяют осуществлять оперативный обмен данными с поставщиками, что обеспечивает прозрачность действий поставщиков и координацию этих действий. Система электронного обмена данными позволяет существенно ускорить процесс обмена данными с поставщиками, что приводит к сокращению времени выполнения заказов на поставку и к обеспечению более высокой точности данных.

## Персонал

Человеческие ресурсы считаются основным достоянием компании, которое обеспечивает успех ее работы. Надлежащая подготовка и повышение квалификации персонала является важным элементом повышения эффективности работы компании. Организационная структура ведущих компаний сформирована таким образом, чтобы обеспечивать широкую поддержку командной работы, охватывающей всю компанию. С другой стороны, некоторые подразделения компании могут функционировать как самоуправляемые организационные единицы с автономным коллективом. Работники различных подразделений компании входят в состав рабочих групп по совершенствованию. Выдвижение этими работниками новых идей, направленных на улучшение работы компании, всячески приветствуется и поощряется. Представители высшего исполнительного руководства компаний осознают, что квалифицированные работники знают процесс выполнения операций до мельчайших деталей и поэтому могут внести ценный вклад в повышение эффективности работы компании.

В настоящее время сокращается количество уровней иерархической системы управления, находящихся между высшим исполнительным руководством компании и работниками, которые непосредственно заняты производством продукции или предоставлением услуг. Трудовые обязанности рабочих и служащих существенно расширились, работники компании принимают активное участие в процессе принятия решений и совершенствования работы компании. Координация работы различных подразделений компании, так же как и информационная система компании, может быть ориентирована на более высокий уровень детализации, так как планирование и координация большей частью осуществляются в рамках технологических ячеек или самоуправляемых рабочих групп.

## Качество

Действия, направленные на повышение качества, — это инструмент, с помощью которого происходит совершенствование работы во многих ведущих компаниях. Когда в компании начинается борьба с непроизводительным расходом ресурсов, в большинстве случаев оказывается, что существенную часть такого расходования ресурсов составляют затраты на переработку и утилизацию отбракованных изделий. В большинстве случаев изготовление качественных изделий требует меньше затрат, чем устранение брака в случае изготовления изделий с дефектами. В прошлом, в особенности в тех компаниях, которые вынуждены были строго придерживаться сроков отгрузки продукции и при этом не превышать бюджет, не вскрывались и не устранялись глубинные причины возникших проблем. В таких компаниях вносились только незначительные коррективы в процесс изготовления продукции или, возможно, устранялись сами признаки существующих проблем без устранения их глубинных причин. В ведущих компаниях, функционирующих на основе прогрессивных методов работы, большое внимание уделяется осмыслению причин возникающих проблем и внесению коррективов в слабые места работы компании.

Поиск путей непрерывного совершенствования может привести к улучшению конструкции изделий, к модернизации процессов, к более разносторонней подготовке работников, к реализации программ формирования партнерских взаимоотношений с поставщиками, к другим действиям, приносящим в результате большую выгоду. Во многих ведущих компаниях на самом раннем этапе поиска путей совершенствования предпринимается внимательное изучение нужд и пожеланий потребителей.

Задача состоит в том, чтобы сформировать в компании такую среду, в которой осознавалась бы важность обеспечения высокого уровня качества, и культуру, способствующую каждому подразделению компании участвовать в процессе повышения его уровня. Использование статистического контроля качества на уровне каждого оператора обеспечивает вертикальное расширение его трудовых обязанностей, может внушить каждому чувство ответственности и гордости за выполняемую им работу и повысить мотивацию работников в совершенствовании работы компании. Работники компании еще больше осознают значимость командной работы и приверженности к качеству, если им прививается мысль о том, что у каждого из них есть свой потребитель или потребители, которых необходимо обслужить. Следующий работник, которому передается изделие, обработанное данным работником, — это и есть непосредственный потребитель продукции этого работника. Каждый работник должен стремиться к тому, чтобы понять нужды непосредственного потребителя и надлежащим образом удовлетворить эти нужды.

## Резюме

Для любой компании всегда актуальной остается задача улучшения товаров или услуг, способов их производства или предоставления. Конкурирующие фирмы пытаются превзойти другие компании по уровню эффективности, а ожидания потребителей продолжают расти. В современных условиях компании, которые не занимаются повышением эффективности своей работы, могут потерпеть поражение

в конкурентной борьбе. В наши дни самым эффективным девизом деятельности компании является следующее утверждение: «Необходимо найти способ улучшить то, что несовершенно». В компаниях должен осуществляться непрерывающийся поиск как крупных скачков в повышении эффективности (называемых прорывами), так и более мелких нарастающих улучшений, которые могут происходить гораздо чаще. Формирование в компании культуры «кайдзен» может оказать стимулирующее воздействие на всех работников и с течением времени принести поразительные результаты.

Одна из наиболее действенных процедур совершенствования состоит в том, чтобы:

- сначала изучить и осмыслить используемый метод работы;
- задокументировать его;
- составить критический анализ этого метода и других, которые могут быть улучшены;
- реализовать самые лучшие идеи;
- выполнить сбор данных об эффективности внедрения обновленного метода.

В процессе поиска путей совершенствования могут быть использованы такие средства, как составление блок-схем, принципы экономии трудовых движений, левосторонние и правосторонние технологические карты, карты выполнения операций, карты выполнения процессов, контрольные таблицы, гистограммы, схемы локализации проблем, анализ Парето, диаграммы причинно-следственных связей, мозговая атака, корреляционные диаграммы.

Реинжиниринг бизнес-процессов (BPR) — это действенный метод поиска основополагающих прорывов в усовершенствовании основных процессов, выполняемых в рамках компании. Процесс — это совокупность одной или более операций, увеличивающих ценность исходных ресурсов с целью предоставления товаров или услуг в распоряжение потребителя. Основные, или ключевые, процессы, выполняемые в компании, во многих случаях пересекают границы различных организационных подразделений компании. В некоторых случаях складывается ситуация, когда тот или иной фрагмент процесса выполняется небрежно, если нет ответственного лица, на которое были бы возложены обязанности по обеспечению успешного выполнения процесса в целом. Реинжиниринг бизнес-процессов позволяет сфокусировать внимание на результатах выполнения процесса, а не на изучении отдельных шагов существующего процесса. Такой подход приводит к совершенствованию работы всей компании.

Компании, непрерывно совершенствуясь, предпринимают попытки улучшить различные аспекты своего подхода к ведению бизнеса. В них не только совершенствуются на самом детальном уровне рабочие операции и процессы, но и прилагается максимум усилий для улучшения стратегии, повышения качества, модернизации продуктов (товаров и услуг), цепочек снабжения, календарного планирования, контроля систем, повышения квалификации рабочих и служащих и др. По мере изменений, происходящих на рынке, по мере развития передовых технологий и укрепления позиций конкурирующих фирм, в той или иной компании продолжают появляться и другие возможности для обеспечения непрерывного совершенствования.

## Ключевые термины

Прорывы (резкие скачки в повышении эффективности работы компании)  
Kaizen — кайдзен  
Карта выполнения процесса  
Операция  
Технический контроль  
Транспортировка  
Задержка  
Хранение  
Контрольная таблица  
Анализ Парето  
Диаграмма причинно-следственных связей  
Мозговой штурм  
График разброса, или диаграмма разброса  
Business process reengineering (BPR) — реинжиниринг бизнес-процессов  
Процесс  
Параллельное проектирование  
Анализ поля действующих факторов

## Контрольные вопросы

1. Производственные мощности компании (здания и оборудование) служат на протяжении многих лет. Целесообразно ли осуществлять их модернизацию после нескольких лет эксплуатации?
2. Почему в некоторых компаниях перемены неизбежны?
3. Что такое «кайдзен»?
4. Почему график, отображающий процесс совершенствования работы компании на протяжении определенного промежутка времени, может продемонстрировать спад между различными этапами совершенствования, если в компании основное внимание уделяется поиску основополагающих усовершенствований?
5. Назовите преимущества, которые можно получить от документирования текущих методов выполнения рабочих заданий или процессов во время поиска путей совершенствования.
6. Назовите пять типов операций, используемых для описания шагов выполнения рабочих заданий или процессов при построении карты выполнения операций.
  - A. Каким образом можно применить анализ Парето в процессе принятия решений при выборе зон, в которых необходимо предпринять действия по улучшению работы компании?
  - B. Назовите два критерия отбора, отличающихся от частоты появления проблем, которые можно отобразить на диаграмме Парето и использовать для выбора проблемы, подлежащей первоочередному решению.
7. Имеет ли диаграмма причинно-следственных связей какие-либо преимущества по сравнению с простым списком возможных причин возникновения проблемы? Обсудите свой ответ.
8. Почему специалисты рекомендуют во время мозговой атаки не подвергать новые идеи какой бы то ни было оценке, для того чтобы сохранить реалистичность и практическую ценность этих идей?

9. Назовите отличие (если оно существует) между реинжинирингом процесса и совершенствованием процесса.
10. Почему более целесообразно и выгодно рассматривать работу компании как процесс?
11. Почему в компании приходится осуществлять повторный анализ процессов после того, как они с самого начала были тщательно разработаны и отлажены?
12. Каким способом помимо улучшения рабочих операций и процессов в наши дни можно повысить конкурентоспособность компании?

## Упражнения с использованием сети Интернет

1. Если вы когда-нибудь красили комнату (или помогли кому-нибудь покрасить наружные стены дома), вы знаете, насколько важно использовать качественную краску, чтобы получить желаемый результат. Компания *Tikkurila Oy*. — это одна из компаний, производящих лакокрасочные изделия. В этой компании прилагаются значительные усилия к тому, чтобы поставлять на рынок только высококачественную краску. Однако качество краски имеет отношение не только к цвету или составу; в состав краски входит множество ингредиентов, которые не видны потребителю, в том числе вяжущий материал и добавки. (Некоторые добавки, такие как формальдегид, ртуть и свинец, больше не используются по причине их вредного влияния на здоровье человека и на окружающую среду.) Посетите web-сайт компании *Tikkurila Oy* по адресу [www.tikkurila.ru](http://www.tikkurila.ru) и просмотрите различные страницы. Выясните как можно больше информации о составе краски, а также о процессах, выполняемых во время ее изготовления. Затем составьте свою собственную контрольную таблицу анализа этих процессов по операциям, используя табл. 18.1 в качестве образца и добавив в эту таблицу те пункты, которые, по вашему мнению, имеют отношение к операциям, выполняемым в компании *Tikkurila Oy*.
2. Компания *Procter & Gamble* выпускает продукцию, предназначенную не только для женщин. Она также выпускает средства по уходу за волосами для мужчин. Уровень конкурентной борьбы на рынке средств по уходу за волосами настолько высок, что для получения конкурентных преимуществ компании приходится напряженно работать над непрерывным улучшением процессов и продуктов. Посетите web-сайт компании *Procter & Gamble* по адресу [www.procterandgamble.ru](http://www.procterandgamble.ru) и ознакомьтесь с имеющейся на нем информацией о компании и ее продукции. Затем представьте себе, что вы — менеджер компании, принимаете участие в собрании персонала компании, задача которого — найти способы разрешения следующей ситуации: как помочь потребителю удалить остатки продукта *X* из волос. Создайте список идей, сгенерированных в процессе мозгового штурма, относительно причин возникновения проблемы, возможных путей ее решения, о внесении изменений в процессы и т. д.

## Литература

1. Адизес И. Управляя изменениями. СПб.: Питер, 2008.
2. Гараедаги Дж. Системное мышление: Как управлять хаосами и сложными процессами: Платформа для моделирования архитектуры бизнеса / Пер. с англ. Е. И. Недбальской; науч. ред. Е. В. Кузнецова. Минск: Гревцов Паблицер, 2007.
3. Деминг Э. Новая экономика. М.: Эксмо, 2008.
4. Деминг Э. Выход из кризиса: Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.

5. *Детмер У.* Теория ограничений Голдратта: Системный подход к непрерывному совершенствованию / Пер. с англ. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
6. *Имаи М.* Кайдзен: Ключ к успеху японских компаний / Пер. с англ. 3-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
7. *Комтер Дж. П.* Впереди перемен / Пер. с англ. А Успенского. М.: Олимп-Бизнес, 2008.
8. *Морита А.* Sony. Сделано в Японии / Пер. с англ. 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2007.
9. *Прахлад К. К., Рамасвами В.* Будущее конкуренции. Создание уникальной ценности вместе с потребителями / Пер. с англ. М.: Олимп-Бизнес, 2006.
10. *Dikworth J. B.* Operations Management: Providing Value in Goods and Services. 3 edition. South-Western College Pub. 1999.
11. *Nicholas J. M.* Competitive Manufacturing Management: Continuous Improvement, Lean Production, and Customer-Focused Quality. Burr Ridge, Ill: Irwin McGraw-Hill, 1998.

Пивоваров С. Э., Максимцев И. А., Рогова И. Н., Хутиева Е. С.

## **Операционный менеджмент: Учебник для вузов**

### **Стандарт третьего поколения**

*Серия «Учебник для вузов»*

Заведующий редакцией  
Руководитель проекта  
Ведущий редактор  
Выпускающий редактор  
Литературный редактор  
Художественный редактор  
Корректоры  
Верстка

*А. Толстиков  
Е. Базанов  
О. Кувакина  
Е. Егерев  
Н. Перевезенцева  
А. Татарко  
М. Одинокова, Н. Сулейманова  
И. Смаришева*

Подписано в печать 21.09.10. Формат 70 × 100/16. Усл. п. л. 43,86. Тираж 2500. Заказ 0000.

ООО «Лидер», 194044, Санкт-Петербург, Б. Сампсониевский пр., д. 29а.

Налоговая льгота — общероссийский классификатор продукции ОК 005-93, том 2;  
95 3005 — литература учебная.

Отпечатано по технологии СтР в ОАО «Печатный двор» им. А. М. Горького.  
197110, Санкт-Петербург, Чкаловский пр., д. 15.

# КНИГА-ПОЧТОЙ



**ЗАКАЗАТЬ КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПИТЕР» МОЖНО ЛЮБЫМ УДОБНЫМ ДЛЯ ВАС СПОСОБОМ:**

- на нашем сайте: [www.piter.com](http://www.piter.com)
- по электронной почте: [postbook@piter.com](mailto:postbook@piter.com)
- по телефону: (812) 703-73-74
- по почте: 197198, Санкт-Петербург, а/я 127, ООО «Питер Мейл»
- по ICQ: 413763617

**ВЫ МОЖЕТЕ ВЫБРАТЬ ЛЮБОЙ УДОБНЫЙ ДЛЯ ВАС СПОСОБ ОПЛАТЫ:**

-  Наложным платежом с оплатой при получении в ближайшем почтовом отделении.
-  С помощью банковской карты. Во время заказа Вы будете перенаправлены на защищенный сервер нашего оператора, где сможете ввести свои данные для оплаты.
-  Электронными деньгами. Мы принимаем к оплате все виды электронных денег: от традиционных Яндекс.Деньги и Web-money до USD E-Gold, MoneyMail, INOCard, RBK Money (RuPay), USD Bets, Mobile Wallet и др.
-  В любом банке, распечатав квитанцию, которая формируется автоматически после совершения Вами заказа.

Все посылки отправляются через «Почту России». Отработанная система позволяет нам организовывать доставку Ваших покупок максимально быстро. Дату отправления Вашей покупки и предполагаемую дату доставки Вам сообщат по e-mail.

**ПРИ ОФОРМЛЕНИИ ЗАКАЗА УКАЖИТЕ:**

- фамилию, имя, отчество, телефон, факс, e-mail;
- почтовый индекс, регион, район, населенный пункт, улицу, дом, корпус, квартиру;
- название книги, автора, количество заказываемых экземпляров.



**ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ИЗДАТЕЛЬСКОГО ДОМА «ПИТЕР»**  
предлагают эксклюзивный ассортимент компьютерной, медицинской,  
психологической, экономической и популярной литературы

### РОССИЯ

**Санкт-Петербург** м. «Выборгская», Б. Сампсониевский пр., д. 29а  
тел./факс: (812) 703-73-73, 703-73-72; e-mail: sales@piter.com

**Москва** м. «Электрозаводская», Семеновская наб., д. 2/1, корп. 1, 6-й этаж  
тел./факс: (495) 234-38-15, 974-34-50; e-mail: sales@msk.piter.com

**Воронеж** Ленинский пр., д. 169; тел./факс: (4732) 39-61-70  
e-mail: piterctr@comch.ru

**Екатеринбург** ул. Бебеля, д. 11а; тел./факс: (343) 378-98-41, 378-98-42  
e-mail: office@ekat.piter.com

**Нижний Новгород** ул. Совхозная, д. 13; тел.: (8312) 41-27-31  
e-mail: office@nnov.piter.com

**Новосибирск** ул. Станционная, д. 36; тел.: (383) 363-01-14  
факс: (383) 350-19-79; e-mail: sib@nsk.piter.com

**Ростов-на-Дону** ул. Ульяновская, д. 26; тел.: (863) 269-91-22, 269-91-30  
e-mail: piter-ug@rostov.piter.com

**Самара** ул. Молодогвардейская, д. 33а; офис 223; тел.: (846) 277-89-79  
e-mail: pitvolga@samtel.ru

### УКРАИНА

**Харьков** ул. Суздальские ряды, д. 12, офис 10; тел.: (1038057) 751-10-02  
758-41-45; факс: (1038057) 712-27-05; e-mail: piter@kharkov.piter.com

**Киев** Московский пр., д. 6, корп. 1, офис 33; тел.: (1038044) 490-35-69  
факс: (1038044) 490-35-68; e-mail: office@kiev.piter.com

### БЕЛАРУСЬ

**Минск** ул. Притыцкого, д. 34, офис 2; тел./факс: (1037517) 201-48-79, 201-48-81  
e-mail: gv@minsk.piter.com

---

Ищем зарубежных партнеров или посредников, имеющих выход на зарубежный рынок.  
Телефон для связи: **(812) 703-73-73. E-mail: fuganov@piter.com**

---

Издательский дом «Питер» приглашает к сотрудничеству авторов. Обращайтесь  
по телефону: **Санкт-Петербург – (812) 703-73-72, Москва – (495) 974-34-50**

---

Заказ книг для вузов и библиотек по тел.: (812) 703-73-73.  
Специальное предложение – e-mail: kozin@piter.com

---

Заказ книг по почте: на сайте **www.piter.com**; по тел.: (812) 703-73-74  
по ICQ 413763617

---

## **ДАЛЬНИЙ ВОСТОК**

### **Владивосток**

«Приморский торговый дом книги»  
тел./факс: (4232) 23-82-12  
e-mail: bookbase@mail.primorye.ru

**Хабаровск**, «Деловая книга», ул. Путевая, д. 1а  
тел.: (4212) 36-06-65, 33-95-31  
e-mail: dkniga@mail.kht.ru

**Хабаровск**, «Книжный мир»  
тел.: (4212) 32-85-51, факс: (4212) 32-82-50  
e-mail: postmaster@worldbooks.kht.ru

**Хабаровск**, «Мирс»  
тел.: (4212) 39-49-60  
e-mail: zakaz@booksmirs.ru

## **ЕВРОПЕЙСКИЕ РЕГИОНЫ РОССИИ**

**Архангельск**, «Дом книги», пл. Ленина, д. 3  
тел.: (8182) 65-41-34, 65-38-79  
e-mail: marketing@avfkniga.ru

**Воронеж**, «Амиталь», пл. Ленина, д. 4  
тел.: (4732) 26-77-77  
http://www.amital.ru

**Калининград**, «Вестер»,  
сеть магазинов «Книги и книжечки»  
тел./факс: (4012) 21-56-28, 6 5-65-68  
e-mail: nshibkova@vester.ru  
http://www.vester.ru

**Самара**, «Чакона», ТЦ «Фрегат»  
Московское шоссе, д. 15  
тел.: (846) 331-22-33  
e-mail: chaconne@chacccone.ru

**Саратов**, «Читающий Саратов»  
пр. Революции, д. 58  
тел.: (4732) 51-28-93, 47-00-81  
e-mail: manager@kmsvrn.ru

## **СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ**

**Ессентуки**, «Россы», ул. Октябрьская, 424  
тел./факс: (87934) 6-93-09  
e-mail: rossy@kmw.ru

## **СИБИРЬ**

**Иркутск**, «ПродаЛитЪ»  
тел.: (3952) 20-09-17, 24-17-77  
e-mail: prodalit@irk.ru  
http://www.prodalit.irk.ru

**Иркутск**, «Светлана»  
тел./факс: (3952) 25-25-90  
e-mail: kkcbooks@bk.ru  
http://www.kkcbooks.ru

**Красноярск**, «Книжный мир»  
пр. Мира, д. 86  
тел./факс: (3912) 27-39-71  
e-mail: book-world@public.krasnet.ru

**Новосибирск**, «Топ-книга»  
тел.: (383) 336-10-26  
факс: (383) 336-10-27  
e-mail: office@top-kniga.ru  
http://www.top-kniga.ru

## **ТАТАРСТАН**

**Казань**, «Таис»,  
сеть магазинов «Дом книги»  
тел.: (843) 272-34-55  
e-mail: tais@bancorp.ru

## **УРАЛ**

**Екатеринбург**, ООО «Дом книги»  
ул. Антона Валека, д. 12  
тел./факс: (343) 358-18-98, 358-14-84  
e-mail: domknigi@k66.ru

**Екатеринбург**, ТЦ «Люмна»  
ул. Студенческая, д. 1в  
тел./факс: (343) 228-10-70  
e-mail: igm@lumna.ru  
http://www.lumna.ru

**Челябинск**, ООО «ИнтерСервис ЛТД»  
ул. Артиллерийская, д. 124  
тел.: (351) 247-74-03, 247-74-09,  
247-74-16  
e-mail: zakup@intser.ru  
http://www.fkniga.ru, www.intser.ru